

Cinquenta anos de DNA

Medir o envelhecimento de tijolos

Redes de vasos sanguíneos

Menor emissor de luz sólido

Aumento do número de alunos

Teoria da matéria negra

DNA como combustível para nanomáquinas

Algumas destas notícias foram adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics.

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do mundo da Física. gazeta@teorfis.uc.pt

FÍSICA NO MUNDO

CINQUENTA ANOS DE DNA

Uma das maiores revoluções na ciência ocorreu em 25 de Abril, mais precisamente em 25 de Abril de 1953: foi a descoberta da estrutura do DNA (ácido desoxiribonucleico, em português ADN) pelo norte-americano James Watson e pelo inglês Francis Crick. O evento, do qual se comemoraram os 50 anos, ocorreu na cidade inglesa de Cambridge.

Muita gente pensa que o DNA foi descoberto por Watson e Crick. Nada de mais falso. Em 1953 o DNA já era conhecido há muito tempo: desde finais do século XIX. A meio do século XX suspeitava-se que o DNA podia ser o suporte material dos genes, um conceito então abstracto. Havia quem julgasse que podiam ser as proteínas a desempenhar essa função (o jovem Watson pensava, de facto, que o DNA era a sede dos genes, mas o seu colega mais velho, Crick, pensava antes que essa sede estava nas proteínas). O que aqueles investigadores descobriram há cinco décadas foi a estrutura da molécula do DNA, a famosa dupla hélice que constitui um ícone da biologia moderna. Num breve artigo publicado na revista inglesa "Nature", Watson e Crick incluíram um esquema simples e a preto e branco da dupla hélice. Na altura do aniversário aquela publicação fez um número especial, que relata os espantosos progressos desde então. A revista "Time" também não se esqueceu de ilustrar a sua capa com a mesma molécula, agora em versão colorida. O DNA saltou das revistas científicas para as nossas vidas.

Vale a pena citar o início do artigo da "Nature", sendo de sublinhar o cuidado com que a proposta da estrutura é apresentada:



"Queremos sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxiribonucleico (DNA). Esta estrutura tem características novas com um considerável interesse biológico".

Considerável talvez fosse dizer pouco. Crick exclamou na altura: *"Descobrimos o segredo da vida!"* E vale a pena também referir o fim do artigo, que deixa no ar a proposta sobre o modo como a dupla hélice se divide e, portanto, o material genético se prolonga:

"Não escapou à nossa atenção que o emparelhamento específico que postulámos imediatamente sugere um possível mecanismo de cópia para o material genético".

Uma das hélices serve mesmo de molde no processo de duplicação genética, conforme foi mais tarde comprovado. Hoje sabe-se isso e muito mais: professa-se o chamado dogma da genética molecular – o modo como a informação dos genes (que são, afinal, segmentos do DNA) passa para as proteínas através do RNA mensageiro (o RNA é um outro ácido nucleico). E conhecem-se as excepções ao dogma.

A história da descoberta do DNA está contada na primeira pessoa por James Watson no livro *"A Dupla Hélice"* (publicado pela Gradiva). É uma história que vale a pena ler, pois ilustra, como poucas, a ciência em acção, com tudo o que ela tem de melhor e de pior. No final do seu artigo, Watson e Crick agradecem a Maurice Wilkins e a Rosalind Franklin, seus colegas do Kings College de Londres, que perseguiram o mesmo problema segundo uma via experimental.

Wilkins, que partilhou o prémio Nobel da Medicina e Fisiologia em 1962 com Watson e Crick, foi o responsável por ter mostrado a Watson algumas fotografias de raios X de cristais de DNA que tinham sido tiradas por Franklin (Watson confessou que nessa altura *"o queixo lhe caiu e o coração começou a pulsar mais rápido"*). É bem conhecida a infelicidade da jovem Franklin, que morreu em 1958 (de cancro, com apenas 37 anos) sem ter tido a possibilidade de ver reconhecida a sua importante quota-parte na descoberta.

Certo é que sem o paciente trabalho com raios X de Franklin não teria havido tão cedo conhecimento da dupla hélice. Não é demais realçar o papel dessa química formada em Cambridge e especialista em cristalografia. Ela é hoje especialmente recordada pelas feministas (talvez por ter sido tão mal tratada por Watson no seu livro). Assinalável foi a maneira como ela aceitou, sem azedume nem rancor, um papel menor na história: limitou-se a escrever um artigo no mesmo número da *"Nature"* apresentando dados que corroboravam o modelo de Watson e Crick.

