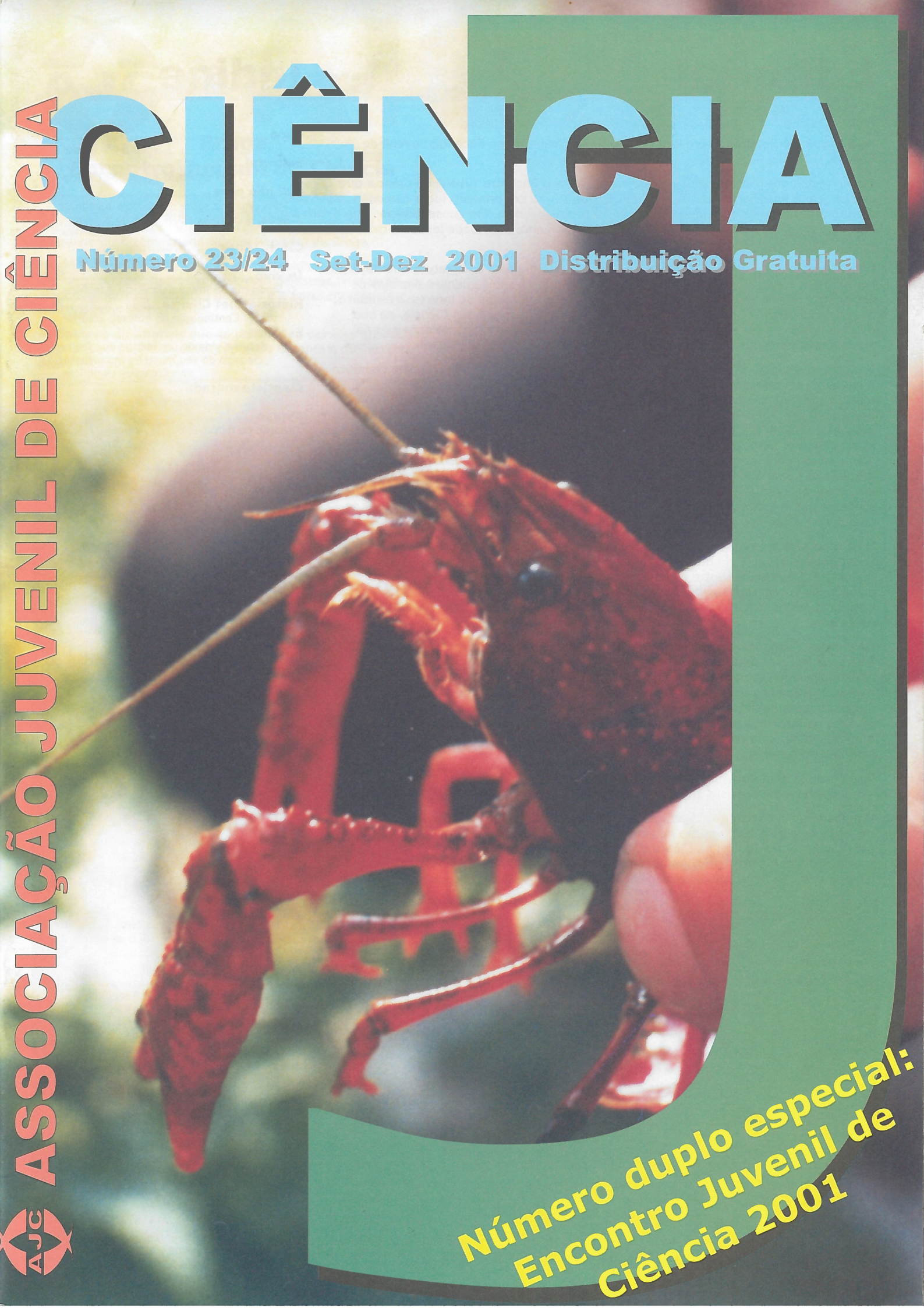


ASSOCIAÇÃO JUVENIL DE CIÊNCIA



CIÊNCIA

Número 23/24 Set-Dez 2001 Distribuição Gratuita



Número duplo especial:
Encontro Juvenil de
Ciência 2001

No princípio de Setembro teve lugar em Braga o décimo nono Encontro Juvenil de Ciência.

Como muitos dos leitores desta revista saberão, foi o Encontro Juvenil de Ciência que deu origem à Associação Juvenil de Ciência, que surgiu em primeiro lugar como estrutura para apoiar e preparar a realização deste encontro. Em consequência, o Encontro Juvenil de Ciência sempre foi a mais importante actividade levada a cabo pela AJC.

É justo que assim seja e o EJC deste ano manteve-se à altura do estatuto que deve ter. Permitiu a mais de seis dezenas de jovens portugueses e são-tomenses dez dias de actividades científicas. Houve várias visitas de estudo a lugares de interesse científico; houve cerca de uma dezena de palestras sobre tópicos diversos em Ciência, na sua maioria levadas a cabo por professores universitários com trabalho reconhecido na área; houve apresentação dos trabalhos levados a cabo pelos participantes.

De facto, a selecção dos participantes no EJC faz-se por meio de um trabalho científico original, de tema e extensão livres, garantindo assim o seu interesse, a sua motivação e a sua capacidade científica. Este ano, todos os trabalhos apresentados pelos participantes eram de qualidade acima da média, sendo alguns deles notáveis. As sessões de apresentação dos mesmos foram de grande interesse, tendo havido óptimas exposições por parte dos participantes, que suscitaram debates cheios de interesse. (Abra-se um parêntesis para referir que o autor destas linhas, que contactou pela primeira vez com a AJC no décimo segundo Encontro Juvenil de Ciência, e participou em vários encontros seguintes antes de atingir a idade limite de participação, esteve presente nas sessões deste ano e nunca tinha assistido a nenhuma com tão grande qualidade e interesse.)

Uma reportagem exaustiva do Encontro, que pela primeira vez decorreu fora do eixo tradicional Lisboa — Coimbra — Porto, exigiria e justificaria por si só um número duplo da revista. Contudo, se entre os objectivos da CiênciaJ se conta a divulgação das actividades já realizadas pela AJC, mais importante é a componente de divulgação científica. Assim, publicam-se já neste número alguns trabalhos apresentados no EJC deste ano.

Os autores de todos os trabalhos foram convidados a publicá-los na CiênciaJ. Nalguns casos, na íntegra; noutros, em versões mais ou menos resumidas. O espaço que a revista disponibiliza para cada um não se prende sobretudo com a qualidade dos mesmos. Trabalhos houve que, sendo de grande qualidade, só poderiam suscitar interesse a um público muito restrito, o que não se coaduna com a linha editorial da revista; ou que tinham uma extensão tal que a sua publicação integral exigiria vários números inteiros da revista! Foi, por isso, com pena, que houve que proceder a uma selecção do conteúdo.

Fica desde já aqui um apelo a todos os participantes do EJC que ainda não enviaram o seu trabalho a esta revista que o façam.

Um dos objectivos da publicação destes trabalhos na CiênciaJ é estimular o interesse dos leitores para a participação nos encontros da AJC. Espero, assim, que para o próximo Encontro Juvenil de Ciência, para o próximo Encontro de Jovens Investigadores e para o próximo Encontro Juvenil do Ambiente surjam muitas participações de interesse tão grande com as que aqui se publicam, ou maior ainda.

Ficha Técnica

Edição / Propriedade

Associação Juvenil de Ciência

Director

Duarte Valério

Colaboraram neste número, entre outros...

Ana Margarida Figueiredo, Ana Rita Mota, António "Pardal" Correia, Catarina Fonseca, Carlos Capela, Cristina Barros, Filipe Lisboa, Glória Almeida, Hugo Pereira, Joana Barbosa, Joana Leite, Luís Belerique, Luís Graça, Mafalda Barbosa, Marta Franco, Nídia Anunciação, Paula Ferreira, Paula Oliveira, Renato Alves, Ricardo Monteiro, Rita Ramos, Rudolf Appelt, Rui Duarte, Rui Meleiro, Ruy Ribeiro, Sofia Baptista, Susana Monteiro, Tomé Veríssimo, Vanessa Fonseca, Vítor Fonseca

Edição Internet

<http://www.ajc.pt/cienciaj/>

Redacção e Produção

CiênciaJ
Associação Juvenil de Ciência
R. dos Baldaques, 17 s/c
1800 - 083 LISBOA
Tel.: 218 162 507/8

Duarte

Capa	1
	Foto por Pardal.
Editorial	2
	O 19º Encontro Juvenil de Ciência.
AJC não pára	3
	Mais uma vez sobre o Encontro Juvenil de Ciência, e sobre as actividades do programa Ciência Viva.
CIÊNCIÀbrir	4
	Mais novidades científicas.
In vivo	6
	O Síndrome da Imunodeficiência Adquirida.
História com Ciência	7
	Continuação do número anterior.
Estórias	8
	Sobre a vida de um monge que fez no claustro do seu mosteiro importantes investigações científicas.
Cientista marada	9
	Sobre feijões que crescem.
Avulso	10
	Otensão de hidrogénio e de oxigénio, e suas aplicações.
Avulso	11
	Peixes, pássaros e pessoas.
Avulso	13
	Braço hidráulico.
Avulso	14
	Com um grão de arroz.
Avulso	17
	Mecânica Quântica.
Avulso	18
	O tabaco e o cancro.
Avulso	20
	Fractais.
Avulso	22
	Mais um trabalho do EJC, sobre a página da SATA na Internet.
Avulso	23
	O som.
Avulso	27
	O Genoma Humano.
Avulso	29
	Mecânica Quântica e o Gato de Schr... Schr... Schrödinger!
mais Cientista marada	31
	Também sobre feijões que crescem.
mais In vivo	32
	O sono.
Viver com saúde	33
	Esta nova secção estreia-se com outro artigo sobre o sono — mas doutro ponto de vista, pelo que podes ler os dois sem apanhar uma seca.
mais CIÊNCIÀbrir	34
	Ainda mais novidades científicas.
mais História com Ciência	36
	Continuação do artigo da página 7.
BKD	37
	Os problemas já habituais para pensar.
AJC não pára	38
	Desta vez não pára com a Reunião Anual.
Agenda	39
	Actividades com interesse potencial.
Humor	39
	Neste número, esta secção debruça-se sobre a evolução dos jogos de computador.
Contra capa	40
	Dedicada ao avanço da tecnologia.

Periodicidade

Fax: 218 162 509

e-mail: cienciaj@ajc.pt

Tiragem

Bimestral

Impressão

3000 exemplares

Editorial do Ministério da Educação
Estrada de Mem Martins, 4
2726- 901 MEM MARTINS
n.º 119965 / 98



Depósito Legal

Braga Encontro Juvenil de Ciência

Este ano o Encontro Juvenil de Ciência teve lugar, pela primeira vez, em Braga. Fugiu-se assim à rotina que passava unicamente por Lisboa, Porto e Coimbra, e aproveitou-se o empenho do recém-criado Núcleo Regional de Braga

No encontro foram apresentados 25 trabalhos. O programa científico contou, como habitual, com palestras, visitas de estudo, grupos de trabalho, debates e a apresentação dos trabalhos dos participantes.

As imagens dizem mais que as palavras, e por isso aqui ficam alguns (poucos!) momentos captados durante a 19ª edição deste encontro.



Assim, à direita temos uma imagem da sessão de abertura do Encontro, com uma vista panorâmica dos participantes no anfiteatro da delegação regional do Instituto Português da Juventude. Por baixo dessa imagem documenta-se uma deslocação ao Centro de Recuperação de aves do Gerês. Ao fundo da página podes ver a palestra sobre Sobredotação, e aqui em cima alguns participantes retratados a conviver durante uma refeição.

O Encontro Juvenil de Ciência de 2002 vai ser em Lisboa, no início de Setembro. Esperamos ver-te por lá, claro. Fica atento às notícias que serão divulgadas aqui na CiênciaJ.



Astronomia no Verão

Lembras-te de termos noticiado, no número anterior, que iria haver durante o verão sessões

de observações astronómicas em todo o país, organizadas pelo Programa Ciência Viva? A CiênciaJ esteve presente numa delas, que teve lugar no Planetário Calouste Gulbenkian, do Museu da Marinha, em Belém, junto ao Mosteiro dos Jerónimos.

Houve várias sessões semanais de observações astronómicas, no largo em frente ao Planetário, com explicações prévias, no interior do planetário, sobre aquilo que se ia observar. Na sessão em que participámos houve observações de várias constelações, da Lua e de outros planetas. Os vários telescópios estavam apontados para diferentes astros e as pessoas (umas cem, no total!) podiam circular livremente (como aliás é costume neste género de iniciativas; se é que já foste a alguma, deves saber como é).



O Museu da Marinha, instalado no Mosteiro dos Jerónimos; foi nesta praça que se realizaram as observações

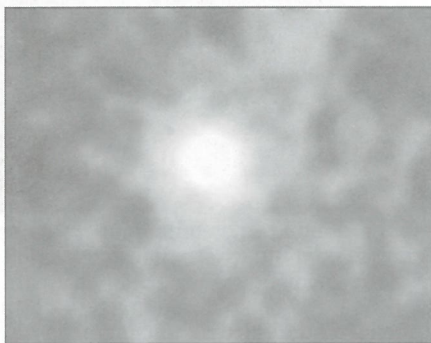


A entrada do Planetário Calouste Gulbenkian

Foram distribuídas aos participantes cartas celestes e havia (para vender) lâmpadas vermelhas (a luz vermelha não desabitua os olhos da escuridão e por isso é que mais se presta à leitura das cartas celestes durante as observações).

Uma constante variável

Na sua busca pelas leis fundamentais da Natureza, os físicos encontraram certos números ou grandezas que parecem ser imutáveis. São as ditas constantes da Natureza, como por exemplo a carga do electrão (e) a velocidade da luz (c), ou a famosa constante de Planck (h). Uma constante que aparece relacionada com as interacções electromagnéticas – responsáveis pela luz e pela atracção entre protões e electrões – é a chamada constante da estrutura fina, $\alpha = 2\pi e^2/hc$. Esta constante aparece, por exemplo, no cálculo de linhas espectrais – linhas de emissão ou absorção nos espectros dos elementos químicos, que são como que a sua impressão digital, e que resultam de transições dos electrões entre diversos estados de energia, fundamental ou excitados.



O quasar mais longínquo que se conhece

Um grupo internacional de físicos apresentou recentemente resultados do estudo da luz de quasars – objectos celestes muito brilhantes e que estão no limiar do Universo observável. A luz desses quasars foi emitida há mais de 15 mil milhões de anos, e é uma janela para os primórdios do Universo. No seu caminho até à Terra, essa luz passa através de numerosas nuvens de gás interestelar onde é absorvida e reemitida. A análise desta luz permite calcular a constante da estrutura fina. Mas como a luz foi absorvida e reemitida no passado (as nuvens de gás são muito distantes da Terra), os cientistas estão na prática a calcular o valor dessa constante em diferentes épocas do passado. Os cientistas obtiveram 72 medições individuais da variação da constante fina, englobando diferentes épocas do passado (medidas em milhares de milhões de anos). O resultado é muito controverso, pois parece indicar que esta constante seria diferente (menor) no passado. Este resultado não é definitivo, mas indica claramente que os resultados experimentais são estatisticamente consistentes com uma “constante” da estrutura fina variável.

Outros cientistas querem ver estes resultados confirmados, porque seriam revolucionários. Se uma constante pode variar, também as outras poderão fazer o mesmo. Além disso, estas variações não podem ser facilmente acomodadas na física teórica convencional, e poderiam abrir caminho para teorias mais exóticas.

Webb, J.K. et al. “Further evidence for cosmological evolution of the fine structure constant”, *Phys. Rev. Letters* **87**:091301 (27.08.2001)

Discórdia no alinhamento das pirâmides

Em Dezembro do último ano (no número 18 da Ciência) apresentámos um artigo de uma egiptóloga da Universidade de Cambridge com uma teoria nova sobre o alinhamento preciso das grandes pirâmides do Egipto. Mas a Ciência não é sempre perfeita ou imutável, antes avança através do debate e proposta de novas teorias. Recentemente, dois historiadores americanos mostraram que havia um erro na teoria inicial, e propuseram um novo método que os egípcios antigos poderiam ter usado para orientar as pirâmides.

O artigo inicial tinha proposto duas estrelas, Kochab e Mizar, que quando alinhadas verticalmente no céu indicavam o Norte celeste. Essa ideia parecia estar de acordo com as orientações

das diferentes pirâmides, assumindo que o pólo Norte celeste precessa ao ritmo de 27 segundos de arco por século. O erro que agora é apontado deve-se ao facto de, à latitude de Gizé (30º Norte), esse ritmo de precessão ter que ser corrigido pelo coseno de 30º. Assim, o verdadeiro ritmo de precessão seria 31 segundos de arco por século. Em seguida, o novo artigo propõe um novo método, usando duas estrelas diferentes (Thuban e 10 Draconis) e uma técnica que os autores dizem ser mais fácil de aplicar do que a técnica no artigo original.

Em resposta a este novo artigo, a autora do estudo original publica uma versão correcta do seu método. Ela aceita o erro no cálculo da precessão e recalcula o seu resultado principal (o desvio das pirâmides, em relação à precessão das estrelas propostas para orientação). A autora conclui que este novo número (31 em vez de 27 segundos de arco por século) não afecta significativamente o resultado original e, em alguns pontos, até reforça esse resultado. A autora apresenta depois as suas razões para discordar da nova técnica proposta pelos dois historiadores americanos.

Este par de artigos ilustra bem como se faz Ciência, propondo e contra-propondo diferentes e fundamentadas explicações para a mesma observação. É da discussão e análise destas diferentes propostas que eventualmente surgirá o consenso em redor da melhor explicação.



As pirâmides de cujo alinhamento se fala no texto

Rawlin, D. e Pickering, K. “Astronomical orientation of the pyramids”, *Nature* **412**: 699 (16.08.2001)

Spence, K., *Nature* **412**: 699 (16.08.2001)


O artigo original era: Spence K. “Ancient Egyptian chronology and the astronomical orientation of pyramids” *Nature* **408**: 320 – 324 (16.11.2000)

O fim da explosão populacional?

Nos anos 60 e 70 as Nações Unidas previam um crescimento da população que parecia não ter fim, e a frase “explosão populacional” foi inventada. No entanto, as estimativas deste tipo estão sempre a ser actualizadas, porque muitas variáveis importantes no seu cálculo são difíceis de prever. É o caso das previsões de natalidade, ou de fenómenos médicos que possam aumentar ou diminuir a esperança de vida. Neste contexto uma nova técnica foi desenvolvida nos últimos chamada previsão populacional probabilística. A ideia é não só estimar qual a população numa determinada data futura, mas também calcular uma probabilidade associada. Por exemplo, o Conselho Nacional para a Investigação dos Estados Unidos estima que existe uma probabilidade de 95% de que a população mundial se situe entre os 7,9 e os 10,9 mil milhões de pessoas no ano 2050. (Ainda há poucos meses celebrámos o nascimento do ser humano 6 mil milhões...)

Novos cálculos realizados por uma equipa multinacional de investigadores vieram recentemente relançar a polémica nesta área. Nas suas estimativas, chegaram à conclusão de que há uma probabilidade de 85% de a população mundial parar de crescer antes do fim do século, e mesmo uma probabilidade de 15% de a população mundial ser nessa altura menor do que é hoje. Mesmo em regiões como a China e a África Sub-Saariana existe uma probabilidade superior a 50% de a população começar a decrescer antes do fim do século. Uma das consequências mais importantes deste fenómeno é que a

estrutura etária da população também se modificará, e em particular a proporção de pessoas com mais de 60 anos (na reforma ou perto dela) aumentará globalmente dos 10% actuais para cerca de 22% em 2050, o que será maior do que a proporção actual na envelhecida Europa. Mesmo em África, os autores estimam que mais de 20% da população terá mais de 60 anos no ano 2100, e na Europa essa proporção será cerca de 45%. A confirmarem-se estas projecções, toda as estruturas social, económica e do mercado de trabalho como hoje existem serão profundamente afectadas.

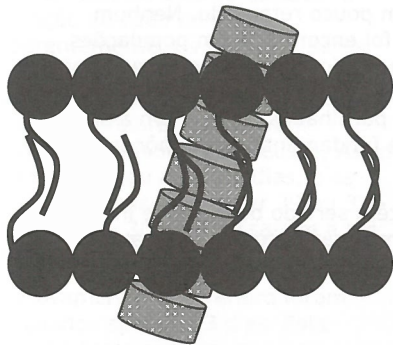
Estes cálculos são notoriamente difíceis de realizar. Os autores têm que estimar uma série de parâmetros, desde a evolução dos níveis de natalidade mundial, até ao impacto da SIDA e outras doenças na esperança de vida dos povos. Por isso, constantes refinamentos e cálculos adicionais serão necessários para confirmar estas previsões, mas elas lançam desde já o alerta para estarmos atentos ao futuro. 

Lutz W. et al. "The end of world population growth" *Nature* **412**: 543 (02.08.2001)

Keilman N. "Uncertain population forecasts" *Nature* **412**: 490 (02.08.2001)

Combater a resistência!


Todos nós já ouvimos falar (ou devíamos ter ouvido falar) do aparecimento e cada vez maior frequência de bactérias resistentes aos mais diversos antibióticos. E, mais problemático ainda, algumas destas estirpes de bactérias são simultaneamente resistentes a todos os antibióticos hoje em uso. Assim, é crucial identificar novos compostos que tenham actividade antibacteriana e sejam seguros para usar em seres humanos. Uma possibilidade muito estudada é a investigação de compostos antibióticos naturais. Isto é, compostos que sejam usados na Natureza por animais, plantas ou micróbios, e que possam ser facilmente sintetizados. Um exemplo desse tipo de compostos usados pela Natureza são os anéis de peptídios – cadeias de amino-ácidos, semelhantes a pequenas proteínas –; infelizmente estes compostos não são fáceis de sintetizar, e ainda por cima são tão grandes que têm muita dificuldade em chegar aos locais de infecção. Estes anéis têm em geral uma parte hidrofóbica – que não gosta de água (não se «dissolvem» na água) – e uma parte com carga positiva, hidrofílica – que gosta de água («dissolve-se» na água). Estas moléculas são assim atraídas para as membranas com carga negativa de bactérias, mas não para as membranas das células animais que são principalmente electricamente neutras. Uma vez juntos das membranas, formam cilindros que actuam como túneis entre os exterior e interior da célula, provocando uma rápida desagregação da bactéria (vê a figura em baixo).

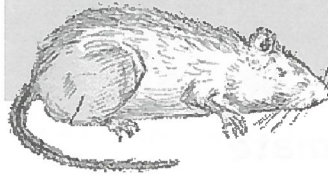


Esquema do modo de acção dos anéis de peptídeos com actividade antibiótica. Os anéis formam um cilindro que se incorpora entre as moléculas de lípidos que formam a membrana, permitindo a troca de compostos entre o exterior e o interior da célula. Assim, a integridade desta fica comprometida e a bactéria morre.

compostos tiveram uma grande eficácia protegendo entre 80%-100% dos ratinhos, que de outro modo morreriam da infecção.

Estes estudos ao nível de ciência básica são muito

promissores, mas muito mais investigação será necessária até termos estes tipos de compostos como antibióticos nas farmácias. Até lá o melhor a fazer é usar os antibióticos que temos com grande critério. 



Rato


Fernandez-Lopez, S. et al. "Antibacterial agents based on the cyclic D,L- α -peptide architecture" *Nature* **412**: 452 (26.07.2001)

Ganz, T. "Rings of destruction" *Nature* **412**: 392 (26.07.2001)

O choque dos mundos

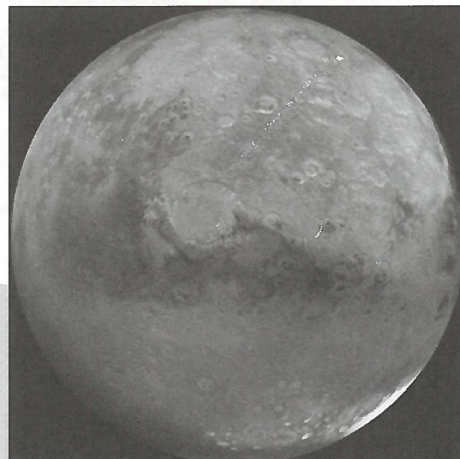
Todos nos habituámos a ver a Lua no céu nocturno. No entanto houve uma época na qual o nosso planeta não tinha nenhum satélite. A formação da Lua foi consequência de uma colisão entre o recém formado planeta Terra e um outro protoplaneta aproximadamente do tamanho de Marte. O estudo dos acontecimentos envolvendo esta colisão e consequente formação da Lua têm sido realizados com o auxílio de complexas simulações em computador. Novos estudos foram agora realizados utilizando computadores mais potentes e novas formas de cálculo matemático (novos algoritmos). Estes estudos melhoraram a nossa compreensão dos acontecimentos relacionados com o choque entre os planetas. Este modelo computacional reproduz esses acontecimentos simulando o choque e consequente fusão e vaporização de componentes dos planetas. Em relação a modelos anteriores tem a grande vantagem de considerar o campo gravitacional de todos os componentes em estudo. Para além disso, o maior poder computacional permitiu aumentar o número de componentes em estudo para cerca de 20 mil. Isto é, enquanto modelos anteriores consideravam que os dois planetas em formação eram constituídos por cerca de 3000 fragmentos, este novo modelo dividiu os planetas em 20 mil fragmentos.

O estudo concluiu que, ao contrário do que se pensava anteriormente, a colisão deve ter ocorrido quando a Terra já estava completamente formada o que explica diferenças na composição química entre a Terra e a Lua. Os cientistas

também sugerem que as dimensões do proto-planeta que chocou com a Terra possam ter sido menores que as anteriormente calculadas. No entanto, com o contínuo avanço da tecnologia espera-se que melhores e mais detalhados modelos computacionais sejam desenvolvidos nos próximos anos. 



Em cima: a Lua; em baixo: Marte



Canup RM, Asphaug E, "Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation" *Nature* **412**: 708-712. (16.08.01)

Quem estiver interessado em saber as últimas novidades sobre o planeta Marte, incluindo a história do conhecimento científico sobre o planeta, e uma previsão do que serão as próximas missões pode ler:

"Nature insight: Mars" *Nature* **412**: 209-253. (12.07.2001)

Xeque-mate

Esta é a história de uma guerra sem tréguas. As batalhas são quase sempre perdidas pela Humanidade. De um lado o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV). Do outro, as células do sistema imunitário.

Perfil do inimigo

Para combater o inimigo é preciso conhecê-lo! Há duas formas de HIV geneticamente diferentes mas relacionadas entre si, sendo denominadas HIV-1 e HIV-2.

O HIV é um vírus esférico contendo um cerne cónico circundado por um invólucro lipídico derivado da membrana celular do hospedeiro (Figura 1).

Ao nível do invólucro lipídico existem duas proteínas importantes: a proteína gp120 e a proteína gp41.

O cerne viral contém:

- várias proteínas das quais a proteína p24 é a mais importante;
- duas cópias de RNA genómico;
- três enzimas virais: uma protease, uma transcriptase reversa e uma integrase.

Os aliados

De entre as células do sistema imunitário vamos centrar a nossa atenção naquelas que têm na sua membrana uma glicoproteína designada de CD4, ou seja, as células CD4+. Um exemplo de célula CD4+ é o macrófago. Outro exemplo serão os linfócitos T CD4+.

Há ainda outras proteínas importantes que se encontram à superfície destas células: são as proteínas CCR5 e CXCR4. Estas proteínas da membrana das células do sistema imunitário são receptores que servem para que as células comuniquem entre si, com outras células do sistema imune e com outras células do organismo (a proteína CCR5 é o receptor das β -quimiocinas e a proteína CXCR4 é o receptor das α -quimiocinas).

A batalha

O HIV tem dois alvos principais: o sistema imune e o sistema nervoso central. Vamos detalhar o mecanismo que permite a infecção / resistência ao primeiro.

A etapa inicial na infecção é a ligação da glicoproteína gp120 viral à glicoproteína CD4 da célula do sistema imune (Figura 2). Esta ligação produz uma alteração da conformação das proteínas o que resulta no aparecimento de um novo local de reconhecimento na gp120. Este novo local vai interagir com os co-receptores CCR5 e CXCR4. A etapa seguinte envolve alterações da conformação da gp 41 permitindo a fusão do invólucro lipídico do vírus com a membrana celular do macrófago (ou linfócito T). Após a fusão, o cerne viral contendo o genoma do HIV entra no citoplasma celular e inicia-se a infecção.

A CXCR4 é omitida para simplificação do esquema.

A estratégia de ataque

Porque este vírus ataca directamente as defesas do

corpo humano, ou seja, leva à depleção de células do sistema imune, usando-as para a propagação da infecção e destruindo-as, o corpo humano vai ficando progressivamente fragilizado e, à semelhança de um jogo de xadrez, vai perdendo os peões, as torres, os cavalos... até ao rei. É pois durante esta fase que surgem as chamadas doenças oportunistas, ou seja, doenças causadas por microorganismos que não causam qualquer distúrbio em pessoas saudáveis mas que põem em risco a vida dos imunodeficientes, conduzindo invariavelmente à morte. Estas infecções são especialmente difíceis de tratar pelo facto de uma grande maioria dos microorganismos que convivem com os seres humanos imunocompetentes sem lhes causarem problemas terem desenvolvido resistência aos antibióticos que usamos para combater as bactérias que causam patologias na população em geral.

No entanto, nem tudo está perdido. Assim, há fortes evidências de que a ligação do HIV aos seus co-receptores (CCR5 e CXCR4) é fundamental na instalação da infecção por HIV:

- Quando as quimiocinas ocupam os seus co-receptores impedem a infecção por HIV de células em cultura. Logo, o nível de quimiocinas no microambiente que circunda o vírus da imunodeficiência humana e as células alvo pode influenciar a eficiência da infecção *in vivo*.

- Os indivíduos que herdam as duas cópias do gene que codifica para uma proteína CCR5 defeituosa terão obrigatoriamente moléculas CCR5 anormais as quais não interagem com o HIV, significando que a pessoa será resistente à infecção pelo vírus da SIDA a despeito de exposição repetida ao vírus.

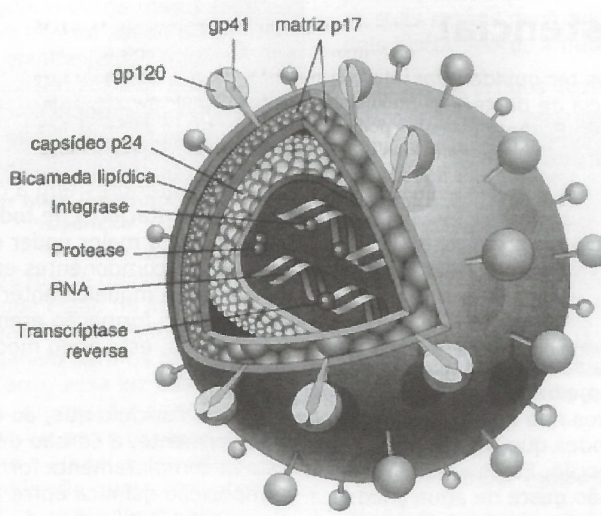


Figura 1: Ilustração esquemática do HIV-1

Infelizmente a frequência de homocigotos para a mutação protectora de CCR5 é de cerca de 1% em Norte Americanos brancos, havendo cerca de 18 a 20% de heterocigotos. Estes últimos não estão protegidos da doença mas o início da infecção e dos sintomas é um pouco retardado. Nenhum homocigoto para a mutação foi encontrado em populações africanas ou asiáticas. Assim sendo, as precauções necessárias para evitar o contágio (nomeadamente o uso de preservativo e de agulhas descartáveis não partilhadas) continuam a ser evidentemente necessárias e fundamentais para pôr travão à propagação do HIV.

Estes e outros novos dados têm servido de fonte de inspiração para a criação de vacinas e medicamentos no combate à propagação da epidemia do século. Perdemos a batalha mas não a guerra. ☹

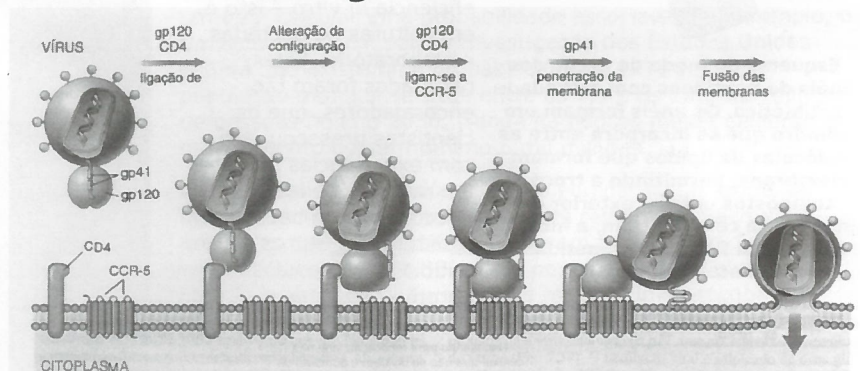


Figura 2: Entrada do HIV nas células do hospedeiro. São ilustradas as interações com o CD4 e o co-receptor CCR5. A CXCR4 é omitida para simplificação do esquema.

O ano foi reescrito...

Na crónica anterior ficaste a saber que o ano começou por ter só 10 meses. Mas foi por pouco tempo...

Nova Sincronização com o ano solar

Cerca de 715 a.C., Numa Pompílio sucede a Rómulo, tornando-se no segundo rei de Roma (até 673 a.C.). Ao analisar o calendário, Numa apercebe-se que aquele estava atrasado relativamente ao ano trópico. Novos cálculos demonstraram, então, que o ano conteria realmente cerca de 12 lunações – mais duas do que anteriormente admitido – correspondente a 354 dias. Mantendo a nomenclatura dos meses, por esta apresentar um aspecto muito prático, Numa Pompílio defendeu o acréscimo de mais dois meses ao calendário em vigor¹.

Dois novos meses

Como era extremamente religioso, todas as regras decretadas por Numa Pompílio tinham uma forte subjectividade de índole religiosa, com relevância especial ao deus *Janus* (este étimo deriva de *janua* que significa porta, entrada ou passagem). O deus Jano era considerado o protector de qualquer "abertura", fosse ela concreta ou abstracta. Ele é representado com duas caras opostas, uma à frente e outra atrás.

Assim, decretou que o ano se **iniciaria** com o mês *Januarius* (Janeiro; colocado antes de Março), e **finalizaria** com *Februarius* (Fevereiro; colocado após Dezembro)! *Januarius*, como já deves ter percebido, deriva do deus Jano. *Februarius* deriva de *Februo*, deus dos mortos. Outros historiadores indicam, porém, a derivação de *februare*, purificar.

Facilmente se entende a ideia que ambos os meses indiciam: o ano velho morre no último mês, tempo em que cada um terá de se purificar (Fevereiro), a fim de poder entrar pela passagem (Janeiro) do novo ano.

Numa Pompílio alterou também a duração de cada mês. Aparentemente, os números pares eram fatídicos e apresentavam uma simbologia mortal. Em oposição, os números ímpares agradavam consideravelmente aos deuses. Assim, Janeiro passou a ter 29 dias, e os restantes passariam a ter 29 ou 31 dias – os de 30 dias passavam a ter menos um!

Curiosamente, a Fevereiro foram atribuídos apenas 23 dias. Esta decisão toma sentido, ao analisarmos um pouco os valores em questão. Os cálculos poderão ter mesmo sido os seguintes: 354 dias em 12 meses = «6 meses» x «31 dias/mês» + «5 meses» x «29 dias/mês» + «1 mês com os restantes dias», o que dá 23 dias!

Em sucessivos anos, a extensão deste ano civil foi sendo alterada, conforme os caprichos da população, por esta se aperceber de algum assincronismo com o ano trópico. Também se relatam «interesses obscuros» em prolongar o ano civil. Sempre que havia necessidade de o alterar, faziam-no, tradicionalmente, após o 23 de Fevereiro (ou seja, no fim do ano). Tanto eram introduzidos apenas alguns dias, como meses inteiros, os denominados meses intercalares. Esse dia, 23 de

Fevereiro, adquiriu tal importância que se manteve até aos dias actuais – repare-se no caso do ano bissexto (espera pelo próximo artigo sobre um salto no tempo ...)

As manobras de Júlio e Augusto César

Em 46 a.C., Caio Júlio César, triúviro de Roma, foi nomeado Chefe do Colégio dos Pontífices – instituição responsável pela estruturação dos calendários. Actuando igualmente através do Tribunal dos Decênviro – instituição que decidia sobre as Leis e Regras da Sociedade Romana – introduziu o Calendário Juliano, um calendário mais fiel ao ano trópico, com novas regras. Os meses de 29 dias passavam agora a ter, novamente, 30 dias. Fevereiro, que por 450 a.C. fora posto entre Janeiro e Março, passava a ter 29 dias em anos regulares, e 30 dias nos anos bissextos! O novo ano civil (com 365,25 dias) estava finalmente sincronizado com o ano trópico.

Foi nesse mesmo ano de 46 a.C. que Júlio César se prepara para introduzir a sua reforma do calendário. Aparentemente no intuito de sincronizar o calendário juliano com o tropical no ponto vernal (equinócio da Primavera), prolonga o ano com mais 80 dias. Foi o *Annus Confusionis* – o ano da confusão, com 445 dias!!


Um ano após a reforma, é decidido homenagear Júlio César no seu próprio calendário, por ter efectuado aquela reforma. Então, alteraram o nome do agora sétimo mês, *Quintilius*, para um mais conhecido, *Julius* -

Julho, para que Júlio César nunca mais fosse esquecido. (A razão da escolha deste mês incide, aparentemente, sobre a sua data de nascimento: César terá nascido neste mês.)

Durante os reinados seguintes, o último dia de cada mês foi sendo arrastado para os meses vizinhos, consoante as opiniões em voga!

Augustus Caesar (Augusto César – primeiro imperador romano de 23 a.C. a 14 a.C., sucessor de Júlio César) introduziu a última alteração oficial que se manteve até aos nossos dias. Orgulhoso como era, e tendo obtido com sucesso grandes feitos para a sociedade romana, escolheu outro mês como homenagem a si mesmo, numa acção similar a Júlio César! O mês indiciado foi o sucessor de Julho, *Sextilis*, e alterou-o para *Augustus* - **Agosto**. Mas este mês só tinha 30 dias; sendo da opinião que ele próprio não era inferior a Júlio César, retirou um dia ao "tradicional" mês de Fevereiro, colocando-o no mês de Agosto, ficando este então com 31. O mês de Fevereiro estabilizou finalmente, com apenas 28 dias em anos regulares, e 29 dias em anos bissextos!

Infelizmente, a sua grandiosidade não foi suficiente para acabar com a proliferação de erros que

continuamente se cometiam no calendário. Somente após o ano 8 d.C. foi atingido o fim desse caos, a partir do qual se atingiu a estabilização definitiva do mesmo (até ao aparecimento do calendário Gregoriano)! 

¹ Em boa verdade, 12 lunações correspondem a um ano inferior em 11 1/4 dias relativamente ao ano trópico (erro por defeito); mas 13 lunações equivalem já um excesso de 18 1/4 dias (erro por excesso). Um ano trópico tem cerca de 365,25 dias.



Octávio César Augusto, primeiro imperador de Roma

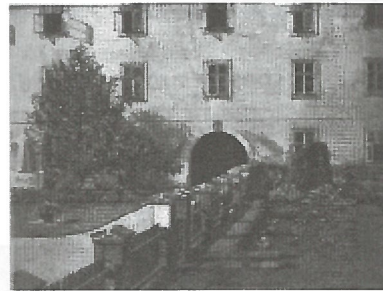


Astrónomos da Antiguidade

Gregor Mendel foi o fundador da Genética; ele demonstrou através das suas experiências que as características são herdadas através de pequenas «partículas» — mais tarde denominadas de genes. Antes dos seus estudos, acreditava-se que as características dos dois progenitores se misturavam durante a transmissão. Mendel provou que os genes permanecem intactos durante a transmissão, apesar da sua combinação poder resultar numa característica diferente da dos progenitores. A genética evoluiu muito desde estes estudos: descobriu-se que o material genético era constituído por ácido desoxirribonucleico (ADN), que a sua estrutura era em dupla hélice, e que o código genético era universal. Hoje, a manipulação genética é comum e permitiu o desenvolvimento da clonagem.



Georg Mendel



Mosteiro Agostinho em Brunn (Brno) na República Checa

indivíduo apresenta. Este factor foi descrito como **dominante**, e o factor que não se revela na geração F1 e reaparece em 25% da geração F2, como factor **recessivo**. Quando um indivíduo da geração F2 herda dos seus progenitores dois factores recessivos, a característica reaparece, como representa a Figura 2.

A interpretação dos resultados, levou Mendel a

formular a lei da segregação factorial e a lei do agrupamento independente dos caracteres, hoje reconhecidas como duas das leis fundamentais de hereditariedade. A lei da segregação factorial enuncia que, para cada característica, um organismo herda dois factores, um de cada progenitor. Os factores podem ser iguais ou diferentes. Se forem diferentes, o dominante expressa a característica, e o recessivo não tem efeito nas características do indivíduo. Acrescenta ainda que durante a formação dos gâmetas (células sexuais) os factores separam-se e cada gâmeta possui um só factor. A lei do agrupamento independente demonstra que o aparecimento de um factor não afecta o aparecimento de outro. O factor dominante que determina a característica do indivíduo não influencia o factor recessivo: este pode ser transmitido à descendência sem alterações. Assim, os estudos de Mendel permitem calcular o aparecimento de um factor através de probabilidades matemáticas.

História de Vida

Segundo filho de uma família de agricultores, nasceu em 1822 em Heinzendorf, na actual República Checa. Sendo um brilhante estudante, foi apoiado pela família a seguir estudos superiores, e mais tarde, a entrar para um mosteiro agostinho em Brunn, também na actual República Checa. Completou os seus estudos na Universidade de Viena, e, de volta ao mosteiro, tornou-se professor numa escola secundária. Tinha também a seu cargo a supervisão dos jardins do mosteiro, o que lhe proporcionava inúmeros passeios, onde observou que plantas da mesma espécie apresentavam diferentes aspectos.

A partir destas observações, Mendel delimitou um estudo com o objectivo de descobrir como apareciam as diferentes características nos indivíduos. Realizou estudos com plantas e animais, mas os melhores resultados que obteve foram com a ervilha *Pisum sativum*, que ele criava no jardim do mosteiro. Entre 1856 e 1863 cultivou e realizou estudos em mais de 28.000 ervilhas.

Estudos em Hereditariedade

Inicialmente, Mendel tinha que obter indivíduos puros em relação a uma característica, como por exemplo a cor das sementes (que podem ser verdes ou amarelas). Para isso, autopolinizava e embrulhava cada planta individualmente, de forma a evitar a polinização por insectos — polinização cruzada. A autopolinização era o processo mais indicado, pois o grão de pólen fecundava o órgão feminino da flor onde foi produzido e assim não eram introduzidos novos factores na geração

seguinte. Deste modo, conseguiu isolar indivíduos que só produziam sementes amarelas e indivíduos que só produziam sementes verdes.

Cruzou estes indivíduos e obteve uma primeira geração de híbridos — **geração F1**, onde verificou que todas as sementes produzidas eram amarelas. Da autopolinização destes híbridos resultou a

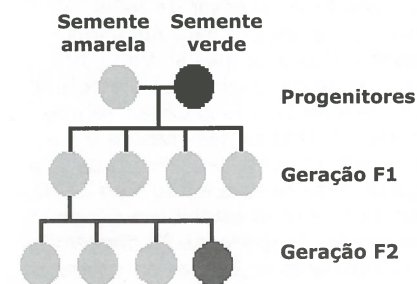


Figura 1: Árvore representativa das sementes obtidas após o cruzamento entre indivíduos puros.

geração F2, e apareceram sementes amarelas e sementes verdes, numa proporção de 3 para 1, como está indicado na Figura 1. Ou seja, 75% dos indivíduos apresentavam a mesma característica que o progenitor e 25% apresentavam uma característica que não se tinha verificado na geração que lhe tinha dado origem.

Os indivíduos da geração F1 herdaram dois factores diferentes, mas apenas um deles é responsável pela característica que o

Actualmente, mais de um século após os trabalhos de Mendel, a evolução da Genética gerou diferentes interpretações. Os factores responsáveis pela transmissão de uma característica correspondem a segmentos de DNA e são designados de genes. Estes podem ter diversas variantes, ou alelos, podendo ser dominantes ou recessivos. O conjunto particular de alelos de um organismo denomina-se **genótipo**, e codifica as características visíveis do organismo, reconhecido como **fenótipo**. Este corresponde ao modo como o genótipo se expressa. Utilizando o exemplo: ao genótipo AA e ao genótipo Av (figura 2) corresponde o mesmo fenótipo — sementes amarelas.

		Progenitor	
		A	v
Progenitor	A	AA	AV
	v	AV	vv

Figura 2: Xadrez mendeliano representativo da reprodução dos híbridos da geração F1.

A – Factor para sementes amarelas: factor dominante
v – Factor para sementes verdes: factor recessivo.

Impacto dos Resultados

O jardim do mosteiro foi o humilde laboratório onde Mendel demonstrou que a transmissão dos caracteres não é ambígua; antes, que pode ser prevista. Em 1860 publicou o seu trabalho "Versuche über Pflanzen-Hybriden" (Experiências com híbridos de plantas). No entanto, como não tinha ligação a uma instituição científica, o seu trabalho só foi reconhecido em 1900, 16 anos após a sua morte.

O impacto das teorias genéticas propostas por Mendel é hoje inquestionável. Sabe-se que várias doenças são de transmissão genética e pela aplicação das teorias pode prever-se a probabilidade de transmissão dessa doença à descendência. As plantas, como o trigo e o milho, são produzidas em laboratórios de forma a resistirem a doenças e a problemas climáticos e a gerarem culturas mais rápidas. Estes são apenas alguns de tantos outros exemplos que demonstram o impacto na vida actual das teorias de Mendel.

Referências

- www.netspace.org/mendelweb/mendel.html
- www.acessexcellence.com/ab/bc/gregor_mendel.html
- www.universal.pt
- www.biopoint.com/engaging/mendel/mendel.htm

A luz ao fundo do túnel

Então «ajcianos», bem descansados depois de umas sempre curtas férias? Espero que sim e também que estejam prontos para mais um ano lectivo, pois as próximas férias são ainda uma pequena luz ao fundo de um longo túnel!!

Imaginem-se então num labirinto escuro com obstáculos aparentemente intransponíveis, e a única saída é uma escassa luz ao fundo... como alcançar a saída poderia ser uma tarefa árdua para qualquer pessoa, ou mesmo para um animal, e definitivamente impossível para uma planta...ou talvez não!

Pois é, neste artigo vamos sujeitar um feijoeiro a uma verdadeira «prova de fogo», testando a sua apetência para ultrapassar algumas adversidades, nomeadamente a falta de luz e barreiras físicas que dificultam a saída de um pequeno labirinto.

Para realizar esta experiência necessitamos de materiais muito simples de obter, tais como: uma caixa de sapatos com a respectiva tampa, algum cartão, uma tesoura e fita adesiva, um copo de plástico, um pouco de terra para vasos e cerca de três feijões catarino. Em primeiro lugar é essencial deixar os feijões germinarem, utilizando o copo de plástico com terra apropriada onde se semeiam os feijões mantendo a terra húmida (mas não encharcada) e o copo num sítio onde incida luz solar. Ao fim de 5 a 7 dias devem ser observáveis os rebentos de feijoeiro. Também é possível separar os três feijões em copos diferentes, mas não é muito importante, só é essencial plantar mais do que um feijão para garantir que pelo menos um germine. Só agora iniciaremos a nossa experiência propriamente dita. Utilizando 2 pedaços de cartão que se ajustem à altura da caixa mas que lateralmente deixem algum espaço (ou seja, que tenham cerca de 8 centímetros a menos relativamente à largura da caixa), podemos construir um pequeno labirinto fixando cada um dos pedaços de cartão a cada um dos lados da caixa com alguma distância entre ambos

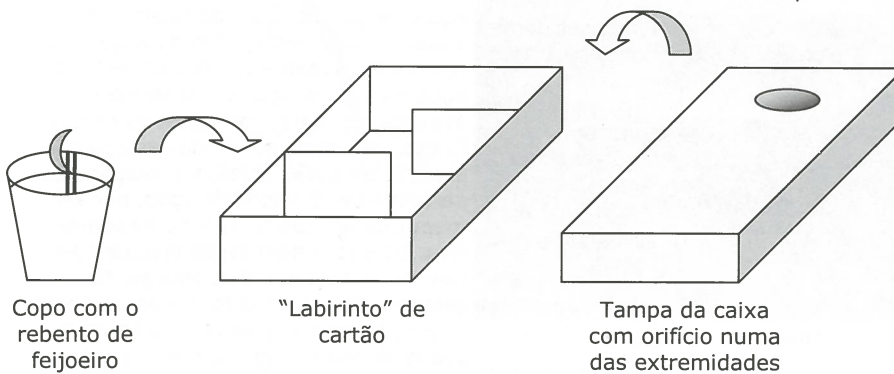


Figura 1: Esquema de montagem da experiência.

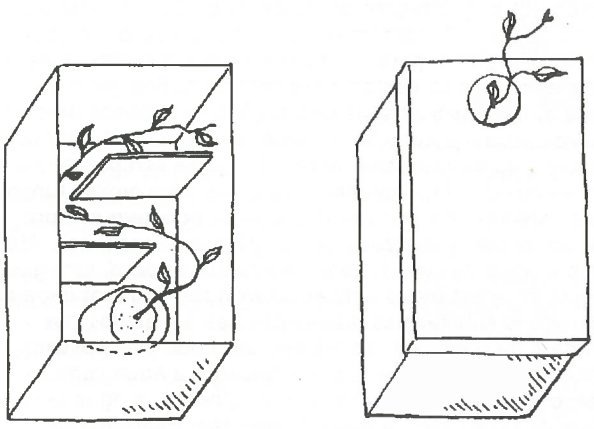


Figura 2: Resultados finais.

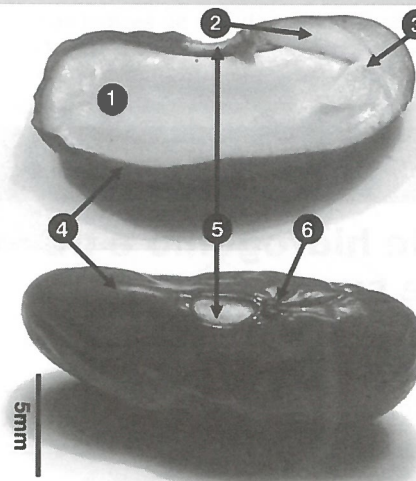


Figura 3: Feijão (1 — cotilédone, contendo as reservas da semente; 2 — radícula, que corresponderá à raiz; 3 — gémula, de onde se desenvolverão as folhas; 4 — tegumento, que reveste a semente; 5 — hilo, cicatriz do pedúnculo; 6 — micrópilo, orifício por onde sairá a raiz)

conforme indicado na Figura 1. Seguidamente, faz-se um buraco numa das extremidades da tampa da caixa, coloca-se o copo com os pequenos rebentos de feijoeiro no interior da caixa na extremidade oposta ao orifício da tampa e, em seguida, cobre-se a caixa com a mesma (Figura 1).

Atenção, a ideia é experimentar a reacção de uma planta, neste caso de um feijoeiro, à ausência não total de luz, daí ser necessário que não falte água ao feijoeiro em crescimento devendo-se diariamente retirar a

tampa e regá-lo, se necessário, acompanhando o desenvolvimento da planta pelo labirinto.

O resultado, passado algum tempo (pode variar substancialmente de planta para planta), é algo surpreendente, uma vez que o feijoeiro contornou os obstáculos e emergiu pelo orifício na tampa (Figura 2).

Como podemos explicar que a planta «soubesse» o caminho? Será que os feijões eram mágicos?

Bom, na realidade as plantas não têm sistema nervoso para interpretar o ambiente que as rodeia, mas conseguem integrar as alterações ambientais e têm também um código genético que lhes proporciona diferentes respostas que se podem mostrar vantajosas face a meios mais adversos. Outro factor importante nas plantas é a existência de determinados compostos químicos denominados hormonas, relativamente semelhantes às hormonas do reino animal. De um modo generalista, as hormonas vegetais funcionam como reguladores do crescimento vegetal e também como parte de um sistema de resposta a estímulos do ambiente e desenvolvimento de respostas.

Em relação a esta experiência, o fenómeno de crescimento dos feijoeiros em direcção à luz designa-se por fototropismo; decompondo a palavra, foto refere-se a luz e tropismo a movimento. Este fenómeno resulta da acumulação de auxinas, que são hormonas vegetais, nas células caulinares no lado oposto à exposição da luz, isto é do lado que recebe menos luz. A acumulação de auxinas nessas células conduz a um alongamento maior das mesmas obrigando o caule a dobrar-se em direcção à luz. Este fenómeno é facilmente observado em muitas outras plantas, que se «contorcem» para obter uma melhor exposição solar; isto porque a luz solar é a fonte energética para a produção fotossintética das plantas, logo indispensável à vida.

No próximo artigo continuaremos a falar de tropismos, e preparem-se para mais fenómenos imprevisíveis das plantas.

Já agora, se possível não destruam os feijoeiros no final da experiência: comecem a vossa horta ou dêem-nos a alguém que possa aproveitar os futuros e certamente deliciosos feijões.

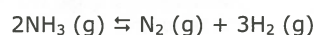
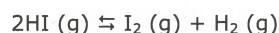
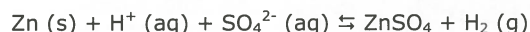
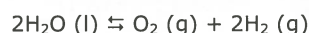
Avulso

Este artigo é um extracto do trabalho «Eco-motor» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

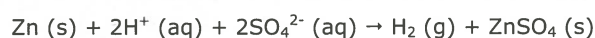
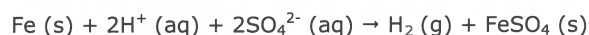
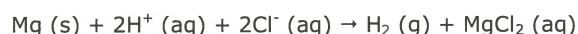
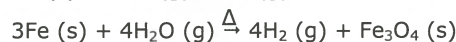
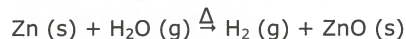
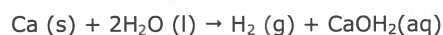
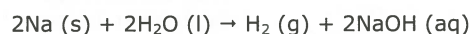
por Tomé Veríssimo

Obtenção de hidrogénio e de oxigénio, e suas aplicações

As seguintes reacções químicas reversíveis podem ser usadas para a obtenção de hidrogénio:



As seguintes reacções químicas irreversíveis também podem ser usadas para a obtenção de hidrogénio:



Algumas destas reacções envolvem metais que são abundantes no nosso planeta. Uns existem no estado livre na Natureza, outros encontram-se combinados com outros elementos. São geralmente resistentes, brilhantes, bons condutores térmicos e eléctricos, maleáveis, dúcteis, etc. Muitos metais reagem com a água, com ácidos diluídos e com o oxigénio do ar.

Escolhi como combustível o hidrogénio porque com a sua combustão (reacção com o oxigénio) produz-se água (substância não nociva) e sobretudo porque a substância em si não é prejudicial à saúde humana. O hidrogénio é um gás incolor, inodoro, insípido, solúvel na água e não é comburente. Hoje em dia, o hidrogénio é utilizado na síntese industrial do amoníaco, na síntese da água, como combustível para foguetões/foguetes, na hidrogenação de gorduras, no enchimento de balões e na dessulfuração do petróleo. A chama do hidrogénio é pálida e muito quente. Inflamando à saída de uma torre exsicante o hidrogénio e colocando sobre a chama urna campânula de paredes frias, observa-se que a campânula se embacia. Isto é devido à formação de vapor de água, que se condensa nas paredes frias da campânula. Com efeito, juntando às gotículas uma pitada de sulfato de cobre anidro, verifica-se que o sulfato se torna azul. A água só pode ter resultado da combinação do hidrogénio com o oxigénio do ar porquanto a humidade que vinha do tubo abdutor já tinha ficado retida na torre exsicante. Em resumo, na combustão do hidrogénio no seio do ar forma-se água:

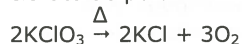


Em contrapartida, o hidrogénio não alimenta geralmente as combustões. Após cuidadosa verificação de que o gás já não vem misturado com ar, encha-se uma proveta com hidrogénio, mantenha-se com a boca para baixo e aproxime-se desta uma vela acesa: o hidrogénio inflama-se logo. Introduzindo então a

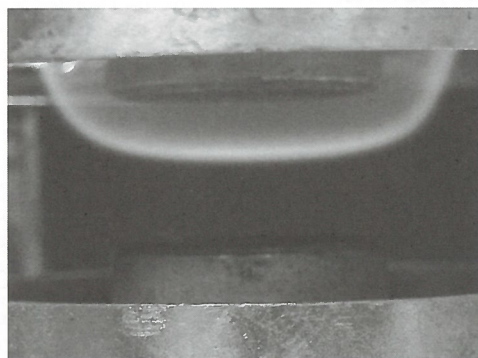
vela dentro da proveta apagar-se-á; e, retirando-a para fora, ao atravessar a chama quente que se mantém na boca da proveta, de novo se inflama. Verifica-se, pois, que a combustão da vela não é alimentada no seio do hidrogénio; ou, em outros termos: o hidrogénio é incomburente. Já sabemos que o hidrogénio arde no ar ou no oxigénio com uma chama pálida e muito quente. Em virtude dessa propriedade, o hidrogénio emprega-se no maçarico oxidrico. Neste aparelho, a temperatura da chama atinge uns 2800°C. Daí resulta a sua aplicação à soldadura autogénea dos metais, em que as peças se unem por fusão, sem intervenção de solda estranha. Mesmo a maioria dos metais dificilmente fusíveis, entre os quais a platina, fundem a uma tão elevada temperatura. No decorrer do estudo da Química, encontraremos referência a outro maçarico que, em lugar de hidrogénio, emprega acetileno.

As outras substâncias que intervêm na reacção são a água (H₂O) e o oxigénio (O₂).

O oxigénio prepara-se em laboratório decompondo pelo calor o clorato de potássio:



(Esta reacção pode ser acelerada pelo catalisador dióxido de manganésio (MnO₂)). O oxigénio é um gás incolor, inodoro, insípido e dissolve-se pouco na água mas em quantidade suficiente para manter vivos os organismos que nela existem. A sua principal característica química é o facto de no seu seio se produzirem combustões vivas muito intensas. Actualmente, o oxigénio aplica-se nos laboratórios, na indústria e na medicina.



Chama do hidrogénio

A água encontra-se espalhada à superfície da Terra nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Quando falamos da água, simplesmente, sem mais qualquer referência, subentende-se que se trata de água no estado líquido. Ela forma os oceanos, os mares, os lagos, os rios, as fontes, os poços, etc. Todas as águas superficiais estão sujeitas a evaporação permanente. O vapor de água, por ser menos denso que o ar, sobe na atmosfera. Da sua condensação resultam as nuvens, o nevoeiro e as chuvas. No estado sólido, a água forma os glaciares, o gelo, a neve, o granizo, a saraiva, a geada. A água é indispensável à vida e constitui parte importante da estrutura do

corpo humano, do corpo dos outros animais e de plantas, variando em percentagem desde cerca de 10% nos dentes a 90% no cérebro. O Homem precisa de água para a elaboração dos seus alimentos, para a preparação dos mesmos, para a sua higiene, para se deslocar em certas regiões, para fonte de energia e, até, para as suas distrações, praticando desportos saudáveis, como a natação, o remo, a vela, etc.. A Química, no laboratório ou na indústria, necessita quase sempre de água como solvente, como reagente, ou ainda para outras funções. A água existente na Terra nunca é pura, pois tem sempre maior ou menor quantidade de substâncias dissolvidas. Até mesmo a água da chuva, considerada quase pura, tem gases e vestígios de substâncias sólidas dissolvidas. A quantidade e natureza das substâncias dissolvidas nas águas dos rios dependem da qualidade do terreno por onde eles passam. Assim, se o leito do rio é rico em calcário, a água conterá sais de cálcio; se atravessa terrenos ferruginosos, a água será rica em sais de ferro; etc.. A água do mar tem muito maior percentagem de substâncias dissolvidas que a dos rios.

Este artigo é um resumo do trabalho «Peixes, pássaros e pessoas» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

Outros índices de estudo de populações serão a natalidade e a mortalidade (número de nascimentos / mortes num dado período de tempo).

Peixes, pássaros e pessoas

Numa tentativa de melhor compreender a evolução das populações através dos tempos há que recorrer ao estudo do Cálculo Integral e Diferencial de funções, aliando a Matemática à Biologia, por forma a encontrar o modelo matemático que se adequa à população em estudo e daí inferir algumas previsões.

Ao fazermos referência a populações devem ter-se em conta as características inerentes à população no seu todo e outras que são atributos dos indivíduos da população.

Um dos indicadores fundamentais num estudo de uma população é a densidade populacional — número de indivíduos por área — ou a biomassa, quando as populações são muito heterogéneas em termos de tamanho dos indivíduos. A densidade é variável mas tem sempre limites definidos pois existem mecanismos homeostáticos que actuam sobre as populações, conservando a densidade dos organismos, dentro de certos limites. As relações presa-predador são um mecanismo controlador de retroacção (em inglês, *feedback*): o aumento de presas permite o aumento de predadores e vice versa (Figura 1). Outro exemplo de *feedback* serão os factores limitativos do nível trófico (abundância / escassez de alimento, clima, fenómenos naturais).

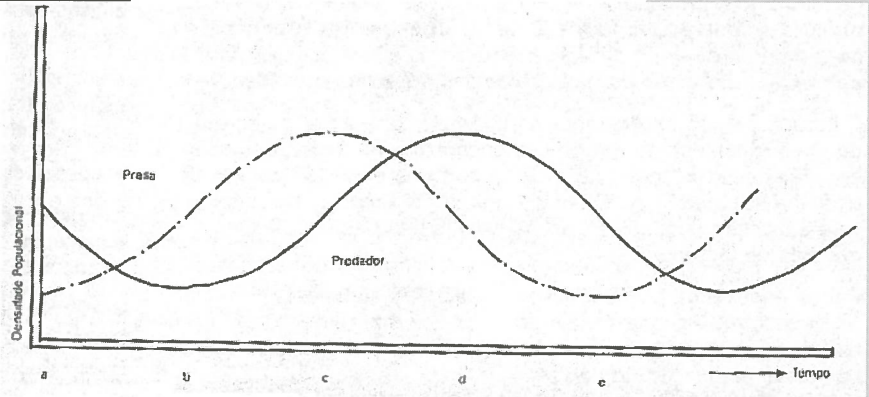
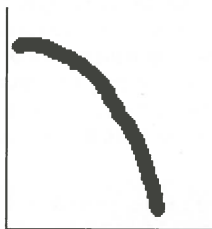


Figura 1: Relação presa-predador

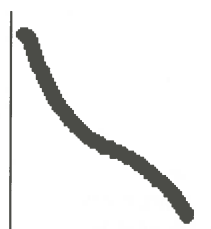
No entanto, como a vida dos membros de uma comunidade interessa mais do que a natalidade / mortalidade, importa avaliar a sua sobrevivência. A sobrevivência corresponde ao número de indivíduos de uma população que passam em intervalos de idade pré-estabelecidos para outros. Há três tipos de curvas de sobrevivência que representam o número de sobreviventes num determinado período de tempo (Figura 2). As curvas de sobrevivência das populações são importantes porque nos permitem visualizar quais os períodos de vida em que os indivíduos são mais vulneráveis e por isso compreender melhor a dinâmica das populações.

Figura 2: Tipos de curvas de sobrevivência

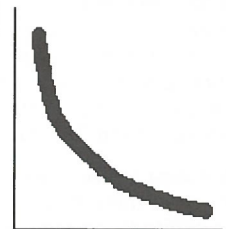
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Perspectiva Matemática

$$\begin{aligned} dN / dt &= c(N - K) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \int [1 / (N - K)] dN &= \int c dt \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow N &= -A \exp(ct) + K \end{aligned}$$

Legenda:

N — número de sobreviventes
A — constante de integração
c — constante de proporcionalidade
t — tempo
K — número inicial de sobreviventes

$$\begin{aligned} dN / dt &= c \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \int dN &= \int c dt \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow N &= -ct + N_0 \end{aligned}$$

Legenda:

N — número de sobreviventes
N₀ — número inicial de sobreviventes (ordenada na origem)
c — constante de proporcionalidade
t — tempo

$$\begin{aligned} dN / dt &= -cN \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \int dN / N &= - \int c dt \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow N &= -N_0 \exp(-ct) \end{aligned}$$

Legenda:

N — número de sobreviventes
N₀ — constante de integração
c — constante de proporcionalidade (número inicial de sobreviventes)
t — tempo

Perspectiva Biológica

- A curva de sobrevivência é acentuadamente convexa.
- Investem muito do seu tempo prestando cuidados aos jovens, assegurando a sobrevivência das crias até à idade de procriar.
- A longevidade dos indivíduos pode-se aproximar da idade geneticamente possível, morrendo quase todos os indivíduos ao aproximarem-se dessa idade.
- Exemplos: SERES HUMANOS, plantas superiores, animais de grande porte.

- A curva de sobrevivência é aproximadamente uma recta diagonal.
- A taxa de mortalidade é mais ou menos constante em todas as idades.
- Exemplos: PÁSSAROS, roedores e algumas plantas perenes.

- A curva de sobrevivência é acentuadamente côncava.
- Multiplicam-se muito rapidamente, investindo toda a sua energia na produção de um elevado número de indivíduos e gerações.
- Verifica-se uma elevada mortalidade durante os primeiros tempos de vida.
- Possuem um tamanho corporal pequeno e um ciclo de vida curto.
- Exemplos: PEIXES, invertebrados e muitas plantas perenes.

CIÊNCIA

O conhecimento das estratégias de sobrevivência pode ser usado pelo Homem para interferir no crescimento de uma população, como por vezes é feito nas populações que servem de alimento a uma determinada sociedade. Neste caso, procura-se que essa população se mantenha o maior período de tempo possível no ponto de inflexão da curva, isto é, que não haja decréscimo do número de indivíduos na população.

O estudo de populações pode também ser orientado no sentido de conhecer o estado em que se encontra uma dada população em vias de extinção e actuar de tal forma a evitá-lo. No trabalho submetido ao Encontro Juvenil de Ciência, apresenta-se a aplicação do supracitado no estudo de duas populações em vias de extinção:

- uma espécie de peixes do rio Connecticut (*Acipenser brevirostrum*) em que se usaram modelos matemáticos para estudar qual o impacto que a construção de uma barragem iria ter nessa população de peixes;
- uma subespécie de aves (*Lichenostomus malanops cassidix*) que vive ameaçada na Austrália e em que se estudou a possibilidade de transferir algumas dessas aves para novos locais, onde se pudessem desenvolver colónias destes pássaros protegidos de catástrofes.

Finalmente, a mais extraordinária de todas as populações estudadas, com a qual finalizamos o nosso trabalho, é exactamente a população humana. O Homem é sem dúvida o ser vivo com maior capacidade de alterar o ambiente em que vive, causando enorme impacto na biosfera.

Há 10 mil anos a população humana era representada por 5 a 10 milhões de indivíduos. No princípio da era Cristã seria de 200 a 300 milhões. Só em 1830 foi atingido o primeiro milhar de milhão. Em 1990 já deveríamos ser 5 milhões, assistindo-se nos últimos anos a explosão demográfica de consequências ainda não definidas mas pouco animadoras. O número de anos necessários para a duplicação da população tem vindo a reduzir-se desde 1850 a 1970. Entre 1970 e 1980 observou-se um abrandamento do crescimento. Hoje há 6000 milhões de indivíduos a habitar o planeta Terra, nascendo mais um ser humano de 3 em 3 segundos (Figura 3).

A esperança concentra-se em conseguir-se estabilizar a população diminuindo a natalidade para valores mais próximos da mortalidade. Paradoxalmente, o crescimento da população humana que se verifica, apesar de todas as epidemias e guerras, constitui a principal ameaça para a Vida na Terra. Na cidade do Cairo reuniram-se as Nações Unidas para discutirem os métodos a adoptar para travar a explosão demográfica.


Todos foram unânimes em admitir que o planeta não pode suportar uma população humana superior a 8500 milhões sem graves consequências como: guerras, fome, migrações maciças para zonas mais desenvolvidas, etc. No entanto, este crescimento é muito heterogéneo, dado que o crescimento

nos países pobres é muito rápido, enquanto que nos países desenvolvidos se observa uma taxa de crescimento negativa.

Assim, com base em modelos matemáticos e partindo de alguns estudos estáticos já efectuados, foi possível delinear algumas previsões:

- O crescimento das populações desacelerou nos últimos anos e espera-se que as gerações futuras não venham a ter taxas de natalidade tão elevadas como após a 2ª Guerra Mundial.
- Apesar de tudo, a população humana continuará a aumentar.
- A população humana envelhecerá graças ao aumento da esperança de vida dadas as melhorias da qualidade de vida e os avanços tecnológicos e médicos.
- As cores da população humana serão diferentes: os africanos passarão a constituir 27% da população Mundial, ao passo que os asiáticos serão 50%. 10% corresponderão à América Latina e os restantes 13% são atribuídos à América do Norte e Europa.
- A população dos países ricos diminuirá. Dos 3200 milhões de indivíduos que nascerão até 2025 menos de 200 milhões nascerão nos países industrializados, ou seja, 95% das crianças que vão nascer virão aumentar as fileiras dos países pobres.
- As populações pobres migrarão em massa para os países desenvolvidos na busca de melhores condições de vida.
- Os países subdesenvolvidos copiarão os procedimentos dos países ricos, agravando-se assim os problemas ambientais.

A população humana poder-se-á considerar o maior dos desafios à Biomatemática dado o extraordinário potencial humano que torna praticamente imprevisível o seu rumo de crescimento. No entanto, de forma simplificada pode-se dizer que, até à data, o crescimento da população humana é exponencial. E as previsões possíveis são fundamentais para delinear as diferentes acções necessárias; por exemplo, a antecipação do aumento assustador da proporção de idosos nas sociedades ocidentais faz com que os planos de Saúde comecem a atribuir maior importância a áreas fundamentais como a Geriatria.

Da postura dos Homens ante este e outros fenómenos dependerá o destino de todas as espécies que constituem a Biosfera tal como a conhecemos. E a espécie humana é uma delas... 

Períodos	Taxa de crescimento (aproximada)	Tempo de duplicação (n.º aproximado de anos)
1850-1950	0,8%	87
1950-1960	1,8%	39
1960-1970	2,0%	35
1970-1975	1,8%	39
1975-1980	1,7%	42

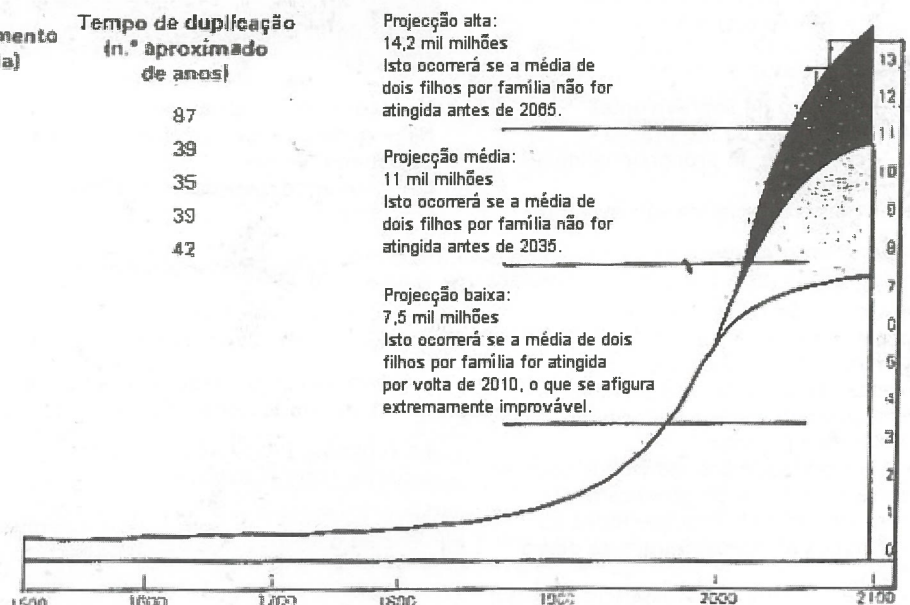


Figura 2: Previsões para o crescimento da população humana

Este artigo é um extracto resumido do trabalho «Braço hidráulico» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

Braço hidráulico

O nosso trabalho teve como principal objectivo a verificação das leis da pressão e a importância da Hidráulica quando exercemos uma força na presença da água. Para isto, utilizamos como modelo de experimentação um braço mecânico que se movimenta através da pressão exercida sobre a água.

Mas afinal o que é a Hidráulica? O estudo das forças e movimentos encontrados em líquidos, como água ou óleos, é conhecido como Hidráulica. É parte de um campo maior da Mecânica dos Fluidos, que inclui fluxos de gás e aerodinâmica. É subdividido em Hidrostática, que é o estudo das forças encontradas em líquidos em repouso; e Hidrodinâmica, o estudo de líquidos em movimento. A Hidráulica é aplicável, em essência, a fluidos incompressíveis, fluidos que não contraem debaixo de pressão, e fluxo de ar de baixa velocidade.

As leis da hidrostática são a Lei de Arquimedes, a Lei de Stevin e a Lei de Pascal, sendo que cada uma delas trata de alguns comportamentos e características dos líquidos.

Lei de Arquimedes

Veio de Arquimedes de Siracusa uma das leis mais importantes da Hidrostática.

«Todo o corpo mergulhado num líquido recebe por parte deste a aplicação de uma força de baixo para cima denominada impulso, I .»

Arquimedes verificou também que a intensidade do impulso é igual ao peso do volume do líquido deslocado pelo corpo. Isto quer dizer que os corpos mergulhados num líquido terão um peso menor, pois sobre eles actua uma outra força empurrando-os para cima. O impulso é a força resultante de todas as forças de pressão que actuam sobre o corpo. Sabemos que as forças nas partes mais baixas do corpo são maiores que as forças actuantes nas partes mais altas do

por Joana Barbosa, Joana Leite & Susana Monteiro

corpo, por isso a resultante do impulso não é nula.

Lei de Stevin

«À medida que se aumenta a profundidade dos líquidos, há um aumento da pressão.» Porém, a pressão de que falamos depende da profundidade (h) em que o ponto estudado se encontra, da densidade do líquido (μ) e da gravidade no local (g). Depende também da pressão atmosférica (p_{atm} , pressão exercida pela coluna de ar), resumida numa equação:

$$p_A = p_{atm} + \mu gh$$

onde p_A é pressão absoluta no corpo, segundo a sua profundidade. Uma outra coisa a referir é que Stevin disse que líquidos em equilíbrio têm a sua superfície livre sempre na horizontal e que pontos situados à mesma profundidade têm pressões iguais.


Lei de Pascal

É um aperfeiçoamento da Lei de Stevin, que, como já vimos, mostra a ocorrência da mesma pressão em todos os pontos de um líquido, localizados numa mesma profundidade. Pascal estudou o que acontece quando um ponto de um líquido em equilíbrio sofre um acréscimo de pressão (Δp). Ele verificou experimentalmente que, quando isso ocorre, todos os outros pontos do líquido também sofrem um acréscimo de pressão (Δp).

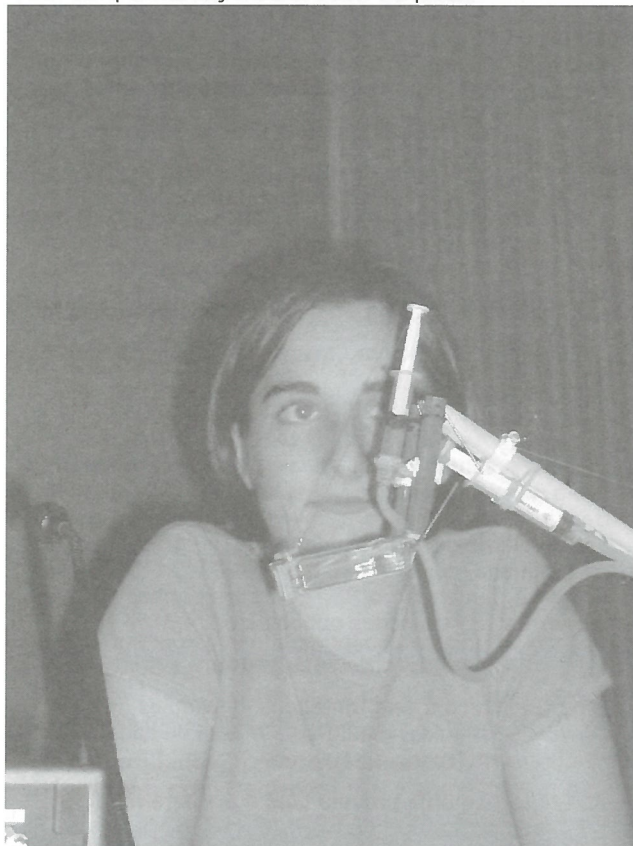
Uma das aplicações práticas deste princípio é a prensa hidráulica.

A ideia de prensa hidráulica baseia-se no princípio que diz: «os líquidos transmitem integralmente pressões de uma região para outra». Ora, se a pressão é a mesma em todos os pontos de um líquido incompressível e em equilíbrio hidrostático, então, em superfícies de áreas diferentes, as intensidades das forças aplicadas pelo líquido também devem ser diferentes. Assim, se aplicarmos uma força de pequena intensidade F_1 na superfície de pequena área A_1 , então o líquido, graças à integral transmissão da pressão, fará surgir na superfície de grande área A_2 uma força de grande intensidade F_2 .

Aplicações da Hidráulica

A Hidráulica tem várias aplicações práticas muito importantes no nosso quotidiano, tais como, o conversor de momento de um automóvel, guas hidráulicas para erguer automóveis, construção de lajes, prensas hidráulicas, projecção de sistemas de bombas, propulsores, turbinas de água, entre muitas outras. 

Braço hidráulico apresentado ao Encontro Juvenil de Ciência (de quatro juntas rotóides — ou de revolução —, e fabricado com material facilmente disponível)



Este artigo é a versão integral do trabalho «Com um grão de arroz» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência, e que recebeu uma menção honrosa no 12º Concurso Europeu para Jovens Investigadores na Área do Ambiente.

Com um grão de arroz

1. Objectivo

O objectivo deste trabalho é descobrir o valor médio do raio atómico a partir de um grão de arroz.

2. Introdução

Para a realização deste trabalho utilizou-se arroz cuja especificação no pacote comercial era «extra longo branqueado» e que corresponde ao «arroz polido branco» constante na Figura 1.

	Hidratos de carbono Total (grama)	Hidratos de carbono Fibras (grama)
Arroz enriquecido	80,2	0,3
Arroz integral	77,6	0,8
Arroz polido branco	79,7	0,6

Figura 1: Composição do arroz (incompleta)

O arroz é constituído essencialmente por amido (cerca de 80% da sua composição), um hidrato de carbono completo, que por sua vez é formado pela união de inúmeras moléculas de glicose. Durante o estabelecimento de ligações entre essas moléculas dá-se a perda de dois átomos de hidrogénio e um átomo de oxigénio. Deste modo a fórmula química do amido é representada por $(C_6H_{10}O_5)_n$, em que cada unidade de $C_6H_{10}O_5$ se chama monómero. O amido deriva, assim, da junção de milhares de unidades monoméricas, derivadas do hidrato de carbono mais simples que é a glicose.

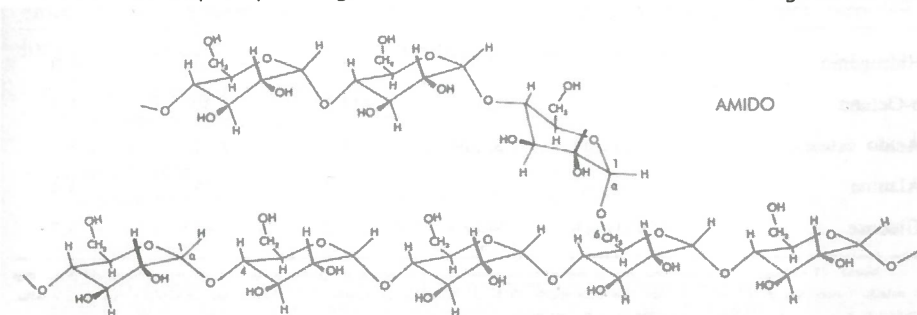
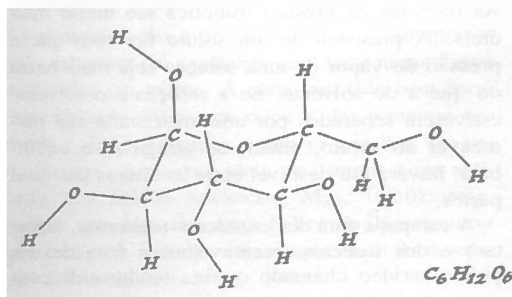


Figura 2: Fórmula de estrutura do amido

Os hidratos de carbono são açúcares, substâncias constituídas por carbono, hidrogénio e oxigénio. Os mais simples denominam-se monossacáridos, como a glicose, a frutose e a galactose, e aos mais complexos dá-se o nome de polissacáridos, como o amido e a celulose. Os polissacáridos são polímeros que resultam da junção de um número elevado de monossacáridos. Estes hidratos de carbono são os mais abundantes na Natureza.

Figura 3: Fórmula de estrutura da glicose



O amido é um dos polissacáridos mais importantes, porque é uma fonte de energia para os animais e para as

plantas. No caso das plantas funciona como reservatório nutricional das mesmas.

Por possuir uma estrutura muito complexa, o amido proporciona um aumento gradual de açúcar no sangue. Além disto, o amido é digerido muito mais lentamente do que os hidratos de carbono mais simples.

No homem, a digestão do amido inicia-se na boca, quando mastigamos os alimentos e estes se misturam com a saliva. Esta possui uma enzima, a amilase, que decompõe o amido em unidades de glicose. No estômago, esta acção prolonga-se até o ácido do estômago penetrar no alimento e deter a acção da amilase salivar. Seguidamente, no intestino delgado, outra enzima amilase prossegue a decomposição do amido em glicose. A libertação da glicose na corrente sanguínea é mais lenta a partir do amido do que a partir do hidrato de carbono mais simples.

De seguida falaremos do que nos motivou para um trabalho com o arroz.

3. Motivação

Indo de encontro ao cumprimento do objectivo a que nos propomos neste trabalho, entendemos como um desafio usar um alimento que sabemos ser de todo importante para o nosso organismo. Isto porque temos, à partida, consciência das limitações à validade dos resultados que iremos obter e que exporemos ao longo do trabalho. Acontece que para nós é fascinante imaginar o imensamente pequeno!

Sabemos que os átomos são partículas de dimensões microscópicas cujo raio ronda à volta das centenas de picómetros. Esta ordem de grandeza do raio atómico, já por si, requer condições experimentais envolvendo tecnologia mais avançada que nada se parece com a usada na experiência que vamos propor.

Porque nunca tínhamos feito uma experiência com o objectivo de entrar no mundo microscópico, e porque nem imaginávamos que pudéssemos chegar tão perto do átomo com um alimento do nosso quotidiano, aceitámos esta aventura.

Como o fizemos começa com a apresentação do protocolo que conduziu a nossa actividade experimental.

4. Protocolo Experimental

Material:

- Água destilada
- Arroz extra longo branqueado
- Balança analítica digital, com precisão às centésimas de grama
- Papel de limpeza

- Proveta graduada de 20 mL, com precisão às décimas de mililitro
- Vareta de vidro
- Vidro de relógio

Procedimento:

1. Fizeram-se seis conjuntos individuais de 100 grãos de arroz.
2. Mediu-se a massa de cada conjunto de 100 grãos de arroz com a balança.
3. Mediu-se o volume de cada conjunto de 100 grãos de arroz, na proveta graduada, com água.
4. Registaram-se, num quadro, os resultados obtidos em 2 e 3.
5. Trabalharam-se os resultados obtidos em 2 e 3.

5. Registo de resultados

Iniciou-se o trabalho com seis contagens individuais de cem grãos de arroz. De seguida, mediu-se a massa de cada conjunto de grãos utilizando a balança.

Finalmente utilizou-se uma proveta com água para medir o

volume de cada conjunto de grãos de arroz utilizado anteriormente.

Os resultados obtidos estão registados na Figura 4.

Experiência nº	N.º de grãos de arroz	Massa/g	Volume/mL
1	100	2,13	1,4
2	100	2,09	1,4
3	100	2,14	1,5
4	100	2,05	1,4
5	100	2,09	1,4
6	100	2,15	1,5

Figura 4: Resultados experimentais

6. Tratamento de resultados

Cálculo da média dos valores da massa, \bar{m} , e do volume, \bar{V} , de 100 grãos de arroz:

$$\bar{m} = \frac{2,13 + 2,09 + 2,14 + 2,05 + 2,09 + 2,15}{6} = 2,11 \text{ g}$$

Desvio padrão: 0,038 g

$$\bar{V} = \frac{1,4 + 1,4 + 1,5 + 1,4 + 1,4 + 1,5}{6} = 1,43 \text{ mL}$$

Desvio Padrão: 0,052 mL

Quantos grãos de arroz existirão em 1 Kg de arroz?

Esta questão surgiu logo depois de termos efectuado os cálculos anteriores.

100 grãos — 2,11 g

N — 1000 g

$$N = 1000 \times 100 / 2,11 = 47\,393 \text{ grãos de arroz}$$

Algum dia se imaginaria que são tantos grãos de arroz em 1 kg de arroz? Não! No entanto, são muito menos que o número de partículas existentes numa mol de qualquer substância ($6,023 \times 10^{23}$)!!! Depois colocou-se-nos, ainda, outra questão.

Qual será a massa de um grão de arroz?

Quando se pega num grão de arroz, tem-se a noção que é muito leve e, inclusive, nunca se diria que um grão tem uma massa superior a um grama. Será verdade?

Se 100 grãos de arroz têm uma massa de 2,11 g, então...

$$m_{\text{grão}} = 2,11 / 100 = 0,0211 \text{ g}$$

Como se pode ver, a massa de um grão de arroz só se compara à massa de uma formiga! E cada vez nos surgem mais questões!

Qual o volume de um grão de arroz?

Se 100 grãos de arroz ocupam um volume de 1,43 mL...

$$V_{\text{grão}} = 1,43 / 100 = 0,0143 \text{ mL}$$

Agora, temos já dados suficientes para responder a outra curiosidade! Será o arroz mais denso que a água?

Qual a massa volúmica, ρ , do arroz?

$$\rho_{\text{arroz}} = m / V = 0,0211 / 0,0143 = 1,48 \text{ g/mL}$$

Este valor diz-nos que a quantidade de arroz com uma massa de 1,48 g ocupa o volume de um mililitro. A massa volúmica da água é 1,0 g/mL e portanto o arroz é mais denso que a água. E...

Quantas unidades, n , de monómero ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) $_n$ existem num grão de arroz?

Para responder a esta questão têm que se realizar vários cálculos intermédios com base nos seguintes dados:

- a cada 100 g de arroz apenas correspondem 79,7 g de hidratos de carbono, essencialmente amido (de acordo com informações apresentadas na Introdução);

- desconhecendo-se o valor, em volume, dos hidratos de carbono presentes no arroz, assumiu-se ser a mesma percentagem que para a massa de amido;

- são conhecidas as massas molares do carbono, do oxigénio e do hidrogénio.

Massa e volume de amido existentes num grão de arroz :

$$m_{\text{grão}} = 0,0211 \text{ g}$$

$$V = 0,0143 \text{ mL/grão}$$

$$m_{\text{amido}} = 0,0211 \times 0,797 \text{ g/grão} = 0,0168 \text{ g/grão}$$

$$V_{\text{amido}} = 0,0143 \times 0,797 \text{ mL/grão} = 0,0114 \text{ mL/grão}$$

Este volume obtido é o volume de amido, $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, que está contido num grão de arroz; a massa obtida é a massa de amido contida num grão de arroz.

Massa molar do monómero do amido:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 6 \times 12 + 10 \times 1 + 5 \times 16 = 162 \text{ g/mol}$$

Isto é, por cada mol de monómeros de amido existem 162 g de amido. Deste modo teremos, então:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 0,0168 / 162 = 1,04 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

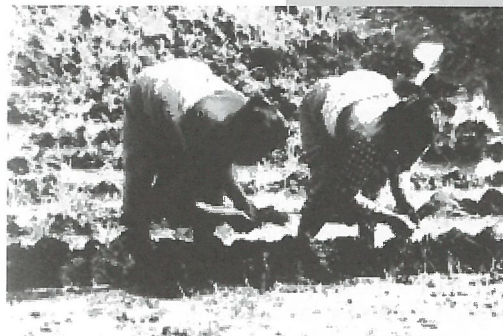
Então, num grão de arroz, existem $1,04 \times 10^{-4}$ mol de monómeros de amido, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$.

Estas moles de monómero têm um volume de 0,0114 mL.

Já estamos mais perto do que procuramos! Cada vez temos números mais pequenos!



Campos de arroz no Nepal



Campos de arroz em La'bo (Indonésia)

CIÊNCIA

Qual o valor médio do raio dos átomos de carbono, hidrogénio e oxigénio?

Agora necessitamos de mais cálculos intermédios.

Volume médio de uma unidade monomérica:

Se $1,04 \times 10^{-4}$ mol ocupam 0,0114 mL, 1 mol de monómero ocupa

$$V(C_6H_{10}O_5) = 0,0114 / 1,04 \times 10^{-4} = 109 \text{ mL/mol} = 1,09 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol}$$

Acontece que esta mole de monómero de amido contém 21 mol de átomos. Assim, está-se no caminho para calcular o valor médio do raio atómico dos elementos que constituem o amido.

Para continuar o raciocínio, vai-se assumir que os átomos são esféricos e todos do mesmo tamanho (o que se sabe que é falso). Da mesma forma, vai-se ignorar o comprimento da ligação entre os vários átomos.

E 21 moles de átomos quantos átomos são?

Sabemos que 1 mol de átomos tem $6,02 \times 10^{23}$ átomos, donde

$$N(C, H, O) = 21 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,264 \times 10^{25} \text{ átomos}$$

Obteve-se um número relativamente grande, um vez que existem 21 mol de átomos em cada mole de monómero.

Valor médio do volume ocupado por um átomo:

Recorde-se que o volume de 1 mol de monómero ($1,264 \times 10^{25}$ átomos de C, H e O) é $1,09 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Deste modo temos que:

$$V_{\text{átomo}} = 1,09 \times 10^{-4} / 1,264 \times 10^{25} = 8,62 \times 10^{-30} \text{ m}^3$$

Finalmente, tendo-se assumido que os átomos são esféricos, e sabendo que o volume de uma esfera é $(4/3) \pi r^3$ vem

$$8,62 \times 10^{-30} = (4/3) \pi r^3$$

$$r = 1,27 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Encontrou-se, assim, o valor médio do raio atómico dos átomos de carbono, hidrogénio e oxigénio, a partir do «enorme» grão de arroz. Este valor corresponde a 1,27 Å, ou seja, a 127 pm.

7. Discussão

Nesta discussão fazemos uma reflexão sobre o valor médio do raio que encontrámos para o átomo.

Comparação do valor encontrado para o valor médio do raio atómico, com a média dos valores dos raios, r , consultados na tabela periódica da Sargent-Welch de 1980 para os átomos de carbono (0,91 Å), hidrogénio (0,79 Å) e oxigénio (0,65 Å):

$$\bar{r} = (0,91 + 0,79 + 0,65) / 3 = 0,78 \text{ Å}$$

Como se verifica, este valor afasta-se do valor encontrado experimentalmente sendo, no entanto, da mesma ordem de grandeza.

Se for calculado o erro do valor encontrado, 1,27 Å, relativamente ao valor teórico, 0,783 Å, verifica-se que o mesmo é de 63%. Pode considerar-se que este erro é grande.

$$\text{erro} = (1,27 - 0,78) / 0,78 = 63\%$$

8. Crítica

No decorrer deste trabalho, foram cometidos vários erros.

Por meio de uma medição é impossível conhecer o verdadeiro valor de uma grandeza e, por isso, toda a medida de uma grandeza vem afectada de incertezas.

Os erros cometidos limitam mais ou menos a precisão

das medidas efectuadas. Para diminuirmos as incertezas é necessário determiná-las para conhecermos o grau de confiança que afectam essas medidas.

Existem diversos tipos de erros que se podem agrupar em dois grandes tipos: os sistemáticos (nos quais as causas são permanentes) e os acidentais (cujas causas são imprevisíveis). Podemos então afirmar que foram cometidos erros dos dois tipos. Os erros acidentais acontecem quando ao fazer as várias medições obtemos resultados diferentes uns dos outros. (...)


No entanto, ocorreram outros erros: foi necessário assumir que os átomos de carbono, de hidrogénio e de oxigénio tinham todos o mesmo tamanho, o mesmo volume, e que são todos esféricos (devido à maneira como foi efectuado o cálculo do raio atómico). Da mesma forma, foi ignorado o comprimento médio das ligações entre os átomos (sendo este valor da mesma ordem de grandeza do tamanho dos átomos; este erro ter-se-á traduzido no aumento do raio atómico).

Além deste erros, considerámos que a percentagem em volume de amido que o arroz possuía era igual à percentagem em massa.

Finalmente, o facto dos grãos terem todos tamanhos e formatos diferentes (apesar de termos tentado juntar os grãos mais parecidos e perfeitos), faz com que seja muito difícil determinar com exactidão o volume e a massa de um só grão de arroz.

9. Conclusão

Após a realização deste trabalho, pode concluir-se que a massa de um grão de arroz é 0,0211 g, que ocupa um volume de 0,0143 mL e que sua densidade é 1,48 g/mL.

Finalmente pode também afirmar-se que (apesar de não ser um valor correcto) o valor médio do raio atómico ao qual chegámos é $1,27 \times 10^{-10} \text{ m}$, e é da mesma ordem de grandeza que os valores teóricos consultados na Tabela Periódica. 

10. Bibliografia

SIMÕES, Maria Otilde; QUEIRÓS, Maria Alexandra; SIMÕES, Teresa. **Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I**. Porto: Porto Editora, 1999.

MARQUES, Eva; SOARES, Rosa; ALMEIDA, Carla. **Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I**. Porto: Porto Editora, 1999.

SILVA, J. J. R. Fraústo da. **Introdução à Química da Vida**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 1985.

PIMENTEL, George C.. **Química Uma Ciência Experimental**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981.

MORRISON, Robert T.; BOYD, Robert N.. **Química Orgânica**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981.

STRYER, L.. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PAULING, L.. **Química Geral: Volumes I e II**. Rio de Janeiro: Ao livro Técnico, 1982.

SHERWOOD, M.. **Enciclopédia o Conhecimento, Ciência e tecnologia – A Química, Energia para a Vida**. Lisboa: Resomnia Editores.

SALVAT, J.. **Enciclopédia Salvat da Saúde – Alimentação e Saúde, Volume I**. Rio de Janeiro, 1981.



Plantação mecanizada de arroz no Japão

Este artigo é um resumo do trabalho «Mecânica Quântica» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência. Sobre este assunto lê também o artigo da página 29.

Mecânica Quântica


A teoria quântica é apontada como a teoria de maior sucesso jamais desenvolvida.

No final do século 19 a Física parecia já ter dado tudo o que dela se podia esperar. Os próprios professores tentavam dissuadir os estudantes da área de Física, alegando que esta ciência estava muito próximo do fim.

O nascimento da Mecânica Quântica veio alterar completamente este estado de nostalgia geral. Não há dúvida que um grande sentimento de choque e desorientação se abateu sobre os seus contemporâneos, na década de 20, quando começaram a surgir as verdadeiras implicações dessa teoria. Niels Bohr afirmou uma vez que quem não se sentir chocado com a teoria quântica é porque não a compreendeu. De facto essa teoria não só representava uma mudança radical em relação à Física do século 19 como também alterava completamente a perspectiva que os cientistas tinham da relação do Homem com o meio material.

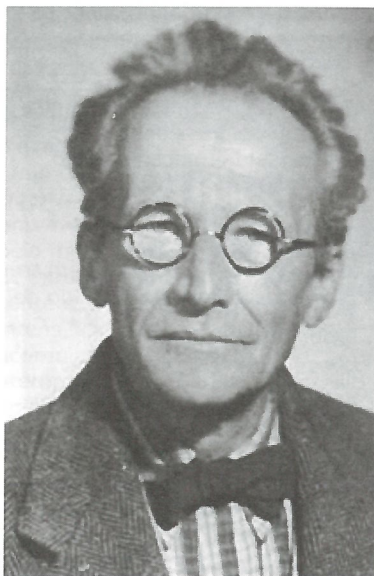
A Mecânica Quântica ia-se tornando demasiado contra-intuitiva para que pudesse ser aceite com passividade. Albert Einstein chegou a dizer que não podia acreditar na teoria porque não era compatível com a ideia que a Física deve representar a realidade no espaço e no tempo.

Hoje em dia a controvérsia quântica está longe do fim. Não é de admirar que o comum mortal não tenha a mínima ideia do que é a teoria quântica. Por esta razão, o trabalho pretende proporcionar uma visão geral e esclarecer eventuais dúvidas acerca da Mecânica Quântica abordando pequenos tópicos como o Efeito Fotoeléctrico, a dualidade onda-partícula do mundo subatômico e o Princípio de Incerteza de Heisenberg.


O sucesso da teoria quântica foi extraordinário. Nenhuma experiência conhecida se opôs às previsões da Mecânica Quântica. Não há dúvida que a teoria descreve correctamente o mundo com um nível de exactidão e pormenor sem qualquer precedente na Ciência. 

Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger

12 de Agosto de 1887, Erdberg, Viena, Áustria
4 de Janeiro de 1961, Viena, Áustria



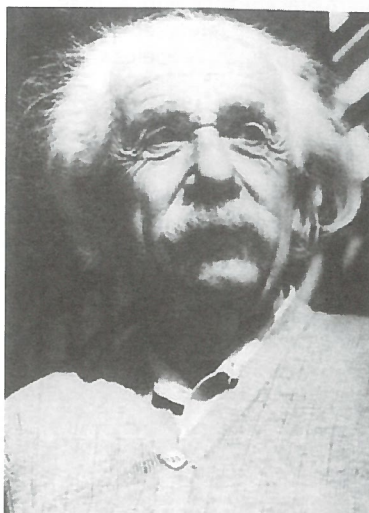
Apesar da sua entrada tardia na escola, Schrödinger mostrou logo a sua aptidão para a matemática e física, bem como para a lógica. Em 1906 entra para a Universidade de Viena na qual estuda Física teórica e em 1910 obtém o seu doutoramento. Durante a Primeira Guerra Mundial publica trabalhos em várias áreas, enquanto luta na frente Italiana e Húngara. Depois de muitos anos sem um emprego definido, em 1926 publica a sua visão da Mecânica Quântica, com base na equação de onda descoberta por si, que revoluciona a teoria. Em 1933 seria galardoado com

o Prémio Nobel da Física, continuando com uma longa carreira até à sua morte. 


por Rui Meleiro & Catarina Fonseca

Albert Einstein

14 de Março de 1879, Ulm, Württemberg, Alemanha
18 de Abril de 1955, Princeton, Nova Jérсия, EUA

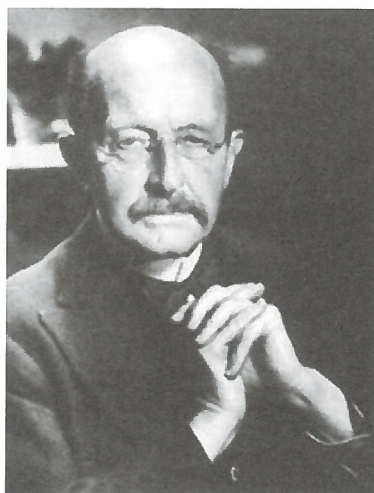


Após uma juventude de fraco desempenho escolar e muita incerteza, Einstein consegue a sua licenciatura em 1900 como professor de matemática e física. Em 1905 doutora-se na Universidade de Zurique, enquanto trabalha no departamento de patentes. Nesse mesmo ano escreve três trabalhos de importância fundamental para a física, sobre relatividade e mecânica estatística. É em 1905 também que dá o seu primeiro contributo à mecânica quântica, com a explicação do efeito


fotoeléctrico, que lhe vale o Prémio Nobel em 1912. Até ao fim da sua vida defendeu a paz entre as nações e deu dos maiores contributos para descobrir a física que hoje conhecemos. 

Max Karl Ernst Ludwig Planck

23 April 1858, Kiel, Schleswig-Holstein, Germany
4 Oct 1947, Göttingen, Germany



Com 16 anos, em 1874, Planck entra na Universidade de Munique, tendo sido desaconselhado por um professor, já que a Física era uma ciência próxima do fim. Obtém o grau de doutor aos 21 anos, com uma tese sobre Termodinâmica. Dedicou a sua vida ao estudo deste ramo da física e em 1900 inicia a Mecânica Quântica com um trabalho sobre a distribuição da energia de um corpo a alta temperatura em função do comprimento de onda, introduzindo o termo quanta. Recebeu o Prémio

Nobel em 1918, deixando o desenvolvimento da Mecânica Quântica para os cientistas da geração seguinte. 

Paul Adrien Maurice Dirac

8 de Agosto de 1902, Bristol, Gloucestershire, Reino Unido
20 de Outubro de 1984, Tallahassee, Florida, EUA



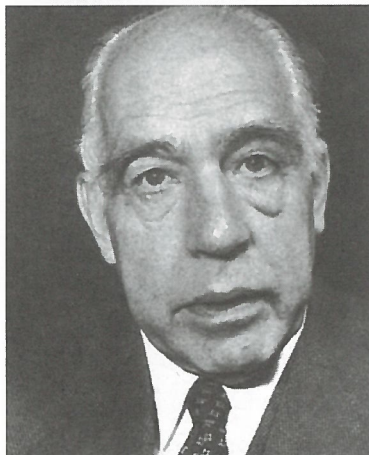
Dirac revelou na escola primária a sua apetência para a matemática. Em 1918 entra em Engenharia Electrotécnica em Bristol, licenciando-se em 1921. Aproveitando as suas ideias em Mecânica Quântica,

CIÊNCIA

torna-se Doutor em 1926, já tendo publicado até então onze trabalhos. Em 1930 publica "*The principles of Quantum Mechanics*", valendo-lhe o Prémio Nobel em 1933. O seu maior feito foi unificar a relatividade com a Mecânica Quântica, mas desenvolveu a Física moderna em inúmeras áreas, sempre abrilhantando o seu trabalho com uma indiscutível beleza matemática. **g**

Niels Henrik David Bohr

7 de Outubro de 1885, Copenhaga, Dinamarca
18 de Novembro de 1962, Copenhaga, Dinamarca



Curiosamente, o jovem Bohr era um excelente jogador de futebol, só mais tarde descobrindo o seu talento para a Física e Matemática. Foi devido ao pai que explorou esta potencialidade e em 1903 inicia o seu estudo em Física na Universidade de Copenhaga. Em 1909 recebe o grau de Mestre e em 1911 o de Doutor, reparando que a teoria de então não explicava satisfatoriamente o comportamento do electrão. É devido às suas investigações sobre a estrutura atómica à luz

da Mecânica Quântica que ganha o Prémio Nobel em 1922. A primeira perspectiva da Mecânica Quântica a ser aceite foi a sua. Trabalhou também na descrição teórica da tabela periódica. **g**

Werner Karl Heisenberg

5 de Dezembro de 1901, Würzburg, Alemanha
1 de Fevereiro de 1976, Munich, Alemanha



Devido à Primeira Grande Guerra, Heisenberg teve de estudar em casa durante a sua juventude, sendo melhor a Física e Matemática. Em 1920 entra para a Universidade de Munique e lá estuda Física teórica com os melhores cientistas da altura. Em 1923 doutora-se em Mecânica dos Fluidos e posteriormente constrói a primeira versão matemática da Mecânica Quântica, baseada em matrizes. Demonstrou o que agora é conhecido como o Princípio da Incerteza de Heisenberg. Em 1932 foi

laureado com o Prémio Nobel por ter criado a Mecânica Quântica. **g**

Avulso

Este artigo é um excerto do trabalho «O cancro» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

O tabaco e o cancro

O cancro

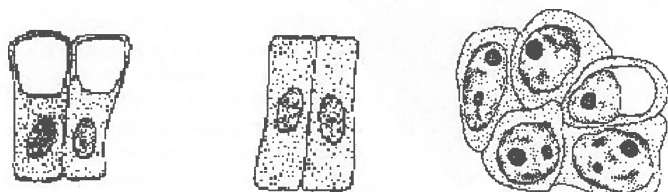
O segredo da vida sempre intrigou os Homens.

Durante todas as épocas procuraram-no com tanto ardor como a pedra filosofal.

Desde que o homem existe, sempre tem lutado contra a doença. Desde os tempos pré-históricos revelou-se médico e cirurgião, tal como astrónomo e agricultor, definindo-se em relação às grandes leis da natureza para estar de acordo com elas ou para as combater.

Nessa luta secular, o homem ganhou inúmeras batalhas, mas não se pode orgulhar de ter ganho a guerra. Como os monstros lendários, o mal parece renascer das próprias cinzas ou dos seus detritos. A peste, a cólera, a tuberculose e a sífilis foram vencidas, mas o cancro toma agora relevo e faz planar sobre a humanidade uma ameaça terrível.

Contra esta ameaça, ao mesmo tempo tão nítida e tão



Células normais (à esquerda e ao centro) e cancerosas (à direita)

por Cristina Barros & Paula Oliveira

misteriosa, a ciência decretou uma mobilização geral. Em todo o mundo alguns milhares de laboratórios modernos, centenas de milhares de pequenos animais para experiências, biliões de horas de observação ao microscópio, tudo isso testemunha a importância dos meios postos em prática e, por outro lado confirma a importância do perigo.

O cancro é uma das doenças que desde tempos recuados se observam na humanidade, dado que foi já reconhecida nos velhos escritos indianos e egípcios, quinze séculos antes de Cristo.

Também os animais se vêem tocados por esta doença quer os domésticos quer os selvagens e nem sequer as plantas são poupadas.

Até hoje nunca tantos meios foram utilizados contra uma única doença, e apesar do desenvolvimento já impressionante dos meios consagrados a esta luta, as causas e o mecanismo do «mal» permanecem ignoradas.

Tabaco vs. Cancro

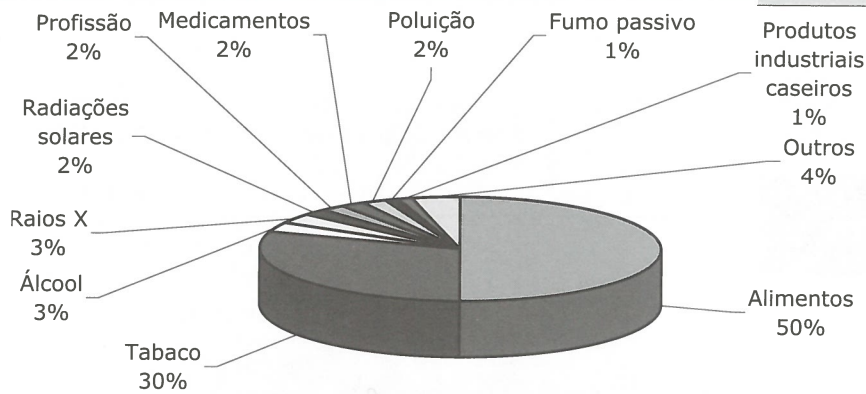
O tabaco para fumar (cigarros, charutos, cachimbos) contém três perigosos produtos químicos: alcatrão; nicotina; e monóxido de carbono.

O alcatrão é uma mistura de diversas substâncias que, nos pulmões, se condensa sob a forma de um «xarope» espesso.

A nicotina é uma droga viciante, absorvida a partir dos pulmões e que actua principalmente sobre o sistema nervoso.

O monóxido de carbono diminui a capacidade de os glóbulos vermelhos transportarem oxigénio para o corpo.

O fumador tem 14 vezes mais probabilidade que o não fumador de morrer de cancro do pulmão, garganta ou boca; 4 vezes mais de morrer de cancro do esófago; 2 vezes, de cancro da bexiga; e 2 vezes mais de morrer de ataque de coração. Para além



As dez principais causas de cancro conhecidas

disso, os cigarros são a principal causa de bronquite crónica e do enfisema; e de doenças pulmonares, que aumentam elas próprias o risco de pneumonia e de falha cardíaca.

Também os fumadores passivos que inalam o fumo dos cigarros de terceiros vêem aumentado o risco de cancro.

Consequências do tabaco nas diversas áreas do corpo

• **Boca e Bexiga:** Não há qualquer duvida que o cigarro (especialmente o alcatrão que contém) é cancerígeno — capaz de produzir o cancro nos tecidos com que está em contacto. Por isso os fumadores correm o risco de contrair cancro em qualquer parte do aparelho respiratório, incluindo a boca e a garganta.

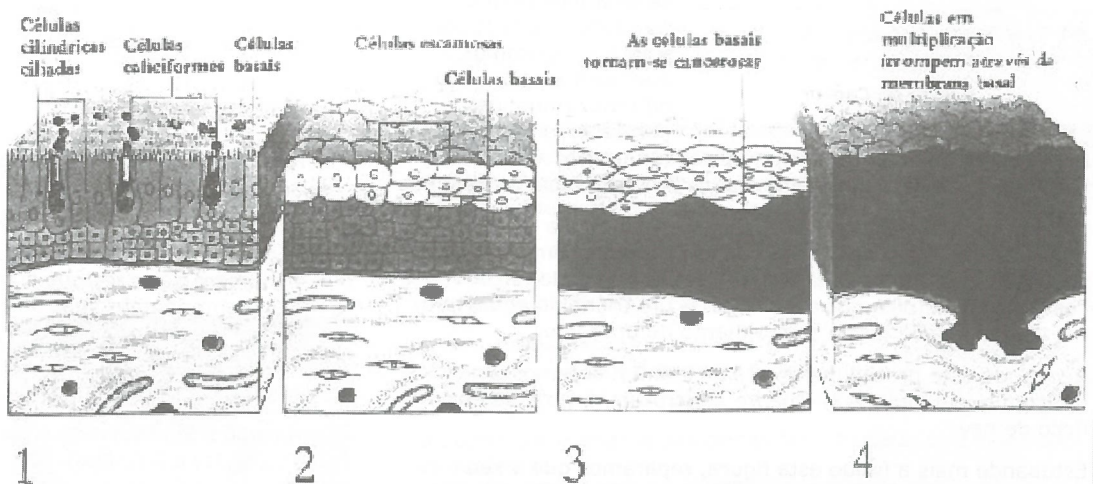
• **Esófago:** Muitos fumadores costumam «tragar» (engolir) uma certa quantidade de fumo, pondo assim o aparelho digestivo — o esófago em particular — em perigo de cancro.

• **Pulmões:** Substâncias estranhas são continuamente removidas do tecido pulmonar por finíssimos filamentos (cílios) que forram os canais respiratórios e que varrem todas as partículas através da expectoração. Para além do risco do cancro do pulmão, os produtos químicos existentes no tabaco podem destruir gradualmente alguns desses filamentos, o que provoca a inflamação crónica do tecido pulmonar. A «tosse de fumador» é devida ao enfraquecimento da eficiência da «maquinaria de limpeza» pulmonar, com o consequente volume extra de expectoração.

• **Coração e Artérias:** A nicotina pode aumentar o numero das pulsações cardíacas bem como os efeitos de uma pressão arterial elevada. O fumo do cigarro, provavelmente pelo monóxido de carbono que contém, parece intensificar a acumulação de ateroma nas artérias, que é um dos factores a considerar em muitas doenças de coração. É mais normal que um ataque de coração seja fatal nos grandes fumadores do que em outras pessoas.



Pulmão com cancro



Como o fumo provoca o cancro

1 — Muitos dos chamados cancros do pulmão ocorrem de facto nos brônquios — os tubos por onde o ar circula até aos pulmões. Os brônquios estão revestidos de células altas, denominadas células cilíndricas, as quais são recobertas de pêlos finos, os cílios. Os brônquios são lubrificados por um muco segregado por células em forma de taça (caliciformes).

2 — Durante um certo período de tempo, o fumo leva a que estas células — especialmente as que se encontram no ângulo da ramificação dos brônquios — sofram uma alteração designada por displasia. As células cilíndricas perdem os cílios e assumem uma forma mais próxima do cubo, progredindo para um tipo de célula escamosa e achatada, semelhante à da superfície da pele.

3 — Durante este período, são geradas pela camada basal células de substituição e cílios, a fim de substituir as que sofreram mutação ou foram destruídas pelo tabaco. Todavia, sob certas circunstâncias, a regeneração não consegue impedir a disseminação das células escamosas. As células basais subjacentes multiplicam-se a um ritmo mais elevado, e algumas delas transformam-se em células cancerosas.

4 — As células cancerosas multiplicam-se rapidamente, substituindo as células basais saudáveis e as células escamosas da camada superior. Eventualmente, o cancro em crescimento rompe a membrana subjacente às células e alastra para o tecido conjuntivo inferior. Cedo são afectados os tecidos dos órgãos adjacentes.

Distribuição do cancro entre homens e mulheres

Na mulher predominam os tumores do aparelho genital, ao passo que no homem são mais frequentes o cancro da pele e do pulmão.

Localização	Homem	Mulher
Boca	3%	2%
Pulmões	18%	5%
Mamas	1%	23%
Estômago e intestino delgado	11%	13%
Recto	11%	13%
Cólon e útero	—	14%
Próstata	11%	—
Pele	23%	13%
Sangue	7%	6%
Outras	9%	14%

• **Bexiga:** O cancro da bexiga pode ser resultado da absorção pela corrente sanguínea e respectiva excreção na urina de produtos químicos cancerígenos — principalmente os do alcatrão — inalados em resultado do fumo.

Este artigo é um extracto do trabalho «Fractais — a linguagem do caos» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

Fractais

Os fractais são formas geométricas abstractas, com padrões que se repetem infinitamente, mesmo limitados a uma determinada área.

São obtidos a partir de uma figura geométrica à qual se aplica uma transformação complexa, aplicando-se novamente a transformação à figura obtida: assim, este processo de **iteração** é reproduzido até ao **infinito**. Claro que nem todas as iterações resultam em fractais. Por exemplo, se partirmos de um segmento de recta ao qual aplicamos iterativamente uma transformação que retira uma das metades do seu comprimento, é fácil de entender que a figura obtida é um ponto.

Por outro lado, se partirmos do mesmo segmento de recta dividido em três e retirarmos a terça parte central, obtemos dois segmentos de recta, cada um com 1/3 do comprimento do original. Repetindo este processo até ao infinito, obtemos a *Poeira de Cantor*, que, quando foi divulgada, foi considerada

um «caso patológico», uma aberração, e só foi devidamente interpretado em meados do século 20.

Se olharmos para a figura da esquerda com atenção, reparamos que, se a ampliarmos ou reduzirmos, os pormenores são os mesmos.

Isto é uma das propriedades fundamentais dos fractais e chama-se auto-semelhança ou invariância de escala.

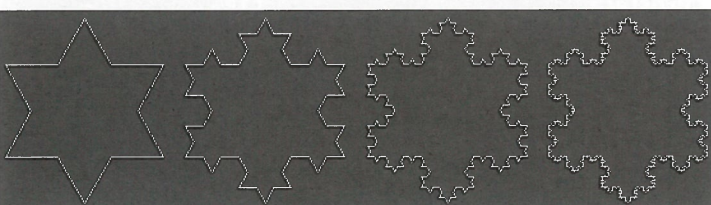
Provavelmente, a figura fractal mais conhecida é a curva de Van Koch ou «floco de neve». Tendo como base um triângulo equilátero, aplicamos uma transformação que cada terço central é substituído por dois lados de um triângulo equilátero, em que cada lado tem o comprimento de um terço.

Repetindo este procedimento até ao infinito, obtemos uma imagem que é muito semelhante à estrutura natural de um floco de neve.

Estudando mais a fundo esta figura, reparamos que o seu comprimento tende para infinito. Assim, após a primeira iteração, cada lado l do triângulo original transforma-se em $4/3 l$; na segunda iteração passa a $16/9 l$... tendendo assim para infinito.

A propriedade mais importante que caracteriza cada tipo de fractal é a dimensão fraccionária. Este conceito, não sendo óbvio como os anteriores, está na base de toda a geometria fractal.

Para chegarmos à dimensão fraccionária, suponhamos que temos uma linha de comprimento L . Começamos por considerar uma linha de comprimento u e sobrepomo-la à linha L , contando quantas linhas u são necessárias para a cobrir

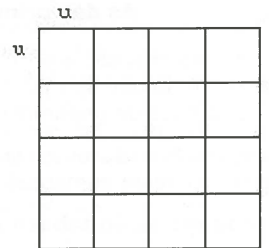


Curva de Van Koch

$$N = \left(\frac{L}{u}\right)^d : 5 = 5^1$$

completamente. O número $N = L / u$ representa uma medida da linha L .

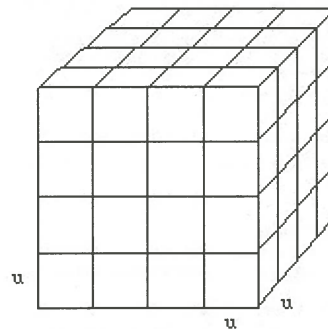
Analogamente, para medir um quadrado (ou cubo) de lado (ou aresta) L , pegamos num quadrado (ou cubo) unitário de lado (ou aresta) u e contamos o número $N = L^2 / u^2$ (ou $N = L^3 / u^3$) de que necessitamos para cobrir o objecto.



$$N = \left(\frac{L}{u}\right)^d : 16 = 4^2$$

Analogamente, para medir um quadrado (ou cubo) de lado (ou aresta) L , pegamos num quadrado (ou cubo) unitário de lado (ou aresta) u e contamos o número $N = L^2 / u^2$ (ou $N = L^3 / u^3$) de que necessitamos para cobrir o objecto.

De uma maneira geral, este processo leva a $N = (L / u)^d$, ou, tomando o logaritmo de ambos os membros,



$$N = \left(\frac{L}{u}\right)^d : 64 = 4^3$$

$$d = \ln(N) / \ln(L / u)$$

Para um objecto uniforme e compacto, d é um inteiro igual à dimensão topológica. Mas, para um fractal, tem-se que d é um número fraccionário: d é a dimensão de Hausdorff ou dimensão fractal.

Se aplicarmos este novo conceito à curva de Van Koch já referida, deduzimos, para a primeira iteração:

$L = 1$ (comprimento inicial de um dos lados do triângulo)
 $n = 4$ (número de vezes que a linha fica dividida)
 $N = 1/3$ (comprimento após a iteração)

Logo,

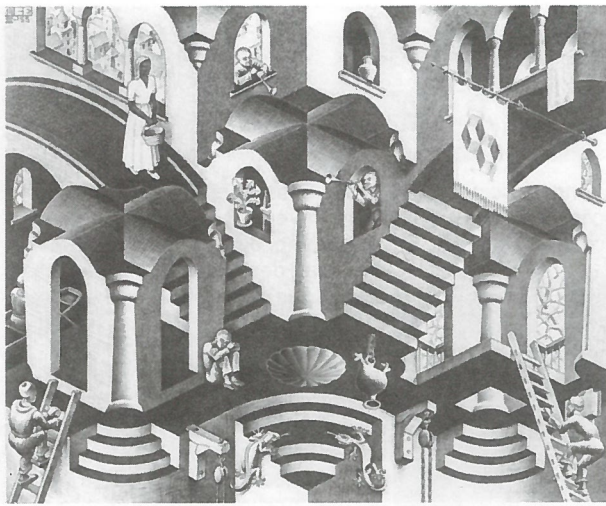
$$d = \ln(1/4) / \ln(1/3) = \ln(4) / \ln(3) \approx 1,262$$

Assim como seria esperado o valor da dimensão fractal está entre 1 (recta) e 2 (plano).

A teoria do Caos

Desde os primórdios, a curiosidade e a inteligência humanas levaram-nos a procurar padrões naquilo que era aparentemente aleatório. Assim se foi construindo o conhecimento científico, descortinando a ordem que se esconde por detrás dos fenómenos naturais. A Teoria do Caos, ao contrário do que o nome possa sugerir, vem no seguimento dessa busca de um padrão em todo o comportamento irregular.

Imaginemos um saco de berlines. Se o despejarmos no chão, os berlines vão espalhar-se e é praticamente impossível prever a posição final de cada um, embora possamos ter uma ideia da área que irão ocupar. Mais: repetindo a experiência, nunca conseguiremos que estes voltem a posicionar-se da mesma forma, mesmo que tenhamos uma grande preocupação em repetir as condições iniciais do despejo. Isto sucede porque não é possível ter em conta tudo o que pode influenciar a experiência: a posição do saco em relação ao chão, a distribuição dos berlines dentro do saco, as pequenas irregularidades de cada berline e do chão, o movimento de despejo, a velocidade do vento, se houver, etc.; o que não



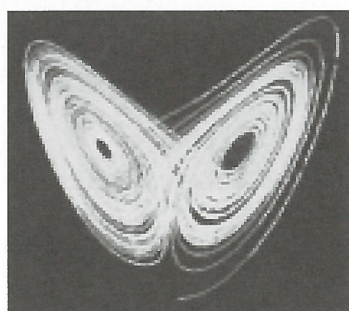
Convexo e côncavo (por M. Escher)

significa que o resultado não respeite leis físicas exactas.

Daqui vem a noção de **elevada sensibilidade às condições iniciais**, introduzida por Poincaré em 1908, que está relacionada com a existência de inúmeros equilíbrios instáveis e com a conseqüente complexidade de um sistema. Esta é definida pela complexidade do modelo necessário para prever o comportamento do sistema. Assim, quanto mais parecido com o sistema tiver de ser um modelo que permita determinar a sua evolução, ou quanto maior o número e complexidade das equações necessárias para o descrever, mais complexo é o sistema.

Um dos sistemas mais complexos que se conhece é o clima. A sua imprevisibilidade só começou a ser verdadeiramente entendida em 1961, quando Edward Lorenz observou um fenómeno extraordinário. Lorenz estava a trabalhar num modelo informático de previsão meteorológica, baseado em doze equações diferenciais, na demanda histórica de vislumbrar a ordem nas alterações climáticas. Naquele momento, analisava uma sequência num longo período de tempo, após introduzir os parâmetros iniciais. Ao repetir a sequência, deparou-se com um resultado dramaticamente diferente. Reparou então que, da segunda vez, tinha arredondado um dos números introduzidos, que era 0,506127, para 0,506. Uma diferença da ordem dos décimos de milésimo percentuais acabava de se revelar catastrófica no período de tempo estudado!

Lorenz conseguiu ainda reduzir o modelo meteorológico a apenas três equações diferenciais. Quando o computador representou graficamente o novo modelo, revelou-se um peculiar tipo de ordem. A curva desenhada era uma dupla espiral no espaço: não tinha um comportamento cíclico, visto que nunca passava duas vezes no mesmo ponto, mas estava restringida a um determinado volume. A essa figura chamou-se atrator de Lorenz.



Atrator de Lorenz

Dois anos depois, Lorenz descreve pela primeira vez as suas descobertas, mas estas só ganham notoriedade quando, em 1979, publica um artigo denominado *Predictability: Does a flap of butterfly's wing in Brazil set off a tornado in Texas*, donde ficaria célebre o conceito de efeito Borboleta. Se algo como o bater das minúsculas asas de uma borboleta no Brasil podia desencadear semanas depois um violento tornado no Texas, isso devia-se tão somente à extrema sensibilidade às condições iniciais de um sistema tão complexo como o clima. Lorenz tinha descoberto um sistema caótico.

Por outro lado, um sistema linear tem uma complexidade reduzida e é bastante previsível (por linear entende-se que o gráfico do seu modelo matemático é uma recta). Um exemplo clássico é o de uma fábrica: intuitivamente, o número de trabalhadores deve ser proporcional à quantidade de produto

final. Na realidade, esta relação não se verifica exactamente, porque uma fábrica é um sistema não-linear: os sistemas lineares não são a regra, mas a excepção.

Se tivermos em conta que dinâmico implica não constante e não periódico (como o atrator de Lorenz), podemos dizer que a Teoria do Caos estuda sistemas dinâmicos não-lineares ou, de uma forma mais simples, sistemas deterministas (regidos por leis exactas) cuja elevada sensibilidade às condições iniciais origina resultados aparentemente aleatórios. E a "linguagem do Caos" é a própria geometria fractal: só esta permite a irregularidade infinitesimal e só esta nos dá a noção de que uma perturbação numa escala microscópica pode estar associada a uma perturbação de enormes proporções, através das ideias de escala e padrão; enfim, só esta permite descrever um Universo que é bastante mais rico do que a Geometria de Euclides pode conceber.

Uma nova visão do mundo

Apesar de bastante recentes, o Caos e os fractais já se espalharam por quase todos os domínios da actividade humana e as suas aplicações parecem não ter limites.

Na Matemática, a análise de dados caoticamente dispersos impulsionou a evolução do tratamento estatístico e da noção de probabilidade. Por outro lado, a geometria fractal aprofundou a ideia intuitiva de infinito.

Na Física, o conceito de Caos traz uma nova luz sobre a entropia, que mede também a complexidade de um sistema, e sobre os fundamentos da Mecânica Quântica, nomeadamente o Princípio de Incerteza de Heisenberg.

Na Astronomia, sabe-se há muito que o Sistema Solar não "funciona com a precisão de um relógio suíço". Poincaré foi o primeiro a demonstrar a dificuldade em determinar órbitas de astros a longo prazo (como já foi referido). Recentemente, revelou-se que essas órbitas (no estudo realizado, da Terra e de Marte) têm uma evolução caótica, num intervalo de tempo da ordem das centenas de milhões de anos.

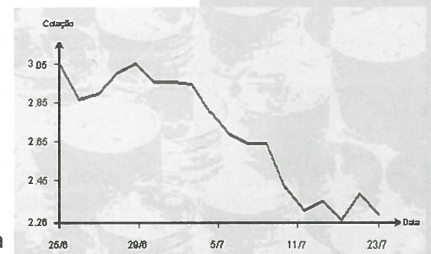
Na Sismologia, o estudo da distribuição caótica da localização e intensidade dos sismos tem contribuído para a cartografia de falhas sísmicas.

Na Biologia, o Caos está a ser usado para identificar processos evolutivos que permitem um novo entendimento do algoritmo genético, simulações realistas de formas de vida artificiais e uma nova abordagem da actividade cerebral.

Na Medicina, descobertas recentes indicam que o coração bate a um ritmo fractal e que um batimento quase periódico é sintoma de insuficiência cardíaca.

No campo das Ciências Humanas e mesmo das Ciências Policiais, o Caos tem sido aplicado ao estudo do comportamento de multidões.

Na Economia, a análise das bolsas tem indicado que os valores das acções se comportam de forma aparentemente aleatória a curto prazo, mas que apresentam um certo padrão a médio e longo prazo. É de notar que, se olharmos para a evolução da bolsa no período de um mês, uma semana, um dia ou algumas horas, o gráfico não perde o seu detalhe, tal como um fractal. Em 1997, dois americanos ganharam o Prémio Nobel da Economia, após terem encontrado uma fórmula que permite prever aplicações financeiras.



Na Linguística, a evolução dos dialectos tem sido estudada com base na Teoria do Caos.

Na Arte, as influências estéticas são ainda difíceis de determinar, tal é a ruptura com os padrões clássicos que estas descobertas potenciam. A geometria fractal revolucionou o realismo visual, sendo usada na criação de imagens espectaculares e de mundos bizarros para jogos, animações e filmes, com detalhe variável de acordo com a escala, evitando

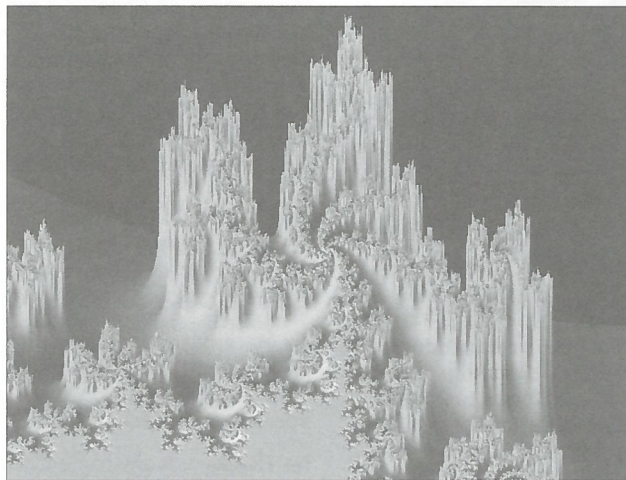
CIÊNCIA

a *pixelização*. E é impossível determinar os avanços que os meios computacionais cada vez mais potentes auguram. Este realismo sem precedentes inspira artistas de todas as áreas, introduzindo novos símbolos que acompanham as novas mentalidades.

Nota final

Muitos consideram que, a par da Relatividade e da Física Quântica, a Teoria do Caos é uma das grandes revoluções científicas do século XX. E se ainda temos uma noção um pouco difusa, ou caótica, do seu significado profundo, não podemos negar a eficiência das suas aplicações.

Mas o Caos tem também consequências filosóficas drásticas. Durante milhares de anos, muitos cientistas julgaram que, na posse das leis físicas que regem o Universo, seria possível prever o futuro. Hoje, o determinismo é apenas um conceito teórico: nunca possuiremos aparelhos de medida suficientemente poderosos para que os erros experimentais (o ruído, como é costume designar) não influenciem as previsões. A Teoria do Caos e o Princípio de Incerteza de Heisenberg fizeram ruir o positivismo científico e vieram lembrar que a Ciência se baseia sempre em modelos, mas ambos trouxeram novos instrumentos para os aperfeiçoar.



Fractal utilizado com fins artísticos

O que é nos fascina então neste Caos, que veio destruir as aspirações humanas de ordem universal? É que ele é um velho conhecido do Homem: das suas emoções, das suas atitudes, das suas decisões. Ele representa aquilo que temos de espontâneo, mesmo quando tentamos ser racionais. Ele representa as incertezas de sempre, mesmo quando achamos que temos resposta para tudo. Mas também representa que temos algo a dizer sobre o nosso futuro, que as nossas acções, por insignificantes que pareçam no geral, podem ter um peso fundamental; que o devir não deixou de estar nas nossas mãos. Ele representa o próprio Homem.

Bibliografia

DIAS DE DEUS, Jorge *et alii* – Introdução à Física. Mc Graw Hill, 1999.

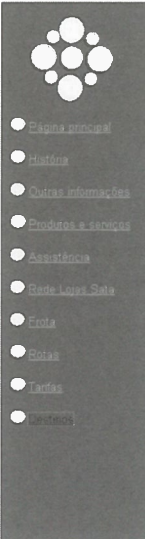
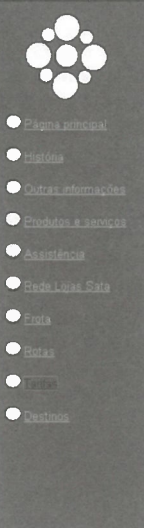
Anais do Clube Militar Naval, Clube Militar Naval, Julho a Setembro de 1991, pp. 421-424.

MANDELBROT, Benoît – Objectos Fractais. Coleção Ciência Aberta, Gradiva Editora, 1992.

GLEICK, James – Caos - A Construção de uma Nova Ciência. Col. Ciência Aberta, Gradiva Editora, 1989.

Avulso

Estas imagens são um extracto do trabalho «Página da SATA» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência, que consiste numa remodelação da página da SATA Air Açores.



DESTINOS



Para mais informações clique sobre a ilha pretendida

por Vítor Fonseca & Nídia Anunciação



TARIFAS

De / Para	SMA	PDL	TER	GRW	SJZ	PIX	HOR	FLW	CYU
S. Maria (SMA)	-	B	D	E	E	E	E	E	E
P. Delgada (PDL)	B	-	C	D	D	D	D	E	E
Terceira (TER)	D	C	-	B	B	C	C	E	E
Graciosa (GRW)	E	D	B	-	B	B	B	E	E
S. Jorge (SJZ)	E	D	B	B	-	B	B	E	E
Pico (PIX)	E	D	C	B	B	-	B	E	E
Faial (HOR)	E	D	C	B	B	B	-	D	D
Flores (FLW)	E	E	E	E	E	E	D	-	A
Corvo (CVU)	F	F	E	E	E	E	D	A	-

Tarifa A



FROTA

3 - ATP

Envergadura	30.06 m
Comprimento	26 m
Altura	7.1 m
Nº Passageiros	64
Velocidade Cruzeiro	440 Km/h
Raio Acção	2.600 Km

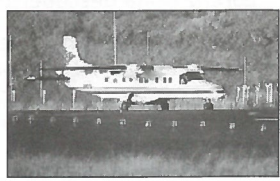


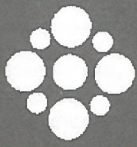
Tarifa B



1 - Domier 228

Envergadura	16.9 m
Comprimento	16.6 m
Altura	4.9 m
Nº Passageiros	18
Velocidade Cruzeiro	434 Km/h
Raio Acção	972 Km





- [Página principal](#)
- [História](#)
- [Outras informações](#)
- [Produtos e serviços](#)
- [Assistência](#)
- [Rede Lojas Sata](#)
- [Frota](#)
- [Rotas](#)
- [Tarifas](#)
- [Destinos](#)

HISTÓRIA

Certamente sob a inspiração das asas pioneiras a que os Açores já se haviam habituado, desde que no espelho das suas águas amareou o primeiro avião a cruzar Atlântico Norte, no já longínquo ano de 1919, um grupo de Açorianos notáveis tomou a iniciativa de lançar os fundamentos da SATA Air Açores, dando vida, em 21 de Agosto de 1941, à Sociedade Açoriana de Estudos Aéreos.

Eram passados seis anos sobre a sua fundação quando, a 15 de Junho de 1947, se iniciaram, com um avião Beechcraft para 7 passageiros, de matrícula CS-TAA, as operações da companhia com a realização de um voo entre São Miguel e Santa Maria.

Tendo sido constituída como empresa privada, o estatuto da empresa evoluiu e, em 1980, a SATA foi transformada em empresa pública sob tutela do Governo Regional dos Açores passando a designar-se Serviço Açoriano de Transportes Aéreos, E.P., embora mantendo o acrónimo de sempre - SATA.

Ao assumir-se como empresa de transporte aéreo moderna a SATA aderiu, em 1990, à European Regional Airlines Association, ERA, e à International Air Transport Association, IATA.

Em 1994, pela passagem do seu quinquagésimo aniversário a International Civil Aviation Organization, ICAO, decidiu atribuir uma medalha de honra comemorativa dessa efeméride a uma entidade ou individualidade que, em cada Estado Membro, tenha dado um relevante contributo ao desenvolvimento da aviação civil. Em Portugal essa medalha foi atribuída à SATA.

As características da operação nos Açores obrigaram-nos a adaptar à evolução de um sector que, a nível mundial, enfrenta uma grande mudança.

Empenhámo-nos, por isso, na mudança da companhia, tomando-se medidas tendentes à redução e flexibilização da estrutura da empresa, à utilização de tecnologia mais adequada à nossa dimensão e mercado e à melhoria do sistema de gestão e seu controlo.

Dinamizou-se a actividade comercial da SATA, alterando o seu esquema tarifário de forma a oferecer um conjunto de tarifas capazes de promover o tráfego. Além disso foi criada a tarifa de residente. Em resultado destas alterações tarifárias regista-se um significativo aumento do tráfego inter-ilhas.



de Havilland DH104 DOVE



Douglas DC3 DAKOTA - 1964-75



British Aerospace AVRO HS748 - 1970-89



British Aerospace ATP 1989

Avulso

Este artigo é um extracto do trabalho «O som — construção de tubos sonoros» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

O som

Como se originam os sons?

Todos os sons resultam de vibrações dos objectos. Por exemplo, o som que se ouve quando se puxa a corda de uma guitarra é devido à vibração da corda.

Contudo, o Homem só ouve vibrações sonoras se entre a fonte produtora do som e os ouvidos existir um material que propague essas vibrações (materiais sólidos, líquidos ou gasosos).

Assim, a vibração que se produz (por exemplo, quando se dedilha uma guitarra) actua sob a forma de impulso nas partículas que constituem o ar que estão mais próximas da fonte sonora, e que vibram também. Por sua vez, a vibração destas origina a vibração das partículas do ar que se situam a seguir e o processo vai-se repetindo, à medida que o som se propaga. Deste modo, as partículas do ar aproximam-se, afastando-se em seguida: sucedem-se no ar uma série de compressões e rarefações a que se chama **ondas sonoras**.

O ar à nossa volta está habitualmente a uma certa pressão atmosférica: a essa pressão corresponde um certo afastamento das partículas que constituem o ar.

por Ana Margarida Figueiredo & Ana Rita Mota

Quando as partículas do ar próximas de, por exemplo, um altifalante são comprimidas, há um aumento de pressão na zona de compressão. Na zona de rarefacção do ar ocorre, pelo contrário, uma diminuição da pressão. A propagação das ondas sonoras no ar corresponde justamente a esta sucessão de variações de pressão de ar.

Em suma, o som é um fenómeno ondulatorio e a sua propagação só se pode efectuar em meios materiais (sólidos, líquidos ou gasosos).

Qualidades do som

O ouvido humano distingue os sons de acordo com três atributos: a altura, a intensidade e o timbre. Além deste três atributos é, por vezes, importante ter em conta a duração do som. Entende-se por duração de um som o intervalo de tempo durante o qual esse som é audível para o homem.

A altura é a qualidade que nos permite classificar os sons em agudos e graves.

De acordo com a intensidade que percebemos, dizemos que um certo som é «forte» ou «fraco».

Pelo timbre, também designado por qualidade de som, estabelecem-se diferenças entre sons da mesma altura e com a mesma intensidade e classificamo-los como diferentes.

Timbre, intensidade e altura podem ser explicados através das grandezas físicas que caracterizam as ondas sonoras.

CIÊNCIA

Intensidade

A intensidade é a energia transportada pela onda sonora que atravessa a unidade de área de uma superfície situada perpendicularmente à direcção de propagação, por unidade de tempo. Assim, a unidade no sistema SI de intensidade é o Wm^{-2} . Usualmente, no entanto, mede-se a intensidade em Wcm^{-2} .

A intensidade de um som depende da amplitude da onda, mas é independente da frequência. Assim, podemos ter um som forte (muito intenso) de baixa frequência (grave) ou um som fraco (pouco intenso) de alta frequência (agudo).

Quando os estudiosos desta matéria pretenderam construir uma escala que cobrisse toda a gama de sons audíveis pelo ouvido humano, depararam-se com uma dificuldade: o leque de intensidades captadas era tão vasto que tornava difícil a sua representação. Para se ter uma ideia, basta referir que, entre a intensidade do som mais forte detectado pelo ouvido humano e a intensidade do mais fraco, há uma razão de ordem de grandeza de 10^{12} !

Recorreram então a uma escala logarítmica, introduzindo também uma nova grandeza, o **nível de intensidade acústica**. Define-se o nível de intensidade sonora (em decibel - dB) pela expressão

$$\beta = 10 \log_{10} (I / I_0)$$

em que I_0 representa uma intensidade de referência, normalmente a do som mais débil que se pode ouvir (da ordem de grandeza de 10^{-12}Wm^{-2}). A unidade desta nova grandeza é o bel¹ (símbolo B), igual a 10 decibel (dB).

Apliquemos a equação anterior a dois casos extremos.

Primeiramente a um som cuja intensidade é da ordem de grandeza do som mais fraco que é possível ouvir:

$$\beta = 10 \log_{10} (10^{-12} / 10^{-12}) = 10 \log_{10} (1) = 0$$

Conclui-se que o nível de intensidade é zero decibel.

Seguidamente apliquemos a mesma equação a um som cuja intensidade está no outro extremo ($I = 10 \text{Wm}^{-2}$), ou seja, a de um som muito forte mas sem causar ainda qualquer dano no ouvido:

$$\beta = 10 \log_{10} (10 / 10^{-12}) = 10 \log_{10} (10^{13}) = 130$$



Conversa em voz baixa
 $\beta = 20 \text{ dB}$
 $I = 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$



Conversa normal
 $\beta = 60 \text{ dB}$
 $I = 10^{-6} \text{ Wm}^{-2}$



Metropolitano
 $\beta = 100 \text{ dB}$
 $I = 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$



Avião a jacto potente
 $\beta = 130 \text{ dB}$
 $I = 10 \text{ Wm}^{-2}$

É a partir deste valor — 130 dB — que o som se torna nocivo. Há, no entanto, autores que situam este limite em 120 dB.

Nesta página há alguns exemplos de intensidades e respectivos níveis de intensidade.

Estudos feitos sobre os efeitos prejudiciais causados no ouvido humano por sons demasiados intensos revelam o aparecimento de surdez em jovens que ouvem, durante horas consecutivas, música ruidosa ou também em trabalhadores que não se protegem convenientemente no exercício de certas profissões que os submetem a grandes ruídos.



Automóvel em andamento moderado
 $\beta = 50 \text{ dB}$
 $I = 10^{-7} \text{ Wm}^{-2}$

O som (o ruído) pode, assim, ser considerado como agente "poluidor" e existe regulamentação que limita o nível de intensidade sonora permitido em locais de trabalho, na via pública e nas habitações.

Altura

A altura de um som está relacionada com a frequência da onda sonora.

Assim, um som agudo corresponde a uma frequência elevada, um som grave corresponde a uma baixa frequência. O lá normal tem a frequência de 440 Hz, sendo esta frequência usada como padrão de altura.



Rua com muito tráfego
 $\beta = 70 \text{ dB}$
 $I = 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$

Os limites da audibilidade, para o ouvido humano, são normalmente os 20 Hz e os 20 000 Hz; na música, as frequências utilizadas situam-se entre 30 e 4000 Hz.

Entrando em conta com a intensidade do som, sucede que, para cada frequência, há um mínimo de intensidade abaixo do qual o som não é audível: o valor mais baixo destes mínimos situa-se nos 2000 Hz, apresentando o ouvido humano a sua máxima sensibilidade para esta frequência.

No outro extremo há um máximo de intensidade para cada frequência: o máximo dos

máximos corresponde à frequência de 1000Hz, zona onde o ouvido humano apresenta a sua maior sensibilidade.



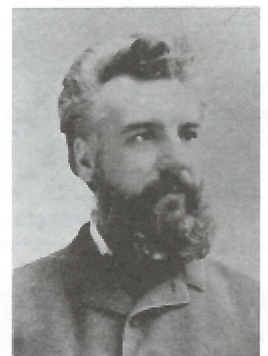
Banda de rock
 $\beta = 120 \text{ dB}$
 $I = 1 \text{ Wm}^{-2}$

Timbre

O timbre distingue sons da mesma intensidade e da mesma

altura, emitidos por instrumentos diferentes.

O timbre está relacionado com o facto de que os sons que ouvimos correspondem, na sua maioria, a uma combinação de várias ondas, formando uma onda complexa. O timbre depende justamente das ondas que constituem



Alexander Graham Bell, 1847-1922

¹ Em homenagem a Alexander Graham Bell, o inventor do telefone.

uma onda complexa.

Desta forma, uma nota musical, produzida por um instrumento, resulta da sobreposição de um som fundamental (o de menor frequência) com sons de frequências múltiplas do som fundamental, chamados harmónicos (Figura 1). O timbre varia com o número, a frequência e a intensidade dos sons que se sobrepõem ao fundamental.

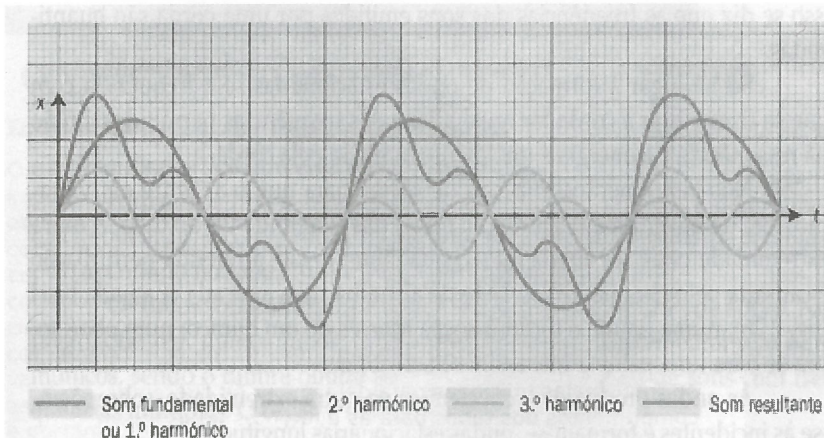


Figura 1: Som com três harmónicos

Um exemplo de som correspondendo a uma só frequência, chamado um som puro, é o som produzido por um diapasão.

Velocidade de propagação do som

Embora tenham sido levada a cabo ao longo de todo o século 19 a maior parte das experiências que conduziram à medição da velocidade do som, já Newton havia afirmado que a velocidade de propagação do som num gás devia ser inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade do gás, dependendo, além disso, da sua pressão.

As medições da velocidade de propagação do som no ar basearam-se no conhecimento, já então existente, do eco.

Como se sabe, a formação do eco resulta da propriedade que as ondas sonoras têm de se reflectir quando encontram um obstáculo. Deste modo, medindo o tempo decorrido entre a emissão de um sinal sonoro e a audição do eco e conhecendo a distância a que o obstáculo se encontrava, foi possível determinar a velocidade de propagação do som no ar. Os valores então obtidos não se afastaram muito dos valores mais recentes.

Para o ar a 0 °C, a velocidade de propagação do som é, em valor absoluto, 330 m/s. Para os líquidos, ou melhor, para a água, as experiências realizadas por Colladon e Sturton, em 1828, no lago Léman, conduziram ao resultado de 1435 m/s.

Para os gases em geral, a velocidade de propagação do som está relacionada com a pressão e a densidade, pela expressão:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

onde p representa a pressão média do gás, ρ a densidade e γ o índice adiabático do gás. A intervenção deste índice justifica-se porque a sucessão de compressões e de expansões associadas à propagação das ondas sonoras se processa tão rapidamente que não chega a haver transferências de calor (entre zonas a diferentes

temperaturas) tornando assim possível que se considere o processo adiabático.

Por outro lado, supõe-se que o comportamento do gás é o de um gás ideal.

Propagação do som

As ondas sonoras necessitam de um material para se propagarem (meio).

Se encerrarmos um despertador dentro de uma campânula de vidro e extrairmos o ar que estava dentro da campânula, verificamos que deixamos de ouvir o despertador. Porquê?

A resposta é simples... Repare-se que a onda sonora corresponde a uma sequência de compressões e rarefácções. Quando se faz o vazio dentro da campânula, as vibrações correspondentes ao tique-taque do relógio deixam de se poder transmitir por ausência de suporte material.

Por isso, o som não se propaga no espaço (onde não há atmosfera), ou na lua. Como tal, os astronautas têm que comunicar usando ondas de rádio.

As ondas estacionárias e os tubos sonoros

Nas cordas vibrantes e nos tubos com ar dos instrumentos musicais, são ondas estacionárias que se produzem, pois as ondas propagam-se num meio elástico limitado.

Antes de mais, é necessário explorar o conceito de ondas estacionárias.

O que distingue verdadeiramente as ondas estacionárias das outras ondas é o facto de que, nestas, não há propagação de energia. Por exemplo, se prendermos e extremidade de uma mola em hélice e lhe aplicarmos um impulso exterior, a mola recebe energia e armazena-a localmente nos nodos e ao mesmo tempo perde-a devido ao amortecimento, não havendo portanto propagação de energia na mola. Verifica-se ainda que:

- A onda é reflectida na extremidade fixa de tal forma que, se propaga numa outra onda, em sentido contrário ao da primeira. A onda incidente e a reflectida sobrepõem-se.
- Há pontos, N , cuja alongação resultante é sempre nula. Chamam-se **nodos**.
- Entre dois nodos consecutivos, os pontos estão todos na mesma fase de vibração, mas com diferentes amplitudes. Aos pontos que atingem a máxima amplitude chama-se **ventres**.

Considerem-se agora tubos sonoros abertos (tubos em que é aberta a extremidade oposta àquela por onde entra o ar).

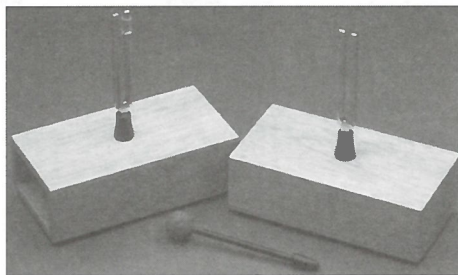


Figura 2: Diapasões

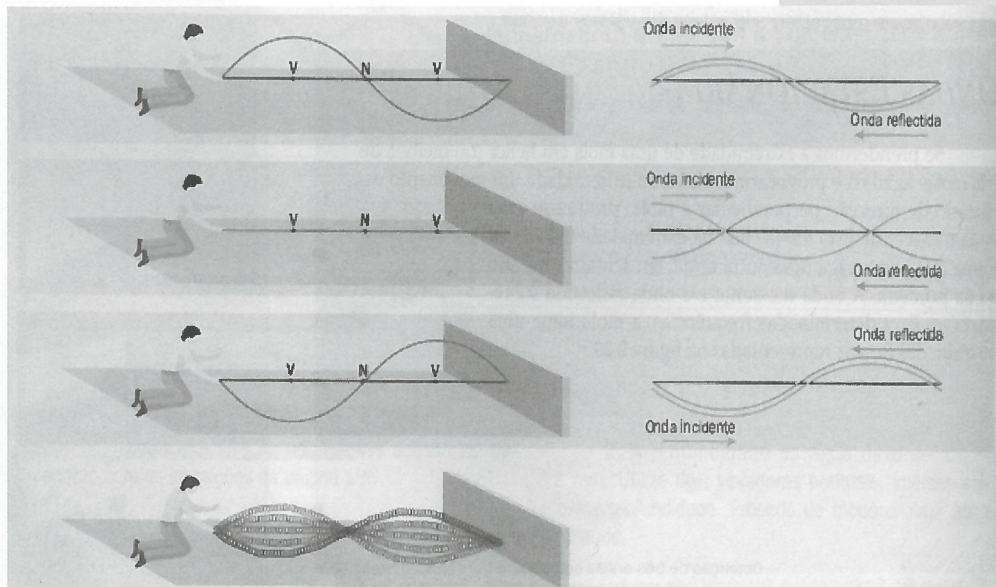


Figura 3: Formação de uma onda estacionária

CIÊNCIA

Nessa extremidade aberta, que fica à pressão atmosférica, forma-se um nodo de pressão. Dado que a pressão está desfasada $\pi/4$ em relação ao deslocamento, um nodo de pressão corresponde a um ventre de deslocamento. Os modos de vibração possíveis são os que a Figura 4 apresenta. O comprimento do tubo l é múltiplo de meio comprimento de onda λ , isto é, $l = n \lambda / 2$.

Como a frequência f verifica $f = v / \lambda$, as frequências permitidas são múltiplos inteiros de $v / 2 l$:

$$f = n v / 2 l$$

Para $n = 1$, tira-se a frequência do som fundamental. Para $n = 2, 3$, etc., obtêm-se as frequências dos segundo e terceiro harmónicos respectivamente.

Na realidade, o ventre de deslocamento na extremidade aberta ocorre a uma distância geralmente igual a $0,6 r$, em que r é o raio do tubo. O comprimento efectivo do tubo é assim:

$$0,6 r + l$$

Nos instrumentos musicais de sopro, para que o ar entre em vibração, tem de haver uma perturbação numa das extremidades do tubo. Num órgão, a referida perturbação é causada pelo choque de um jacto de ar numa peça aguçada chamada bisel (Figura 5).

No caso da flauta, também o ar é insuflado contra uma aresta em ângulo agudo, formando turbilhões que produzem as oscilações no ar.

Figura 5: Tubo de órgão. Insuflando ar, produz-se um remoinho de ar na extremidade aguçada do bisel, b.

É importante realçar que a frequência de um som num tubo sonoro depende do comprimento deste; já o timbre depende do material de que é feito e da forma (incluindo o diâmetro do tubo).

Cálculos necessários à construção dos tubos sonoros

Utiliza-se a fórmula:

$$f = n v / 2 l \quad n=1,2,3\dots$$

Para $n = 1$, e sendo f a frequência fundamental,

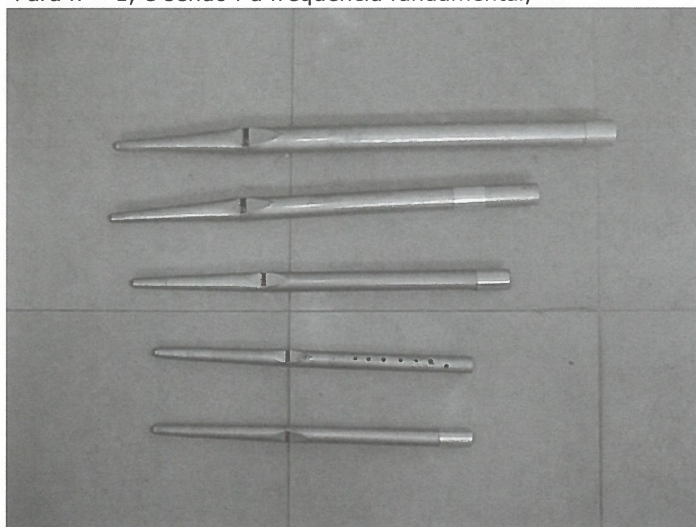


Figura 6: Fotografia ilustrativa de tubos sonoros, incluindo um tubo-flauta.

$$f = v / 2 l \Leftrightarrow l = v / 2 f$$

Para $v = 344 \text{ m/s}$, vem

Nota	Frequência (Hz)	Comprimento (m)
Do	264	0,652
Re	297	0,579
Mi	330	0,521
Fa	352	0,489
Sol	396	0,434
La	440	0,391
Si	495	0,347
Do	528	0,326

As frequências utilizadas para determinar os diferentes comprimentos dos tubos para as diferentes notas foram calculadas através do livro «The Physics and Psychophysics of Music» (de Juan G. Roeder), onde vinham determinados os diferentes intervalos numa determinada escala.

Assim sendo, temos

Nota	Frequência
Do	f
Re	$9 f / 8$
Mi	$5 f / 4$
Fa	$4 f / 3$
Sol	$3 f / 2$
La	$5 f / 3$
Si	$15 f / 8$
Do	$2 f$



Figura 7: Flauta transversal



Figura 8: Órgão de tubos

Este artigo é um extracto do trabalho «O genoma humano» apresentado no 19º Encontro Juvenil de Ciência.

O genoma humano

Introdução

O projecto do genoma humano foi iniciado no ano de 1988. O seu grande objectivo é cartografar a sequência completa do DNA humano. Foi iniciado em Washington, Estados Unidos e é considerado a maior iniciativa científica desde as missões Apolo que colocaram o Homem na Lua. Uma das vantagens deste projecto é poder-se assim identificar os genes defeituosos e portanto conseguir-se construir e descobrir formas de curar estas anomalias assim como formas de combater doenças.

Este projecto vai contribuir para um muito mais vasto conhecimento do ser humano e quando estes resultados estiverem ao serviço da humanidade prevê-se que ocorra uma revolução na forma de tratamento de doenças.

A ideia deste estudo coordenado em torno do projecto do genoma humano surgiu de uma série de conferências que decorreram entre 1985 e 1987. Embora iniciado em 1988, o projecto foi só lançado em 1990 com um grande apoio dos fundos do governo norte-americano. Embora este projecto tenha grande participação dos Estados Unidos existe uma grande contribuição de diversos países para este projecto, particularmente dos membros da União Europeia e do Japão.

Prevê-se que este projecto esteja terminado por volta de 2003.

Uma das questões que se mais coloca é: onde se toda esta informação sobre o nosso corpo?

Sabemos através de numerosos estudos que foram efectuados que esta grande informação se encontra no núcleo das células sob a forma de uma estrutura a qual chamamos DNA.

Proteínas

O nosso organismo, assim como o de todas as espécies, é constituído por diversos constituintes orgânicos dos quais se podem distinguir os glícidos, os lípidos, a água, os sais minerais, as vitaminas e ainda as proteínas. Todos eles têm diversas funções e podemos destacar a fundamental importância das proteínas por serem as constituintes de todas as células humanas e também por terem um carácter estrutural. Existem cerca de 10 000 proteínas do corpo humano.

Mas serão estas um composto orgânico elementar? Não há mais nenhuma separação possível? Qual é a matéria prima?

As proteínas são substâncias complexas compostas por aminoácidos unidos por

ligações peptídicas. A sequência de aminoácidos nas cadeias polipeptídicas determina a morfologia da molécula.

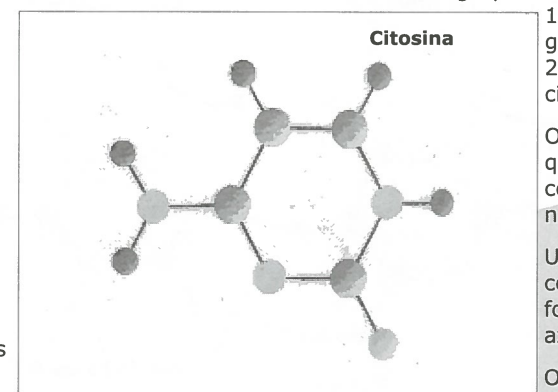
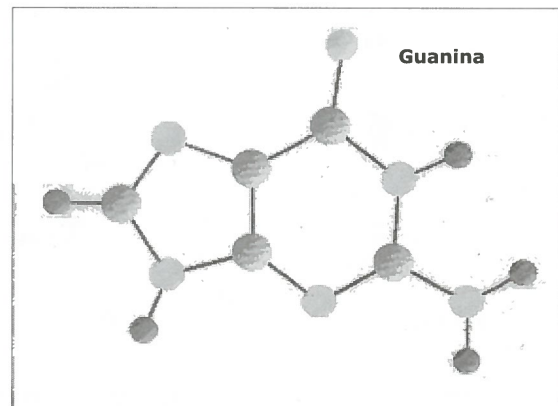
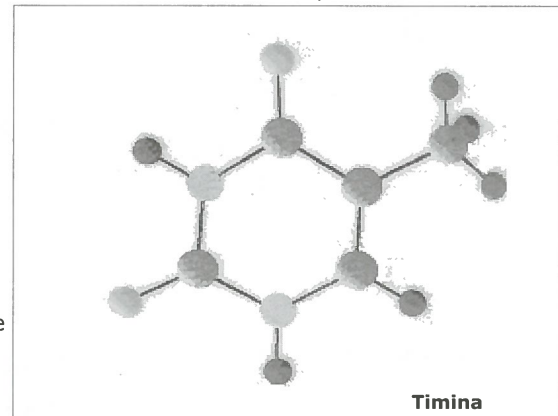
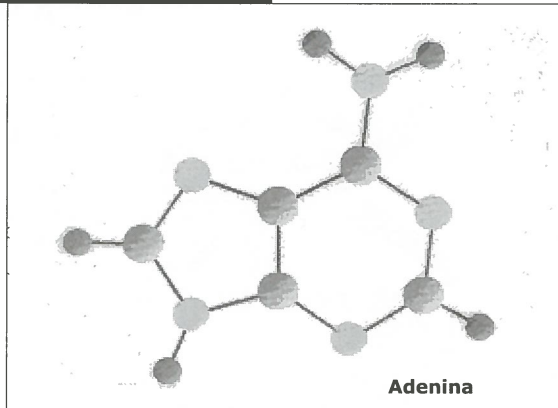
Qual é então a constituição dos aminoácidos?

É um grupo de moléculas orgânicas solúveis em água compostas principalmente de carbono, oxigénio, hidrogénio e azoto, contendo um grupo amina básico (-NH₂) e um grupo ácido carboxilo (-COOH). As unidades de construção das proteínas são 20 aminoácidos para o caso do ser humano. Dois ou mais aminoácidos associados formam peptídeos. As proteínas são formadas por polipeptídeos que se dobras ou enrolam em formas características.

Quem ordena a forma como estes 20 aminoácidos e forma como estes se dispõem nas cadeias proteicas assim como a sua produção ou mesmo as quantidades em que devem ser produzidos?

Na verdade estes aminoácidos não se dispõem de uma forma aleatória por toda a molécula da proteína. Os seres vivos possuem, no interior das células, uma substância chamada DNA (ácido desoxirribonucleico), que nos seres procarióticos (seres unicelulares que se caracterizam por as suas células não terem um núcleo delimitado do citoplasma) se encontra disposta no hialoplasma; nos eucariontes (seres vivos constituídos por uma ou mais células, e em que estas têm um grau de desenvolvimento muito maior, já

com uma membrana que separa o núcleo celular do citoplasma) o DNA encontra-se no núcleo.



O DNA

Como observamos o DNA é responsável por toda a informação necessária para a síntese de DNA e proteínas do ser. Mas que tipo de constituição e estrutura confere ao DNA uma tão importante função biológica?

No DNA podem identificar-se três constituintes fundamentais:

- Ácido fosfórico — confere ao DNA as suas características ácidas.
- Pentose — no DNA a pentose que surge é a desoxirribose (C₅H₁₀O₄).
- Bases azotadas — no DNA as bases azotadas diferentes, que formam dois grupos:

- 1) bases de anel duplo — adenina (A) e guanina (G);
- 2) bases de anel simples — timina (T) e citosina (C).

O DNA (ácido nucleico) é um polímero em que as unidades básicas que o constituem, ou seja, os monómeros, são nucleótidos.

Um nucleótido é constituído por três componentes diferentes: um grupo fosfato, uma pentose e uma base azotada.

Os nucleótidos são designados pela base

CIÊNCIA

que entra na sua constituição. Assim, podem considerar-se quatro categorias de nucleótidos: nucleótido adenina, nucleótido guanina, nucleótido citosina, nucleótido timina.

Os nucleótidos podem unir-se sequencialmente, constituindo uma cadeia polinucleotídica.

Através do microscópio electrónico verificou-se que a espessura de uma molécula de DNA (2 nm) é dupla da de uma cadeia polinucleotídica (1 nm). Por isso surge a hipótese de que a estrutura do DNA seja em dupla hélice. Cada molécula de DNA é constituída por duas cadeias polinucleotídicas enroladas helicoidalmente à volta de um mesmo eixo.

Este modelo explicativo da estrutura do DNA mostra que:

- as bandas laterais da hélice são formadas por moléculas de fosfato, alterando com moléculas de desoxirribose, e os «degraus» centrais são pares de bases ligados entre si por ligações hidrogénio;
- as bases que emparelham são bases complementares: a adenina liga-se à timina (A=T) por duas ligações hidrogénio; a guanina liga-se à citosina (G≡C) por três ligações hidrogénio;
- embora exista um pequeno número de tipos diferentes de nucleótidos (apenas quatro), como cada um pode estar presente um grande número de vezes e podem existir diferentes ordenações desses nucleótidos, é possível uma grande diversidade de moléculas de DNA: cada indivíduo tem o seu próprio DNA.

Analisada a estrutura da molécula de DNA, suporte da informação genética, pode-se agora compreender que genes é que são os segmentos da molécula de DNA que contêm determinada informação. Cada gene pode conter milhares de pares de nucleótidos.

O número de bases, a sua natureza e a ordem pela qual estão organizadas diferem de gene para gene. Estes segmentos de informação genética controlam a síntese de proteínas e toda a actividade celular.

Porém como é que esta estrutura e as diferentes bases na sequência de genes fazem com que a estrutura das proteínas seja uma determinada e não outra?

A informação para a ordenação dos aminoácidos está contida no DNA sob a forma de um código que reside na sequência das bases azotadas da molécula. O processo resume-se, basicamente, na transformação da linguagem codificada do DNA (sequência de nucleótidos) para a linguagem de proteínas (sequência de aminoácidos).

Estabeleceu-se um código de correspondência, o código genético, entre a linguagem de quatro «letras» dos ácidos nucleicos (os nucleótidos A, T, G, C) e a linguagem dos vinte aminoácidos das proteínas.

Se cada nucleótido codificasse um aminoácido apenas codificaríamos quatro aminoácidos; se por sua vez cada dois nucleótidos (duas letras) codificassem um aminoácido só se poderiam codificar 16 aminoácidos diferentes, o que é também insuficiente para os cerca de 20 aminoácidos.

Porém, se esta codificação consistir numa sequência de três nucleótidos (três letras) passam a existir 64 possibilidades, o que é mais que suficiente para codificar os cerca de 20 aminoácidos.

Portanto os investigadores orientam-se para esta última hipótese, considerando um código de três nucleótidos consecutivos de DNA, os quais constituem um tripleto, que representa a mais pequena unidade da mensagem genética.

Mutações

Os genomas dos indivíduos podem, em circunstâncias diversas, alterar-se. Estas alterações genotípicas bruscas chamam-se mutações, e os indivíduos que as manifestam designam-se por mutantes.

As mutações podem ocorrer quer nas células somáticas quer nas células da linha germinativa.

Uma mutação somática pode originar um conjunto ou um clone de células mutantes idênticas entre si, que se distinguem facilmente das restantes células do indivíduo.


Em termos hereditários, uma mutação somática não é obviamente transmitida à descendência, a não ser em casos de reprodução assexuada. Pelo contrário, uma alteração ao nível das células da linha germinativa é susceptível de ser transmitida aos descendentes.

O efeito de uma mutação numa célula pode ser tão pequeno que não seja possível evidenciar-se facilmente, mas pode ser tão

significativo que conduza à morte da célula ou do organismo. A maioria das mutações encontram-se compreendidas entre estes dois extremos.

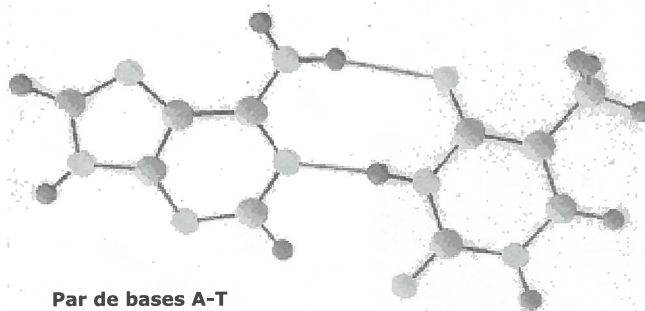
As mutações podem ocorrer a dois níveis:

Mutações génicas — quando se dá uma alteração num gene, por vezes apenas num dos seus nucleótidos, constitui-se um alelo desse gene, isto é, uma nova versão do gene.

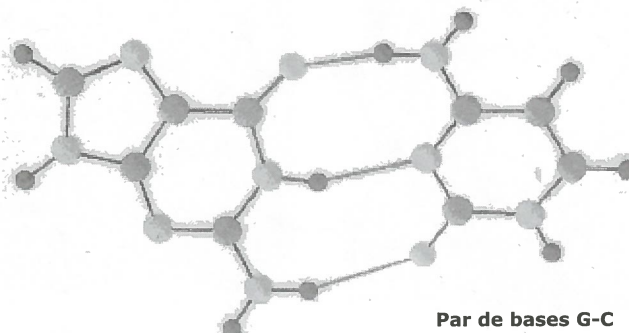
Mutações cromossómicas — quando ocorrem alterações ao nível de porções de cromossomas, ou de cromossomas completos, ou mesmo ao nível de conjuntos de cromossomas. 



Modelo da dupla hélice da molécula de DNA



Par de bases A-T



Par de bases G-C

Mecânica Quântica e o Gato de Schr... Schr... Schrödinger!

Para os mais curiosos este assunto não é de todo estranho. Mas para muitos, Schrödinger pode ser tudo, até marca de detergente de lavar loiça, excepto o nome de um importantíssimo senhor da Mecânica Quântica!

Este texto pretende dar uma pequena introdução à Física das pequenas coisas — a Mecânica Quântica — e aos fenómenos e curiosidades que nela podemos encontrar. Pressupõem-se alguns conhecimentos básicos nesta área para perceber bem o texto, mas caso tenham alguma dúvida, não hesitem em perguntar!

Mecânica Quântica — o início

Por volta do final do século 19, o mundo da Física desabrochou significativamente na descoberta e investigação do mundo do infinitamente pequeno, sendo feitas descobertas estrondosas sobre a verdadeira composição da matéria.

Primeiro descobriram-se partículas que se julgavam na altura as «inseparáveis», carinhosamente designadas por átomos. Depois descobriram-se os prótons, neutrões e electrões, partículas ainda mais pequenas que se tratavam afinal de constituintes dos átomos. Mais tarde detectaram-se ainda os quarks, depois os neutrinos e assim por diante.

Vários modelos foram propostos para interpretar a posição e trajectória das várias partículas sub-atómicas descobertas; no entanto nenhuma parecia encaixar na perfeição com os resultados experimentais obtidos!

Neils Bohr formulou uma das melhores aproximações para o comportamento do electrão no átomo baseando-se nas leis clássicas da física. Segundo ele, o electrão deslocar-se-ia à volta do núcleo, descrevendo uma trajectória que seguia determinados e invioláveis postulados. O electrão teria uma órbita definida, designada como um nível de energia e não poderia deslocar-se livremente em qualquer ponto do espaço, estando apenas restringido a determinados níveis. A absorção e emissão de energia pelo electrão, que provocava a mudança de níveis, era feita em quantidades discretas.

Bohr formulou as regras certas, mas não foi capaz de explicá-las.

A luz

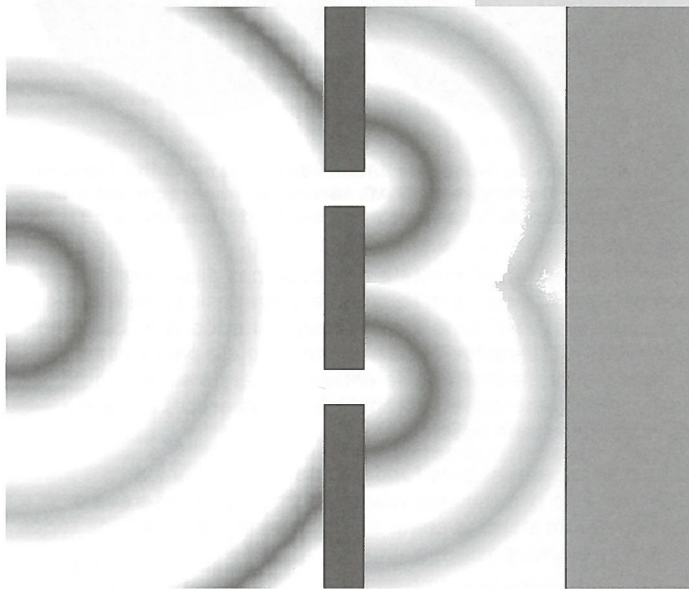
A luz tinha comportamentos estranhos. Por um lado comportava-se como uma onda electromagnética, propagando-se à velocidade de 3×10^8 m/s no vácuo. A luz visível, os infravermelhos, os raios X, são consideradas ondas electromagnéticas que só diferem na frequência com que se propagam. Como analogia para interpretar este comportamento, imaginemos um charco de água onde deixamos cair propositadamente uma pedra. O efeito é visível: uma interferência que cria pequenas ondas que se expandem do centro para a periferia.

Em contrapartida, experiências como o efeito fotoeléctrico indicavam que a luz não se comportava como uma onda.

O efeito fotoeléctrico trata da interacção da luz com um metal. Os metais são caracterizados por possuírem electrões livres que circulam aleatoriamente pelos átomos não estando «presos» a nenhum átomo em particular. Quando se faz incidir um determinado feixe de luz num metal, verifica-se a ejeção desses electrões. Verificou-se que os electrões saíam com mais energia se aumentássemos a frequência (energia) da luz incidente. Por outro lado, se aumentássemos apenas a intensidade da luz (luz mais forte) a energia dos electrões era a mesma, e apenas aumentava o número de electrões ejetados. Na verdade não eram estes os resultados esperados para os electrões! Se a luz se comportasse como uma onda, a

energia dos electrões aumentaria com a intensidade do feixe de luz! A luz tinha de ser formada por partículas (fotões) que transportavam «pacotes de energia», os *quanta* de energia (*quantum* no singular) absorvidos pelos electrões, alterando o seu estado energético. Cada electrão absorveria apenas um fotão, e o aumento da intensidade da luz implicava um aumento de fotões (e não de energia) e um aumento de electrões a absorverem um fotão.

E assim se descreveu a luz de duas maneiras diferentes, designando-se como dualidade onda-corpúsculo.



A experiência das duas fendas

Louis De Broglie, outro grande génio, teve a brilhante ideia de que talvez o comportamento da dualidade onda-corpúsculo não fosse apenas característico da luz. Partículas como um electrão, por exemplo, sendo igualmente pequenas, podiam ter um comportamento semelhante! De Broglie tinha razão.

A experiência das duas fendas

Imaginemos uma fonte de electrões que bombardeia um electrão contra uma parede com duas fendas. A seguir à parede temos um detector que marca o sítio onde o electrão embateu.

Segundo a lógica, teremos que o electrão ou passa pela fenda A, ou pela fenda B. No entanto, o que se constata é que o electrão passa pelas duas fendas ao mesmo tempo, comportando-se como uma onda que se separa ao passar pelas fendas. E no entanto o electrão chega inteiro ao alvo!

Agora imaginemos que queremos «observar» o electrão à saída das fendas. Para isso pomos atrás de cada fenda uma luz forte que, ao receber o electrão, emite um *flash*, tornando o acontecimento observável.

Desta vez constata-se que o electrão passa apenas por uma fenda, interagindo somente com um foco de luz. É quase como se o electrão soubesse à partida com o que ia interagir. O electrão tem vontade própria!?!?

O princípio da sobreposição

Esta não é uma situação fácil de explicar. Por mais que queiramos, não podemos afirmar que o electrão vai passar pela fenda A ou pela fenda B, quando ele pode passar pelas duas simultaneamente.

Imaginemos o exemplo de uma moeda. No senso comum, atiramos uma moeda ao ar e dizemos com firmeza: ou sai cara ou coroa. Até podemos concluir que a probabilidade de sair cara ou coroa é 1/2 em cada caso. Mas, e se sair caras e

CIÊNCIA

coroas ao mesmo tempo?! Esta é uma pergunta completamente disparatada; no entanto, quando se trata de partículas pequenas como um electrão, ela tem de ser aceite.



Cara e coroa de moeda do Imperador romano Galba (nasceu em 24 de Dezembro de 3 AC, tornou-se imperador em 9 de Junho de 68, foi assassinado em 15 de Janeiro de 69)

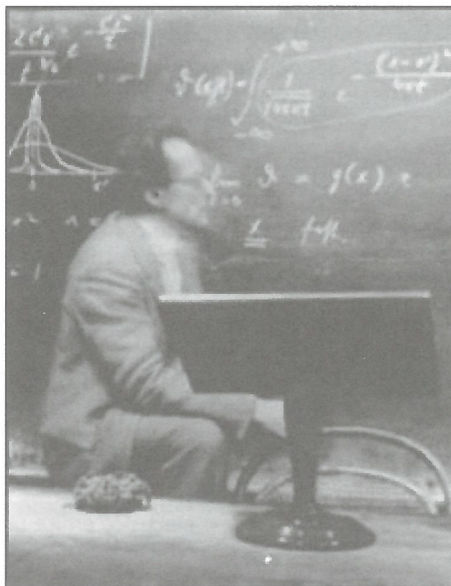
Na verdade o que acontece é que podemos descrever o comportamento do electrão como a sobreposição de todos os estados possíveis, como a sobreposição de todos os caminhos possíveis que ele pode tomar. Neste caso ele passa por duas fendas simultaneamente. No entanto, quando «observamos» o seu comportamento, a sobreposição desaparece, tomando apenas um estado possível.

Este é um dos princípios fundamentais da mecânica quântica — o princípio da sobreposição — que descreve o estado de um sistema como a soma da probabilidade de todos os seus estados possíveis.

Compreendemos agora que o electrão se comporta como uma partícula ou com uma onda, consoante o meio com que interage.

Schrödinger

Schrödinger, motivadíssimo com estas novas perspectivas, começa a pensar em casos simples com um átomo de hidrogénio — um electrão em órbita, à volta de um protão. Bohr tinha chegado às regras e ele tinha a explicação. A forma ideal de descrever a trajectória de um electrão à volta de um protão seria, evidentemente, tratá-lo como uma onda, tal como De Broglie tinha sugerido! Assim, formula uma equação, cujas soluções serão funções de onda. Estas são funções que definem a trajectória do electrão num átomo.



Schrödinger durante uma aula. Para saberes mais sobre a vida de Schrödinger, lê o artigo na página 17.

Reza a história que Schrödinger já magicava o assunto há muito tempo à procura de uma solução viável. Um certo dia, durante um almoço num restaurante a ideia da trajectória do electrão surge-lhe na cabeça. Para não perder uma ideia tão fresca e acabada de formular, Schrödinger puxa de um guardanapo e de uma caneta e desata a escrever, euforicamente, em êxtase. A primeira versão da famosa

equação de Schrödinger foi esboçada num guardanapo!

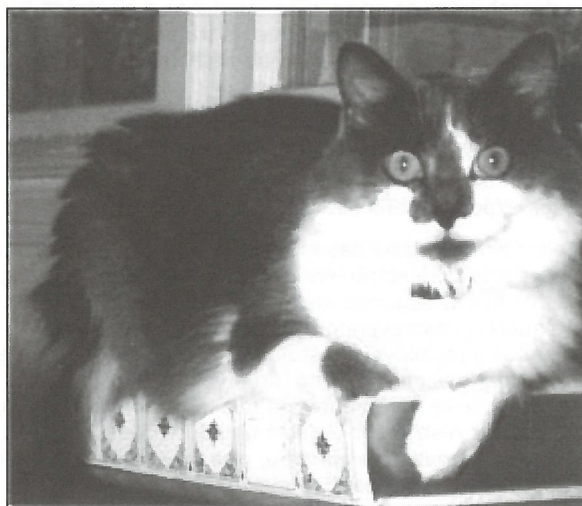
Parecia terem-se finalmente encontrado as leis que gerem o infinitamente pequeno...

Paradoxos

Claro que a nova teoria trouxe consigo imensos paradoxos, pois tudo parecia fugir da lógica! A teoria quântica e o princípio da sobreposição estão realmente fora do senso comum. A Natureza, na nossa escala observável, não admite a sobreposição de duas situações que se dizem contrárias. Não pode estar frio e quente ao mesmo tempo, não podemos estar aqui e ali ao mesmo tempo, quando atiramos uma moeda ao ar não é possível sair caras e coras ao mesmo tempo. Tudo isto seria um absurdo! Mas não em mecânica quântica. A mecânica quântica não vive de acontecimentos possíveis mas sim da probabilidade de eles se darem. Não há a hipótese de se lançar um electrão e de saber que vai ser apanhado num sítio concreto. Há sim a probabilidade de ele ser apanhado num ponto, assim como a probabilidade de ele ser apanhado noutro ponto qualquer, seja ele qual for.

O Gato de Schrödinger

Este é um dos mais famosos paradoxos da teoria quântica.



Gato (*Felix domesticus*)

Imaginemos um gatinho siamês fechado numa caixa cor-de-rosa com uma fitinha azul a embrulhar. ☺ Lá dentro encontra-se também um átomo radioactivo que, a qualquer momento, pode emitir radiação que activa um veneno e que mata o gatinho instantaneamente. O átomo é uma partícula muito pequena cujo comportamento se descreve a partir da mecânica quântica. Assim, temos duas possibilidades: o átomo emitiu energia e o gato morreu, ou o átomo ainda não emitiu energia e o gato continua vivo. Mas tratando-se o átomo de uma partícula quântica, o estado do sistema é uma *sobreposição* das duas possibilidades. Concretamente temos um gato morto e vivo ao mesmo tempo dentro da caixa. (?!?) Ilógico certamente. Mas teoricamente correcto. Enquanto não observarmos o gato, temos duas possibilidades com igual probabilidade e cuja soma descreve o estado do sistema. No entanto, quando observamos o estado do gato, quando abrimos a caixa, o sistema dá-nos apenas um estado possível. Encontramos por isso o gato ou morto ou vivo, nunca das duas formas. A observação influenciou o estado do sistema, tal como influencia sempre, quando se trata de partículas quânticas.

Há quem fique sempre com ideias estranhas quando ouve esta história. Nomeadamente, existe a teoria de que, para garantir o estado vivo do gato, o melhor é nem abrir a caixa não vá calhar-nos o bónus do gato estar morto! E se nunca mais abirmos a caixa, o gato pode permanecer vivo e morto ao mesmo tempo para sempre!... Fixe... ☺

As voltas da Terra

Olá ajcianos, na continuação do último número¹, aqui se segue mais um artigo sobre tropismos e plantas. Por muita dificuldade que tenham em imaginar qualquer forma de movimento associado a plantas, na realidade, ele existe, não no sentido lato de deslocação, como nos animais, mas como resposta coordenada das plantas face às suas condições ambientais. Trocando por miúdos, o movimento que vos descrevo neste artigo consiste no crescimento de uma planta, no sentido ascendente, aparentemente contrariando a força da gravidade — o geotropismo — e outras curiosidades...

Passando à acção, necessitam do seguinte material para a primeira parte experimental: uma planta caseira qualquer, nem muito grande nem ainda por germinar — e já agora uma planta que não seja a mais estimada na vossa casa — e alguns livros ou qualquer outro objecto mais ou menos rectangular e menos educativo! Em seguida, é só inclinar a planta sobre os livros (Figura 1), e cuidar muito bem dela com exposição solar e água suficientes. Não convém que a planta e respectivo vaso fiquem totalmente horizontais senão a água de rega pode não chegar igualmente ou em quantidade suficiente a algumas partes da raiz.

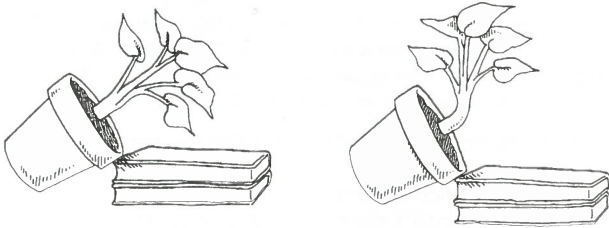


Figura 1: Resultado final da inclinação da planta.

Ao fim de uma semana já se deve observar algum resultado (Figura 1), senão aguardem mais algum tempo — a vida de um cientista é de muita paciência! O que certamente observaram é que a parte aérea da planta — o caule e as folhas — se viraram para cima, no sentido contrário à força de gravidade. Será magia? Não exactamente, o que aconteceu foi a "intervenção" de uma hormona vegetal, mais uma vez uma auxina, que se acumulou na zona inferior do caule pela acção da força da gravidade, induzindo um alongamento das células desse lado. Na realidade somente verificamos o geotropismo positivo, isto é, o crescimento ascendente da parte aérea de uma planta, ocorrendo o alongamento na zona de acumulação da hormona. Quanto à reacção radicular, é considerada um geotropismo negativo, ou seja as hormonas acumulam-se de um lado da raiz e o maior crescimento das células ocorre no lado oposto. Este fenómeno ainda não está clarificado, havendo inúmeras hipóteses... Assim que eles se decidirem eu informo-vos...

Numa segunda experiência, verificarão um fenómeno ainda mais curioso. Para tal precisam de um copo ou frasco de vidro, fita adesiva, um guardanapo de papel, dois ou três feijões catarino por germinar ou alguns já germinados mas não muito grandes. Seguidamente, há que fazer germinar os feijões no copo,

colocando-os entre o vidro e o guardanapo de papel, regando-os sempre que necessário e permitindo uma boa exposição solar. Deves ainda fixar às paredes do copo, com fita adesiva, os lápis próximos dos feijões. Após alguns dias observa-se o crescimento dos jovens feijoeiros em volta dos respectivos lápis (Figura 2).

Há aqui dois factores a considerar, o enrolamento e o sentido do enrolamento dos caules dos feijoeiros. Em primeiro lugar o enrolamento ocorre porque a parte do caule que está em contacto com o lápis, que funciona como suporte, não cresce à mesma velocidade que o lado exterior do caule. À medida que a parte exterior do caule cresce vai «obrigando-o» a enrolar-se em qualquer objecto, mais uma vez por acumulação de uma hormona na zona interior ou de contacto do caule. Este é um fenómeno que ocorre em qualquer planta trepadeira. O outro aspecto curioso é o sentido de enrolamento do caule que, como

verificarão, ocorre no sentido contrário ao movimento dos ponteiros de relógio. Se observarem outras plantas trepadeiras constatarão que o sentido de enrolamento é sempre este... nas plantas do hemisfério norte, uma vez que as plantas do hemisfério sul que produzem enrolamento em torno de algum suporte fazem-no no sentido do movimento dos ponteiros do relógio. Pensa-se que a explicação reside no movimento de rotação da Terra em torno de si própria e no respectivo ângulo de rotação que induzirá as plantas a enrolarem-se em diferentes sentidos. Quando fizerem uma viagem mais a sul lembrem-se de verificar pessoalmente.

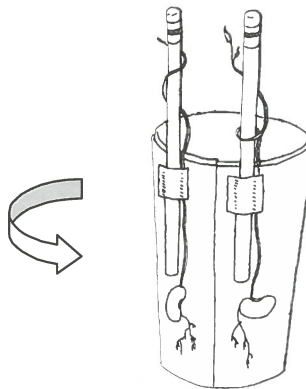



Figura 2: Esquema da montagem experimental e sentido de enrolamento do caule.

Como curiosidade há que referir que também as correntes oceânicas têm sentidos inversos no dois hemisférios terrestres. Deste modo, e contrariamente ao que verificamos com as plantas, no hemisfério norte o sentido das correntes corresponde ao movimento no sentido dos ponteiros do relógio enquanto que, no hemisfério sul, corresponde ao sentido contrário (Figura 3). Este fenómeno também se deve ao movimento rotacional da Terra e aos ventos oceânicos que produzem estas correntes de superfície. 

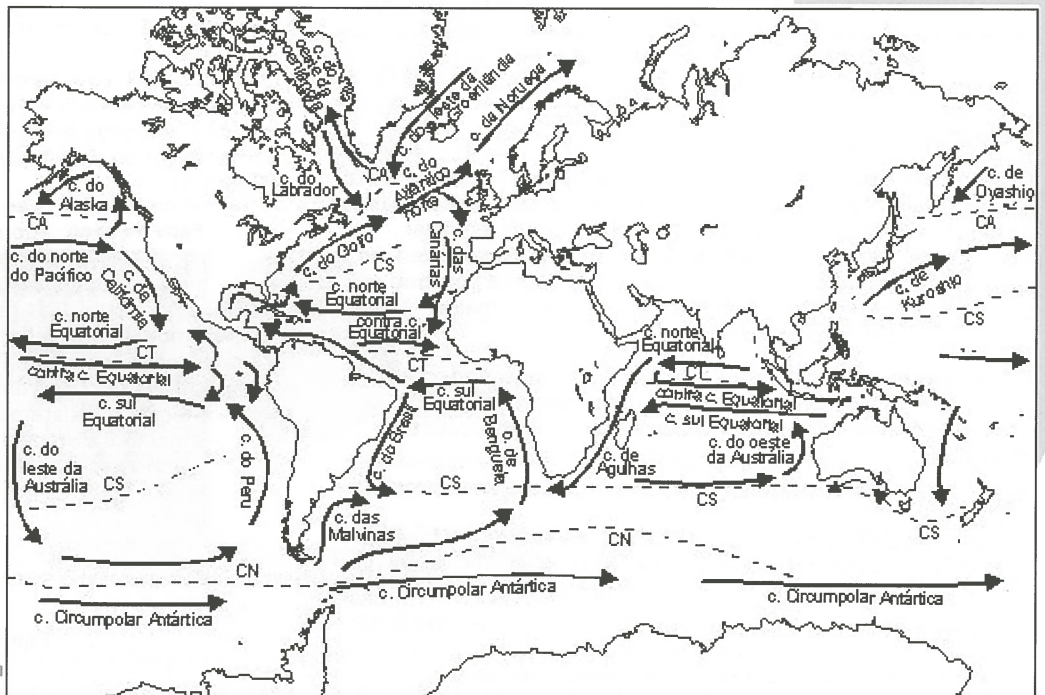


Figura 3: Correntes oceânicas.

¹ Como este número da CiênciaJ é duplo, o artigo em questão acha-se na página 9.

Despertar para o sono

Passamos cerca de 8 horas / dia, 56 horas / semana, 224 horas / mês e 2688 horas / ano a dormir. Ou seja, perdemos cerca de um terço das nossas vidas a fazer... NADA! Mas, será que dormir é sinónimo de ausência de actividade? A aparência leva-nos a essa conclusão: os olhos estão fechados, os músculos relaxados, não há resposta a estímulos sonoros nem visuais. No entanto, se nos lembrarmos que as aparências iludem e espreitarmos para dentro do cérebro, encontramos uma situação bem diferente da suposta inactividade nocturna...

A melhor forma para «espreitar» para dentro do cérebro é através do electroencefalograma (EEG). Para obter-se um electroencefalograma são colocados eléctrodos na cabeça. O EEG retracta a diferença de potencial eléctrico entre 2 pontos da superfície do escalpe. A actividade eléctrica que eles detectam através do crânio é amplificada e registada (em papel ou num monitor) obtendo-se uns traçados conhecidos por ondas cerebrais (Figura 1). A actividade cerebral registada resulta dos potenciais eléctricos gerados pela interacção entre o córtex e estruturas cerebrais profundas. É por isso um instrumento fundamental para o estudo de inúmeros estados fisiológicos e doenças cerebrais.

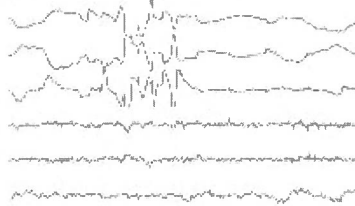
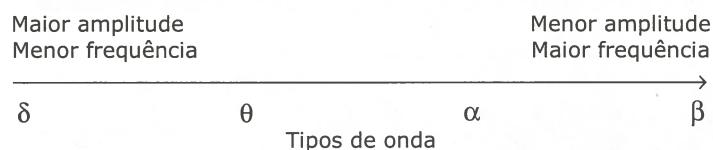


Figura 1: Exemplo de um EEG

A amplitude das ondas (μV) indica em que medida há concordância na actividade eléctrica dos vários milhões de neurónios que se encontram abaixo dos eléctrodos num determinado momento, ou seja, indica o grau de sincronia de disparo dos neurónios que estão a gerar actividade sináptica. A amplitude pode variar entre 0,5 e 100 μV sendo que um grande sincronia nos disparos dos neurónios pode ser registado numa crise epiléptica.

A frequência (Hz) pode variar entre 1 e 40 Hz. Um EEG com baixa frequência é típico de comportamentos menos responsivos como é o caso do coma ao passo que altas frequências são indicativas de estado alerta. O esquema seguinte resume rapidamente o exposto:



Desperto

O padrão de EEG mais comum em vigília é o ritmo alfa (α). Para obter-se este registo electroencefalográfico o adulto deverá estar desperto mas com as pálpebras cerradas e de preferência relaxado. Pelo contrário, quando a pessoa dirige a sua atenção para um determinado estímulo (exterior ou interior) o ritmo α é substituído por um ritmo com menor amplitude e maior frequência ou seja, o ritmo beta (β).

Em termos de actividade muscular verificam-se contracções musculares de grande amplitude e quanto aos movimentos oculares observa-se piscar de olhos e movimentos oculares rápidos.

Sono

O sono apresenta 2 fases: a fase Não REM (NREM) e a fase REM (*Rapid Eyes Movement*). O contraste entre estas duas fases do sono e o estado desperto encontra-se na Figura 2.

A fase NREM divide-se em 4 estádios:

- estádio 1: fusos α misturados com períodos de ritmo θ ;
- estádios 2 e 3: ondas θ ;
- estádio 4: ondas δ .

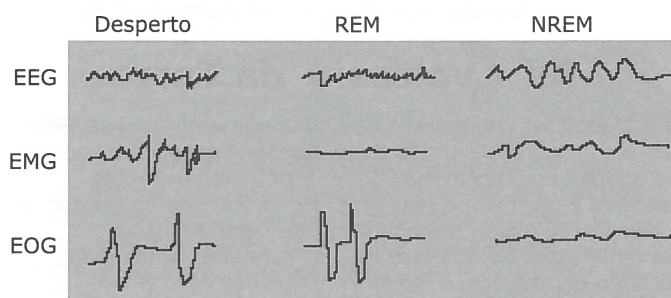


Figura 2: Comparação entre o estado desperto e as duas fases do sono (NREM e REM) de acordo com um electroencefalograma (EEG), que regista a actividade cerebral; um electromiograma (EMG), que regista a actividade muscular; e um electrooculograma (EOG), que regista os movimentos dos olhos.

Ao longo dos estádios NREM a amplitude vai progressivamente aumentando e a frequência vai baixando em estádios sucessivos, daí que a fase NREM do sono seja também conhecida por sono de ondas lentas. Durante a fase NREM regista-se a libertação da hormona de crescimento e de hormonas gonadotrópicas (FSH e LH). Ocorre também diminuição da tensão arterial e da frequência respiratória. Registam-se ainda movimentos dos membros e da máscara facial assim como erecção peniana.

O sono começa em fase NREM com a progressão do estádio 1 para 4 o qual geralmente leva 30 a 45 minutos. O processo reverte-se posteriormente passando pelos estádios 4 a 1 e atingindo uma nova fase — a fase REM.

A fase REM, também chamada de paradoxal, tem este epíteto pelo facto de se tratar de um sono cujo registo electroencefalográfico é semelhante ao de uma pessoa desperta, apesar de dificilmente a pessoa ser acordada. Quando as pessoas são acordadas nesta fase dizem que estavam a sonhar — é pois este o momento dos sonhos! A tensão muscular, já diminuída na fase NREM, é durante a fase REM praticamente abolida — logo, os sonâmbulos não se movem durante a fase REM e os seus actos não estão contextualizados em sonhos. Os únicos movimentos registados ocorrem nos músculos oculares, originando os movimentos sacádicos dos olhos que dão nome a esta fase do sono (*Rapid Eyes Movement*). Há também alterações químicas e físicas no cérebro que promovem a passagem da memória a curto prazo para memória a longo prazo.

Se o sono não for interrompido o ciclo continua voltando à fase NREM e estádios 1, 2, 3, 4, e depois novamente 4, 3, 2, 1, chegando então novamente a fase REM. Ao longo do sono este ciclo repete-se 4 a 5 vezes, cada um com duração de 90 a 100 minutos. Ao longo dos ciclos a duração do período REM vai aumentando ao passo que a duração do NREM vai encurtando (Figura 3).

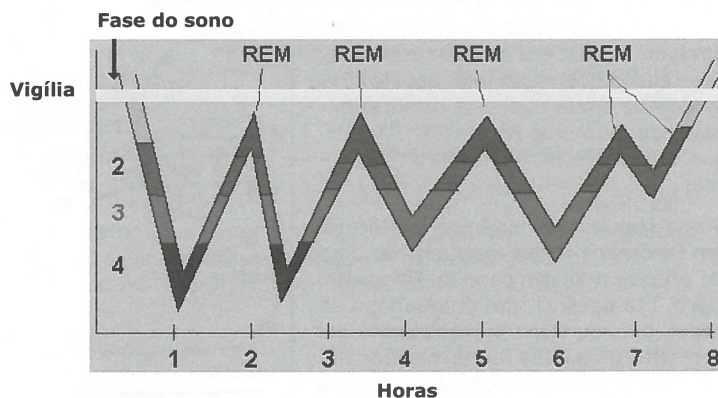


Figura 3: Ciclo do sono.

Mas fica por conhecer a questão essencial: para quê dormir? A resposta tem duas vertentes:

- O sono como processo adaptativo: o sono poderá ter sido um mecanismo desenvolvido pelos animais por forma a protegerem-se. Por exemplo, para alguns animais, a busca de água e de comida é mais fácil de concretizar quando o Sol vai alto. Pelo contrário, de noite estes animais preferem dormir, salvaguardando a energia obtida, evitando serem caçados ou caírem de algum precipício que não possam ver na escuridão. Em termos de cadeia alimentar, em geral, as presas dormem substancialmente menos que os predadores.

- O sono como processo restaurador: é durante o sono que o corpo recupera do esforço dispendido enquanto a pessoa estava acordada. Quanto maior for o esforço físico durante o dia,

maior a percentagem de sono NREM nessa noite. Pelo contrário, se a pessoa for sujeita a um esforço mental intenso (sim, a época de exames é um bom exemplo), a fase REM do sono será privilegiada, até porque é nessa fase que há solidificação da memória a curto prazo em memória a longo prazo. Ou seja, durante a época de exames dormir pouco não é uma boa estratégia...

Neste novo capítulo desta secção a proposta não era pôr-vos a dormir mas antes despertar o vosso interesse para sono. Aos que adormeceram: bons sonhos! Aos que chegaram até aqui despertos e ainda lêem estas linhas com interesse: ótimo! — só nós sabemos o que aconteceu aos que adormeceram... ;)

Viver com saúde

por Sofia Baptista

Um país com sono

Hoje em dia os portugueses dormem actualmente menos uma hora e meia do que no início do século 20 e cerca de 30% da população portuguesa sofre de doenças de sono.

Existem dois casos importantes a referir: o de uma senhora, C. S., com 37 anos de idade, que dorme apenas três ou quatro horas por noite, tem muita dificuldade em adormecer, acorda facilmente e, durante o dia, sofre de cefaleias e dores de cabeça, andando habitualmente irritada. Esta mulher queixa-se de falta de concentração e perda de memória, o que levou as pessoas a desconfiarem da sua capacidade de trabalho. Actualmente é acompanhada por médicos especialistas na área do sono, que a levaram a seguir regras específicas para deitar e levantar, procurando ter hábitos regulares. E o de F. C. com 51 anos, que sofre de hipersónia, dorme demais e passa a maior parte do tempo com sono. Já adormeceu ao volante e tem dificuldade em manter uma conversa ou comer à mesa sem adormecer.

Estes são dois exemplos, com sintomas diferentes, ilustrativos daquilo que actualmente atormenta cerca de 30% da população portuguesa. Ou seja, dormimos mal e para dormir recorremos frequentemente ao consumo de fármacos. Estes medicamentos criam dependência física e psíquica.

Muitos dos portugueses não sabem que este problema pode ter origem biológica e que provoca consequências graves e que podem ser tratadas.

Este problema afecta sobretudo as crianças e os jovens, que se deitam cada vez mais tarde e necessitam de se levantar mais cedo. Um hábito que pode provocar uma diminuição da capacidade abstracta e problemas de memória. Além de diminuir significativamente o número de horas de sono, faz com que as pessoas não descansem o suficiente e induz a um aumento de problemas da dinâmica social.

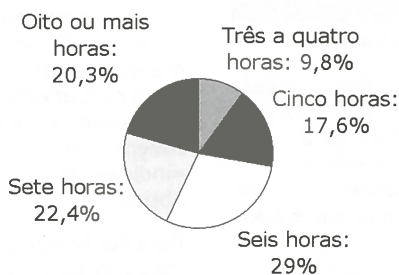
Nos meios urbanos dorme-se pior do que no campo, não só em termos de qualidade mas também em número de horas. Uma conclusão que pode ser explicada pelo ruído, pela poluição e pelo «stress». Embora os especialistas não definam um número de horas ideal para dormir, sempre vão dizendo que é o número suficiente para que a pessoa acorde bem disposta e que varia de pessoa para pessoa. No entanto, sabe-se que quanto mais se avança na idade mais o sono fisiológico é encurtado.

Os sintomas de F.C. afectam 5% da população portuguesa, sobretudo a masculina, e caracterizam uma doença designada por Apneia Obstrutiva do Sono. Além de adormecer com frequência em qualquer lugar, F. C. ressona quase toda a noite e já se viu confrontado com paragens respiratórias, devido a uma obstrução das vias aéreas superiores.

As paragens respiratórias podem provocar crises de sufocação, sono pouco relaxante, cansaço diurno e excesso de sono durante o dia. Há pouco tempo iniciou um tratamento com base num aparelho de ventilação nasal durante o sono e encontra-se melhor.

Os problemas relacionados com o sono são responsáveis também por uma grande percentagem dos acidentes de trabalho, domésticos e de viação.

Quantas horas costuma dormir?



As pessoas que trabalham por turnos têm mais propensão para cometer erros e sofrer acidentes, devido à descida de temperatura do corpo, que baixa por volta das quatro da manhã e depois de almoço, diminuindo o estado de vigília.

Sugestões para dormir melhor

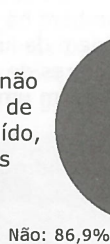
A preparação do sono deve ser um ritual diário semelhante àquele que se usa no tratamento do corpo ou na limpeza dos dentes. Ou seja, antes de dormir, e diariamente há ritos e regras que devem

ser seguidos.

- Uma das condições básicas para a preparação de uma noite bem dormida é a adopção de horários regulares para deitar e acordar e uma alimentação equilibrada. Deve-se optar por um horário de sono regular, mesmo ao fim-de-semana.

- À noite as refeições pesadas devem ser evitadas e nunca se deve ir para a cama logo após o jantar. A opção por uma refeição ligeira é o ideal, e o consumo de alimentos como o leite, o queijo, o iogurte, um chá de tília ou um pão integral podem favorecer o aparecimento de sono. Deve ser por isso privilegiada uma dieta, nocturna, rica em açúcares lentos mas pobre em gorduras.

Costuma tomar medicação para dormir?



- A prática de exercício físico ajuda a melhorar a qualidade do sono, mas não deve ser feita depois das 19 horas, porque aumenta a temperatura do corpo e acaba por ser um estimulante.

- A temperatura do quarto deverá ser agradável e a ventilação suficiente.

- As bebidas que contêm cafeína, como o café e as «colas», não devem ser tomadas a partir das 16 horas.

- As bebidas alcoólicas e o tabaco também prejudicam o sono e podem provocar pesadelos ou despertares intempestivos.

- Deve haver silêncio para dormir, pois alguns ruídos podem provocar uma reacção de actividade cerebral, modificações de postura ou até despertar.

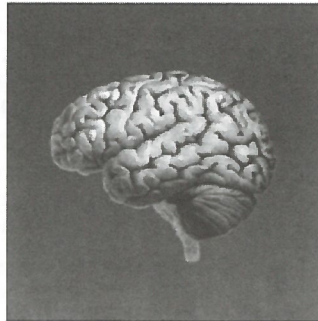
- Deve ser evitada a utilização de luz para dormir, uma vez que pode proporcionar o acordar.

- A utilização do computador e os jogos de vídeo devem ser evitados também antes de deitar.

Ver os pensamentos

Um dos grandes mistérios da Natureza é como funciona o cérebro, e em especial o cérebro dos seres humanos. Muitos cientistas, ao longo dos anos, procuraram saber, utilizando diferentes métodos, quais as zonas do cérebro que são activadas durante a realização de diferentes actividades. Actualmente existe um método que permite visualizar as zonas do cérebro que estão activas enquanto uma determinada tarefa está a ser realizada. Este método chama-se Ressonância Magnética Funcional (RMF), em inglês *fMRI - functional magnetic resonance imaging*.

A RMF utiliza campos magnéticos muito intensos (a pessoa em estudo está dentro de um estreito túnel rodeado por poderosos electroímãs que se movem em sua volta) para visualizar o nível de oxigénio nos vasos sanguíneos do cérebro. Assim, se estivermos numa destas máquinas e nos disserem para dar um beliscão na própria barriga, várias zonas do nosso cérebro vão ser activadas. Essas zonas recebem mais sangue e, conseqüentemente, a quantidade de oxigénio nesses locais aumenta. Torna-se então possível observar num ecrã de computador a zona do córtex cerebral que dá ordem para mover a mão, bem como a zona do cérebro que recebe a informação dolorosa da barriga, e ainda outras zonas envolvidas na interpretação da ordem, pensamentos que estão a acontecer, etc...



Cérebro humano

Até agora, nunca se soube exactamente qual a relação entre a actividade dos neurónios (células do cérebro) e as imagens obtidas por RMF. Isto porque nunca foi possível observar directamente a actividade dos neurónios durante a obtenção de imagens de RMF. Recentemente foi construído um aparelho que permitiu realizar esta experiência. Basicamente, a experiência consistiu em introduzir agulhas muito finas em neurónios do córtex visual de macacos (o córtex visual é a zona do cérebro onde chega a informação visual proveniente dos olhos, ou para ser mais exacto da retina: onde estão os receptores de luz no interior dos olhos). As agulhas introduzidas nos neurónios permitem o registo contínuo da actividade destas células: podem mostrar pulsos curtos e repetidos de actividade eléctrica (em inglês *action potentials*, ou potenciais de acção), que acontecem quando o neurónio responde a um estímulo; ou variações eléctricas mais lentas e prolongadas (em inglês *local-field potentials*, ou potenciais de campo local), que acontecem quando o neurónio está a processar o sinal recebido. Ao mesmo tempo que as agulhas mediam a actividade dos neurónios, iam sendo obtidas imagens de RMF permitindo visualizar as áreas do cérebro activas quando se projectavam imagens em frente do macaco (lembrem-se de que a experiência investiga o córtex visual). Torna-se assim possível descobrir quais as alterações que estão a acontecer nos neurónios quando é observada «actividade» nesse local pela RMF. A conclusão é que a RMF permite identificar quando ocorrem potenciais de campo locais, mas não potenciais de acção. Ou seja, identifica áreas do cérebro onde os neurónios estão a processar informação, mas não caso os neurónios estejam apenas a responder automaticamente a um estímulo.



Macaco

Logothetis NK, et al. "Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal" *Nature* **412**: 150-157. (12.07.2001). Informação adicional disponível na Internet em www.nature.com.

Quando chega o Outono

Em muitas árvores, sobretudo em climas mais frios, as folhas mudam de cor antes de caírem durante o Outono. Facilmente somos levados a pensar que esta mudança de cor das folhas é uma consequência da sua senescência. Isto é, podemos pensar que as folhas mudam de cor ao envelhecer antes de cair. Contudo a mudança de cor não é assim tão simples. Frequentemente corresponde à produção de grandes quantidades de pigmentos. Esta observação coloca um problema interessante: porque razão foi seleccionado durante a evolução um mecanismo que gasta muita energia a produzir pigmentos em folhas poucos dias antes de serem eliminadas?



Árvore com a folhagem castanha

Alguns cientistas puseram a hipótese de esta mudança de cor das folhas ser uma forma de defesa contra insectos. Com efeito, durante o Outono, muitos insectos procuram árvores onde se abrigar, alimentar e reproduzir durante os longos meses de Inverno. Seria assim útil para as árvores arranjar formas de «indicar» aos insectos que não são adequadas para servir de abrigo.

Para confirmar esta hipótese, estes cientistas estudaram 262 espécies de árvores diferentes para procurar alguma relação entre a cor das suas folhas durante o Outono e a quantidade de espécies diferentes de *aphids* (um insecto) que as ataca. Verificaram que as espécies de árvores mais atacadas são aquelas que investem mais na produção de pigmentos para as suas folhas. No entanto este estudo não explica se as árvores mais «coloridas» dentro de uma espécie são menos atacadas que as suas vizinhas que não produzem tanto pigmento.

Hamilton WD, Brown SP "Autumn tree colours as a handicap signal" *Proc R Soc Lond B* **268**: 1489-1493. (22.07.2001)

Aprender a falar com as mãos


Quem já teve a oportunidade de acompanhar de perto o desenvolvimento de um bebé durante os seus primeiros anos de vida observou certamente acontecimentos fascinantes. Uma das etapas mais interessantes do desenvolvimento é a aprendizagem da linguagem. Por volta dos 7 meses de idade os bebés começam a fazer sons que muitos cientistas julgam corresponder ao início da aprendizagem da linguagem. Também há quem defenda que esses sons sejam vestígios da origem da linguagem na nossa espécie: isto é, há alguns milhares de anos é possível que os nossos antepassados usassem uma linguagem semelhante para comunicar! Parece seguro que a aprendizagem da linguagem se relaciona com o ambiente em que o bebé se desenvolve: ouve os pais a falar e tenta imitar esses sons.



Bebé

Cientistas canadianos decidiram estudar como a linguagem se desenvolve no caso de bebés filhos de casais com deficiências auditivas profundas. Ou seja, o que acontece quando o bebé é criado por pais que comunicam através de sinais feitos com as mãos e não através de sons.

Verificaram que estes bebés, por volta dos 7 meses, também começam a desenvolver uma linguagem. Mas neste caso realizam movimentos com as mãos que tentam imitar os movimentos feitos pelos pais. Tal como os primeiros sons feitos por bebés criados em ambientes sonoros são sobretudo simples repetições ritmadas (pá-pá; mã-mã; pó-pó-pó; ...), também os primeiros sinais feitos com as mãos são lentos movimentos ritmados e repetitivos. Estes movimentos das mãos são significativamente diferentes dos realizados pelas outras crianças porque têm um ritmo próprio, e porque são realizados dentro da área visual do bebé (observam os movimentos que estão a fazer).

Este estudo indica que o cérebro de um bebé está preparado para aprender uma linguagem, independentemente desta ser verbal ou gestual. Provavelmente o cérebro reage e aprende qualquer forma de comunicação que contenha componentes ritmados. 

Petitto LA, et al "Language rhythms in baby hand movements" *Nature* **413**: 35-36. (06.09.2001)

Como identificar priões

Recentemente muito se tem falado em doenças causadas por priões (*prions* em inglês) tal como a doença das vacas loucas (encefalopatia espongiforme bovina) e a sua correspondente humana: variante da doença de Creutzfeld-Jakob; ou como uma




Incineração de vacas suspeitas de encefalopatia espongiforme bovina

doença que afecta as ovelhas — *scrapie*.

Os priões são pequenas proteínas que podem existir em duas formas: a forma normal (Pn) e a forma infecciosa que causa a doença (Pd). O cérebro de um animal (ou pessoa) normal apenas contém a proteína na forma Pn. Uma infecção acontece quando algumas proteínas infecciosas (Pd)

chegam ao cérebro e contactam com as proteínas normais. As proteínas infecciosas (Pd) têm a capacidade de fazer as proteínas na forma normal mudar de forma, transformando-as de Pn em Pd. Facilmente se verifica que cada vez passa a haver mais Pd capazes de transformar mais Pn em Pd numa reacção em cadeia. Ao fim de pouco tempo a maioria das proteínas estão na forma Pd e o cérebro deixa de funcionar normalmente passando a doença a ser facilmente identificada. No entanto, no início da infecção, quando muito poucas proteínas Pd existem é muito difícil detectar se o animal está doente ou não. Sobretudo devido à grande semelhança entre Pd e a sua forma normal Pn.

Um grupo de cientistas deu uma importante contribuição para o desenvolvimento de um método para identificar a presença de pequenas quantidades de Pd. Para tal utilizaram a propriedade de esta forma de proteína aumentar rapidamente em número ao transformar Pn em Pd, na reacção em cadeia descrita. Este processo é demasiado lento para ser utilizado em laboratório (o teste não é útil caso tenhamos de esperar várias semanas pelo seu resultado). No entanto, os cientistas descobriram que quando se junta Pd a Pn, a velocidade da transformação pode ser muito aumentada utilizando pequenos pulsos de ondas de som. Aparentemente estas vibrações destabilizam a formação de complexos entre as proteínas, permitindo a formação de grandes quantidades de Pd rapidamente.

Ainda é necessário desenvolver mais o método para tornar possível verificar se, por exemplo, numa amostra de sangue de um animal existe alguma proteína na forma infecciosa. Mas passo a passo vamos aprendendo mais sobre estas doenças. 

Saborio GP et al "Sensitive detection of pathological prion protein by cyclic amplification protein misfolding" *Nature* **411**: 810-813. (14.06.01)

Nesta edição da *CIÊNCIA* abrir voltamos a ter a colaboração de um cientista que nos explica, nas suas palavras, a importância dos seus resultados. Desta vez foi o espanhol Francisco Iborra, que no seu laboratório na Universidade de Oxford descobriu que ao contrário do que dizem os livros de biologia algumas proteínas são produzidas no interior do núcleo das células. Não deixem de ler esta «descoberta nuclear»!

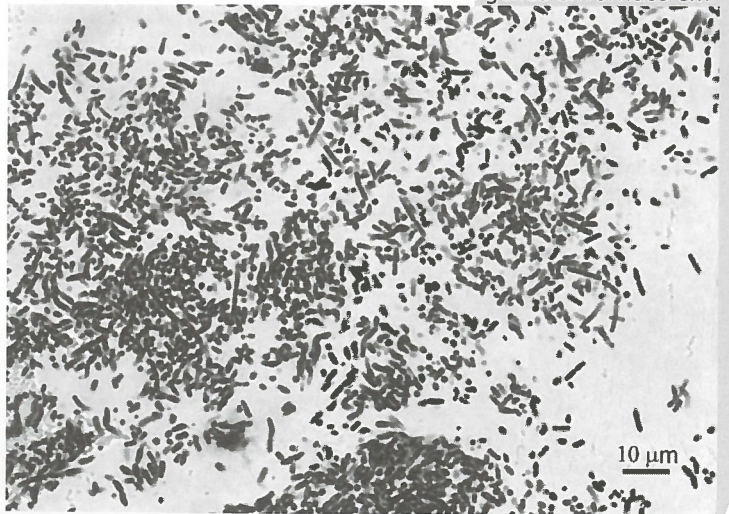
Descoberta nuclear*

* Texto por Francisco José Iborra.


Uma das coisas que aprendemos nos livros de texto de biologia foi como classificar os seres vivos em dois grandes grupos. Por um lado os eucariotas que contêm o material genético no núcleo, como é o caso de todas as células de animais e plantas. Por outro lado os procariotas, cujas células não têm núcleo, estando o material genético imerso no citoplasma. É o caso das bactérias. Também aprendemos que nos eucariotas o RNA é sintetizado no núcleo (utilizando o DNA como molde), e exportado para o citoplasma onde por sua vez é utilizado para sintetizar proteínas. Nos procariotas, no entanto, tudo se passa no citoplasma.

Esta visão foi recentemente modificada quando descobrimos que são formadas proteínas no interior do núcleo de células. Apetece imediatamente perguntar para que serve a síntese de proteínas no núcleo. No entanto, a resposta ainda é desconhecida. Um bom exemplo em como uma descoberta vai obrigar a realizar novas experiências e a questionar muitas das teorias existentes. Podemos contudo especular sobre qual será a função da síntese de proteínas no núcleo das células. Uma possibilidade é ser um mecanismo de controlo de qualidade da formação do RNA. Sabe-se que, por vezes, quando o RNA é formado, acontecem erros na sua sequência. Esses erros tornam impossível a formação de uma proteína normal com base nessa molécula de RNA. Pode-se assim pensar que a síntese de proteínas no núcleo serve para testar se é possível fazer uma proteína com base nas moléculas de RNA recém formadas. Se a síntese de proteínas é bem sucedida a molécula de RNA será exportada para o citoplasma onde serão produzidas mais proteínas. Caso a síntese de proteínas no núcleo não seja eficaz a molécula de RNA é logo destruída, não havendo exportação de moléculas defeituosas. É possível que algumas doenças genéticas resultem de falhas deste mecanismo de controlo de qualidade.

Esta descoberta também é importante em termos de biologia evolutiva. Os primeiros organismos a povoar o nosso planeta eram muito parecidos com as bactérias actuais. De facto ainda é possível encontrar descendentes directos desses organismos — as arqueobactérias. Uma ferramenta muito utilizada no estudo da evolução é a análise de semelhanças entre os genes em diferentes espécies. Quanto mais semelhantes forem os genes de duas espécies, mais recente foi o momento em que deixaram de ter um antepassado comum. Quando se comparam os genes de arqueobactérias, eubactérias (as bactérias actuais — procariotas) e de eucariotas verifica-se que os genes de arqueobactérias são mais semelhantes aos genes de eucariotas do que aos das eubactérias. São sobretudo semelhantes os genes envolvidos em



Bactérias procariotas do género *Bacillus*

processos nucleares, como aqueles envolvidos na formação de RNA, replicação do DNA ou síntese de proteínas. Por outro lado, os genes implicados em funções citoplasmáticas são mais semelhantes aos das eubactérias. Estes resultados sugerem assim que o núcleo celular resultou provavelmente de um endossimbionte: uma arqueobactéria que vivia no interior de uma eubactéria. 

Iborra FJ, Jackson DA, Cook PR "Coupled transcription and translation within nuclei of mammalian cells" *Science* **293**: 1139-1142. (10.08.2001)

Salto no tempo

Como já sabes, a composição do nosso calendário sofreu várias alterações ao longo dos tempos, ainda que mantendo sempre a concepção inicial. Foi Julius Cæsar (Júlio César), em 46 a.C., quem impôs novas regras restritas, criando o famoso calendário Juliano, com anos regulares de 365 dias. Este calendário (luni-solar) foi promulgado pelo decreto *De Astris*, substituindo o antigo calendário lunar romano do rei Numa Pompílio. (Quem realmente o desenvolveu foi um estudante de Astronomia graduado — Sosígenes — mas César impôs o seu nome).

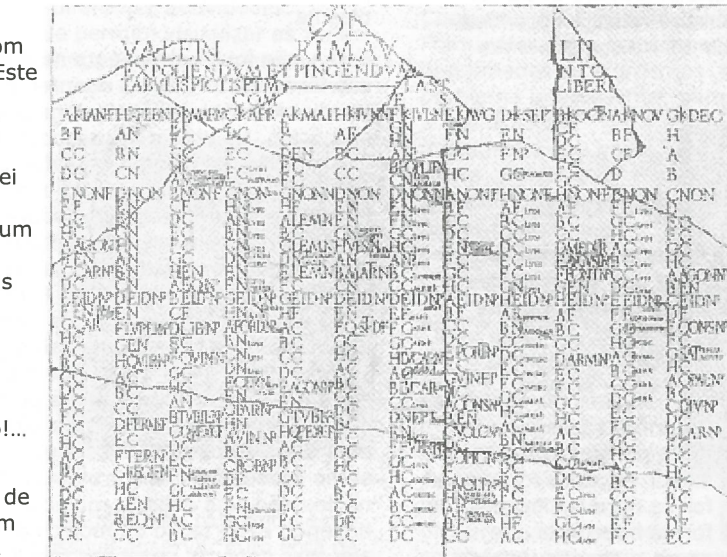
No entanto, nunca ninguém imaginou que um calendário assim fosse proporcionar um tão grandioso salto no tempo!...

O resultado dos cálculos efectuados para o calendário de então apresentou um ano com uma duração de 365,25 dias, isto é, 365 dias mais um quarto (1/4) de dia. Como não era possível introduzir apenas um quarto de dia em cada ano, foi decidido acrescentar mais um dia de quatro em quatro anos. Este dia extra foi posto imediatamente após o dia **23 de Fevereiro**. A escolha desta posição foi ditada pela tradição (vigente desde os primórdios deste calendário), na qual os dias extra seriam colocados após esta data.

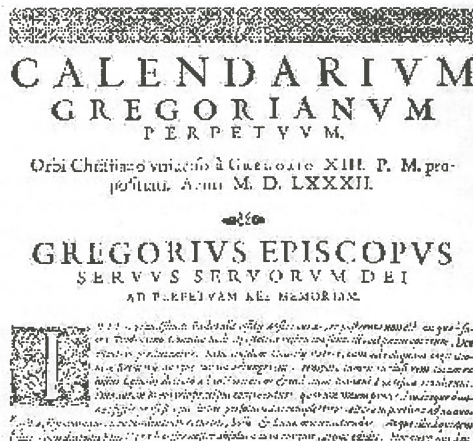
Como, na altura, Fevereiro tinha 29 dias em anos regulares (actualmente só 28: lê «O ano foi reescrito...», na página 7), aquele dia especial era o sexto dia antes do princípio do mês seguinte, Março — *sexto ante calendas martii*¹. O novo dia



Santa Teresa de Ávila (28 de Março de 1515 — 4 de Outubro de 1582)



Calendário romano



O papa de Roma Gregório 13 (7 de Janeiro de 1502 — 10 de Abril de 1585) e a bula *Inter gravissimus*



16, este pequeno erro já se tinha acumulado em cerca de 11 dias, estando o calendário, por isso, demasiado adiantado relativamente ao ano trópico.

Para resolver este problema, o Papa Gregório 13 decretou em 1582, na bula papal *Inter Gravissimus*, a modificação do calendário. Nesta, foi atribuído ao ano uma duração mais correcta de 365,2425 dias por ano, excedendo a realidade somente em cerca de 3 dias por cada 10 000 anos. Para corrigir novamente o problema das fracções de dias, as novas regras ditavam que os anos passariam a ser bissextos apenas quando divisíveis por 4, mas não por 100 (divisão inteira); no entanto, se fossem divisíveis por 400 já voltariam a ser bissextos (1996 e 2000 são bissextos, mas 1900 não é²).

Este calendário é designado por Calendário Gregoriano ou de Novo Estilo. A adopção deste calendário pelos diferentes países do Mundo foi estendida pelo tempo. Só alguns países da Europa, incluindo Portugal, o adoptaram imediatamente na data fixada por Gregório.

Mas a transição do calendário Juliano para o Gregoriano apresentava um grave problema: o que fazer aos dias acumulados em excesso? Gregório XIII resolveu este problema de um modo *simples*, decretando que, para garantir a continuação da semana, os onze dias do mês deveriam desaparecer **misteriosamente!!!**

Conforme o calendário abaixo, poderás verificar que entre 4 e 15 de Outubro de 1582, quinta-

feira e sexta-feira respectivamente, existe uma falha de 11 dias para garantir a tal sequência certa dos dias da semana. Por causa desta falha, Santa Teresa D'Ávila, falecendo a 4 de Outubro, foi sepultada *no dia seguinte* a 15 de Outubro!!

Outubro de 1582

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
	1	2	3	4	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

feira e sexta-feira respectivamente, existe uma falha de 11 dias para garantir a tal sequência certa dos dias da semana. Por causa desta falha, Santa Teresa D'Ávila, falecendo a 4 de Outubro, foi sepultada *no dia seguinte* a 15 de Outubro!!

Infelizmente, os cálculos sobre a duração do ano não estavam completamente correctos. Aqueles indicavam um ano de 365,25 dias, diferindo do ano trópico em mais 11 minutos e 14 segundos. Para teres uma ideia deste erro, a diferença representa um excesso de 3 dias em 400 anos. No século

16, este pequeno erro já se tinha acumulado em cerca de 11 dias, estando o calendário, por isso, demasiado adiantado relativamente ao ano trópico.

¹ Calendas era o nome dado pelos Romanos ao primeiro dia de cada mês. Neste dia, correspondente à Lua Nova, os pontífices anunciavam ao povo o começo e a composição do novo mês.

² Este foi um dos problemas do *bug y2k*, por o computador não reconhecer o dia 29 de Fevereiro de 2000; para aquele, este dia seria inexistente!!!

Mais um número, que segundo o que parece até é a dobrar. Aqui vai as resoluções dos últimos desafios.

1 — Resoluções

Matrículas

Imagine-se que os 210 números estão inscritos uns por cima dos outros para efectuar a adição.

Continuando a usar a imaginação, isto é, a ver na parede mais próxima o que podia ser escrito numa folha de papel, efectua-se a adição. É preciso somar primeiramente os algarismos da coluna da direita. Examine-se quantas vezes esta coluna contém cada algarismo. Sempre que um determinado algarismo se encontra à direita de um número tem-se $4 \times 3 \times 2 = 24$ maneiras de escolher os algarismos da esquerda. Cada algarismo está, portanto, representado 24 vezes na coluna. A soma da coluna é:

$$24 \times (1 + 3 + 5 + 7 + 9) = 24 \times 25 = 600$$

O cálculo é idêntico para as outras colunas, que valem cada uma 600.

A soma faz-se com os «degraus» apropriados:

$$\begin{array}{r} 600 \\ 600 \\ 600 \\ + 600 \\ \hline 666600 \end{array}$$

Um caso de Polícia

Existem quatro pormenores e quatro testemunhas. Uma vez que cada pormenor foi descrito correctamente, pelo menos, por uma testemunha, e que cada



Matrícula do Luxemburgo (que não satisfaz as condições do problema...)

testemunha descreveu correctamente um pormenor, sabemos que a cada pormenor corresponde uma testemunha, e uma só, que o descreveu correctamente.

Examine-se primeiramente a questão do chapéu. Se o assaltante usasse chapéu, este pormenor teria sido descrito correctamente por três testemunhas: o segurança, o caixa, a administrativa, o que entra em contradição com a conclusão precedente. O director tinha, portanto, razão ao dizer que o assaltante não usava chapéu.

Como estava certo neste ponto, o director enganou-se no que respeita aos outros três. Assim, o assaltante não era alto, não vestia gabardina, nem tinha os olhos cinzentos.

O segurança enganou-se também na altura, no vestuário e no chapéu, mas, como tinha de ter razão, pelo menos, num ponto, conclui-se que o assaltante tinha olhos azuis e vestia sobretudo, o

que dá razão à secretária.

O caixa acertou ao dizer que o assaltante era baixo.

2 — Novos desafios

Quadrados mágicos

Neste número apresenta-se um novo tipo de problema lúdico matemático: os quadrados mágicos. Considera-se um quadrado mágico um quadrado composto por algarismos (e números) em que a soma em cada linha, em cada coluna e nas duas diagonais principais é igual a um dado número.

Por exemplo, o quadrado ao lado é mágico, porque em cada linha, em cada coluna e nas duas diagonais a soma dos algarismos é igual a um mesmo número: 15.

8	1	6
3	5	7
4	9	2

1			
		2	
	3		
			4

Apresentam-se seguidamente 3 quadrados mágicos para completar. Quando se refere a soma está-se a referir a soma dos números de cada linha, coluna e diagonais, que conforme o referido deve ser igual.

Completar o quadrado acima com números de 5 a 16 para que seja mágico. A soma é 34.

Completar o quadrado ao lado com números de 6 a 25 para que seja mágico. A soma é de 65.

1				
		3		
				5
	2			
			4	

Completar o quadrado abaixo com números de 7 a 36 para que seja mágico. A soma é igual a 111.

1		4			6
5		3	2		

Problemas náuticos

Um pescador, que pesa 60 kg, encontra-se num barco que flutua no meio de um lago.

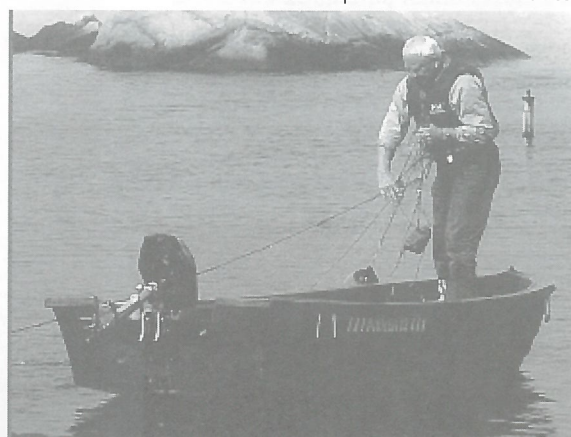
O barco tem 10 metros de comprimento e pesa 240 kg.

Sabe-se empiricamente, e pelas leis físicas de Newton, que o facto de se caminhar num barco que não está atracado lhe imprime um movimento de recuo quando nos

dirigimos para a frente e tende a fazê-lo avançar quando nos deslocamos para trás.

Quando o pescador vai lentamente de um lado ao outro do barco, quantos metros se deslocam na realidade?

Boas ideias e se puderem mandem sugestões e novos problemas para o mail: hxp.bkd@clix.pt. Até ao próximo número.



Associação Juvenil de Ciência — Contactos

Sede — Contactos do Núcleo Regional de Lisboa — ajciencia@mail.telepac.pt

Núcleo Regional de Lisboa
R. dos Baldaques 17 s/c
1800-083 LISBOA
Tel. 218 162 507/8
Fax 218 162 509
nlisboa@ajc.pt

Núcleo Regional do Porto
R. Alexandre Herculano 203 - 1º
4000-054 PORTO
Tel. 222 086 236
Fax 222 086 205
nporto@ajc.pt

Núcleo Regional de Coimbra
E. C. Universidade (Coimbra)
Apartado 3007
3001-401 COIMBRA
ncoimbra@ajc.pt

Núcleo Regional de Braga
Rua das Amoreiras, 6-3º Esq.
4700-358 BRAGA (provisória)
Tel. e Fax 253 615 431
Telem. 966 657 296
nbraga@ajc.pt

CIÊNCIA

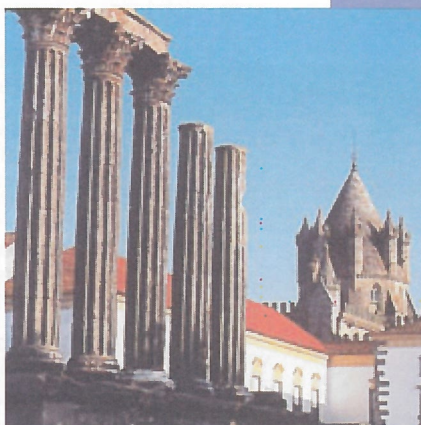


Évora Reunião Anual

Este ano, e tal como o Encontro Juvenil de Ciência, a Reunião Anual afastou-se dos seus locais habituais e teve lugar em Évora, de 1 a 4 de Novembro. Durante o fim de semana houve uma reunião da Assembleia Geral.



À esquerda, uma rua típica de Évora. Em baixo, o templo romano de Diana.



A Assembleia Geral aprovou os Relatórios de Actividades e de Contas de 2000; aprovou, com algumas emendas, os Planos de Actividades e de Contas para 2002; confirmou o texto actual dos Estatutos da AJC; pronunciou-se contra a fixação de uma jóia para os novos sócios; alterou o Regulamento Interno que foi acrescentado de regras de tesouraria; fixou a quota anual para 2002 em 5€; e elegeu a Direcção, a Mesa da Assembleia Geral, o Conselho Fiscal e o Conselho Consultivo. Durante a Reunião Anual também houve eleições para as Direcções dos Núcleos Regionais de Braga, Lisboa e Porto. O Núcleo de Coimbra vai levar a cabo eleições noutra oportunidade.



Em baixo, a sala onde decorreu a Assembleia Geral, pouco antes do início dos trabalhos.



Direcção:

Gonçalo Fernandes (Presidente— Financiamentos, Relações Nacionais e Internacionais)
Nuno Araújo (Vice-presidente — Actividades e Comunicação Interna)
Rui Baptista (Tesoureiro— Tesouraria e Património)
Sofia Baptista (Secretária— Sócios e secretariado)
Sílvia Mesquita (Vogal— Relações Nacionais)
Marta Correia (Vogal— Imagem e Divulgação)
Ana Matos (Vogal— Patrocínios e Equipamento)

Mesa da Assembleia Geral:

João Roque Martins (Presidente)

António Rocha
António Correia

Conselho Consultivo:

António Correia
António Rocha
Duarte Valério
Mafalda Barbosa
Rudolf Appelt

Conselho Fiscal:

António Rocha
Duarte Valério
Glória Almeida

Direcção do Núcleo Regional de Braga:

Gustavo Paiva
Nuno Araújo
Paula Barbosa
Luís Caldas
Joana Barbosa

Direcção do Núcleo Regional de Lisboa:

Ricardo Monteiro
Renato Alves
Edson Oliveira
Tânia Viana
Tiago Silva



Em cima, a Mesa da Assembleia Geral, a presidir aos trabalhos, durante a aprovação do Plano Geral de Actividades para 2002

Direcção do Núcleo Regional do Porto

Joana Revez
Ana Torres
Denise Moutinho
Mafalda Lemos
Joana Moreira

Agenda

por Rui Duarte

Frontiers in Particle Astrophysics and Cosmology: EuroConference on Neutrinos in the Universe

Data: 29-9-2001 a 4-10-2001
Local: San Feliu de Guixols
País: Espanha
Telefone: +33 388 76 71 35
Fax: +33 388 36 69 87
Correio Electrónico: rheywood@esf.org
Página WWW: <http://www.esf.org/euresco/01/pc01142a.htm>

WebNet 2001

Data: 23-10-2001 a 27-10-2001
Local: Orlando, Florida
País: EUA
Fax: 757-623-7588
Correio Electrónico: conf@aace.org
Página WWW: <http://www.AACE.org>

A Sociedade Civil e o Mar - Apresentação do Instituto Hidrográfico

Data: 16-10-2001
Telefone: 213 425 401
Fax: 213 464 553
Local: Sociedade de Geografia de Lisboa
Correio Electrónico: soc.geografia.lisboa@clix.pt
Página WWW: <http://planeta.clix.pt/soc.geografia.lisboa>

IV Congresso da Geografia Portuguesa

Data: 3-10-2001 a 4-10-2001
Local: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
Página WWW: <http://www.apgeo.pt/>

Galáxias Poeirentas (1) e Galáxias Barulhentas (2)

Data: (1) 26-10-2001 21:30 e (2) 30-10-2001 21:30
Local: Observatório Astronómico de Lisboa
Telefone: 21 361 67 39
Fax: 21 361 67 52
Correio Electrónico: gena@oal.ul.pt
Página WWW: <http://astro.cc.fc.ul.pt/oal/palestras.html>

Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro

Data: 4-10-2001 11:00 a 7-10-2001 11:30
Local: (Instituto Politécnico e Biblioteca Municipal) e S. Domingos - Beja
Telefone: +351 21 346 3915
Fax: +351 21 342 4609
Correio Electrónico: museugeol.igm@mail.telepac.pt
Página WWW: <http://www.igm.pt/eventos/cipgm.htm>

Conferências do Ano Mundial da Matemática - Fluxo de Gradientes Discontínuos

Data: 19-10-2001
Local: Departamento de Matemática - Universidade de Évora
Telefone: 266 744 616
Fax: 266 744 546
Correio Electrónico: angelica@dmat.uevora.pt
Página WWW: <http://home.uevora.pt/~alpizar/seminarios/>

International Symposium on Visualization and Imaging in Transport Phenomena

Data: 14-10-2001 a 19-10-2001

Local: Antalya Resort Place, Turkey - Antalya
Telefone: +90 312 210 5214/ 1429
Fax: +90 312 210 1331/ 1266
Correio Electrónico: arinc@metu.edu.tr

Curso de Pós-Graduação em Ciência, Cultura e Comunicação

Data: 15-10-2001
Local: Universidade do Porto
Correio Electrónico: azevedo@letras.up.pt, joseriesbeiro@mail.telepac.pt

Ser ou não ser jovem investigador em Portugal

Data: 4-10-2001 21:30
Local: Auditório do Instituto de Biologia Molecular e Celular - Porto
Telefone: 226 074 900
Fax: 226 099 157
Correio Electrónico: ibmcdir@ibmc.up.pt
Página WWW: <http://www.ibmc.up.pt/seminars/mpciencia/>

Feira da Ciência 2001

Data: 7-11-2001 a 10-11-2001
Local: Exponor - Porto
Correio Electrónico: info@exponor.pt
Página WWW: <http://www.feiradaciencia.exponor.pt/>

Conferências do Ano Mundial da Matemática: Métodos Topológicos em Análise Não Linear

Data: 9-11-2001
Local: Universidade de Évora
Telefone: 266 744 616
Fax: 266 744 546
Correio Electrónico: angelica@dmat.uevora.pt
Página WWW: <http://home.uevora.pt/~alpizar/seminarios/>

Lar Doce Lar: a Via Láctea

Data: 21-12-2001, 21:30
Local: Observatório Astronómico de Lisboa
Telefone: 21 361 67 39
Fax: 21 361 67 52
Correio Electrónico: gena@oal.ul.pt
Página WWW: <http://astro.cc.fc.ul.pt/oal/palestras.html>



Luís B
2001

Humor

por Bell

Uma publicação da



Associação Juvenil
de Ciência



Ministério da Ciência e da Tecnologia

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Apoio do Programa Operacional
Ciência, Tecnologia, Inovação
do Quadro Comunitário de
Apoio III

Com o apoio de



Editorial
do Ministério
da Educação



FUNDAÇÃO para a DIVULGAÇÃO
das TECNOLOGIAS de INFORMAÇÃO



Instituto
Português
da Juventude