Os raios X, uma técnica da Física, estão pois na base da grande revolução na Biologia no século XX. Não é demais insistir no papel que a Física teve no alvorecer da Biologia Molecular. Ao fim e ao cabo, a estrutura do DNA foi decifrada num dos "santuários" da Física: o Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge. Precisando mais, uma unidade de investigação biológica (mais tarde baptizada Laboratório de Biologia Molecular) foi, nos anos 40, fundada como um anexo ao Cavendish, pelo

físico William Lawrence Bragg, um cristalógrafo que foi Prémio Nobel da Física juntamente com o seu pai. Bragg, com grande visão, contratou então Max Perutz, que por sua vez recrutou John Kendrew e Francis Crick (Perutz e Kendrew identificaram a estrutura de importantes proteínas e ganharam também o Nobel). Por sua vez, Crick, que era físico de formação, chamou Watson, um zoólogo que começou a sua carreira pela ornitologia, e Sydney Brenner, um médico (Prémio Nobel em 2002). Um dos grandes nomes que apareceu também no Laboratório de Biologia Molecular de Cambridge nos anos 60 foi Frederick Sanger, que recebeu dois prémios Nobel da Medicina, um em 1958 pelos seus trabalhos sobre a insulina (uma proteína) e outro pela técnica de sequenciação do DNA em 1980 (poucas pessoas se podem gabar de ter recebido dois Nobel: na Física o único caso é o de John Bardeen, que recebeu um prémio pelo transistor e outro pela teoria da supercondutividade).

Enfim, Cambridge é um viveiro de Prémios Nobel... Essa cidade universitária pode gabar-se de ter hospedado a nata da biologia molecular, além de ter hospedado a nata da Física. Não esqueçamos que Newton foi professor em Cambridge e que foi aí, no Laboratório Cavendish, que foi descoberto o electrão em 1897, por J. J. Thomson, e o núcleo atómico em 1911, por Ernest Rutherford.

E qual vai ser o futuro do DNA? Em 2003 foi completada a sequenciação do genoma humano, conseguida com uma grande colaboração (Projecto do Genoma

Humano, que no seu início foi dirigido por Watson). E abrem-se as perspectivas para outrora inimagináveis aplicações: hoje já se fazem rapidamente "chips" de DNA de um dado indivíduo que, lidos informaticamente, permitem detectar doenças. Vários tipos de cancro poderão ser antecipados. Com a tecnologia de diagnóstico por DNA talvez o cancro de Rosalind Franklin tivesse sido vencido e ela tivesse vivido o tempo suficiente para ir à Suécia receber o seu merecido prémio...

Carlos Fiolhais
tcarlos@teor.fis.uc.pt

MEDIR O ENVELHECIMENTO DE TIJOLOS

Engenheiros e cientistas de materiais sabem há muito que os tijolos de barro e outras cerâmicas cozidas se expandem à medida que envelhecem devido à absorção de água da atmosfera.

No entanto, estudos sobre a expansão dos tijolos pela humidade têm-se limitado a tijolos recém-cozidos abrangendo por isso curtos intervalos de tempo.

Agora investigadores da Universidade de Manchester, do Instituto de Ciência e Tecnologia e da Universidade de Edimburgo, na Grã Bretanha, estudaram experimentalmente a expansão de tijolos ao longo de períodos que remontam ao tempo dos Romanos, há cerca de 1900 anos. Eles concluíram que a expansão de tijolos é governada por uma lei de potência. Especificamente, os tijolos expandem-se proporcionalmente ao tempo elevado à potência $1/4$, em contraste com a expansão logarítmica com o tempo que era prevista pelos estudos relativos a intervalos menores.

Os investigadores propõem que a lei de potência na expansão devida à humidade é consistente com o facto de as cerâmicas absorverem água que se difunde através de passagens à escala atómica.

Esta nova teoria deverá ajudar a construir estruturas de tijolo que se mantenham durante um século ou mais, ao permitir que os engenheiros levem em conta a expansão que, de outro modo, originaria falhas.

A referida lei de potência também poderá ser útil à arqueologia na datação de tijolos e de cerâmicas. Por exemplo, os arqueólogos poderão medir as dimensões de um fragmento de cerâmica e aquecê-lo, evaporando qualquer humidade que possua, para determinar o seu tamanho quando foi cozido pela primeira vez. A idade de uma amostra poderá ser inferida pela contração quando a cerâmica seca.

(M. A. Wilson *et al.*, *Physical Review Letters*, 28 de Março de 2003)

REDES DE VASOS SANGUÍNEOS

Um novo modelo matemático está a conduzir a novas conclusões sobre a formação de redes de vasos sanguíneos. O modelo, proposto por investigadores de várias instituições italianas, reproduz correctamente estruturas vasculares formadas por células espalhadas aleatoriamente numa matriz de gel.

Certos estímulos químicos instigam as células a migrar e a agregarem-se em grupos. Abaixo de uma determinada densidade celular, o modelo e as experiências que ele descreve mostram como são criados muitos grupos desconexos.

Acima da densidade crítica conhecida como o limite de percolação, forma-se um grupo fluorescente de células interligadas a grandes distâncias.

Precisamente no limiar da percolação, tal grupo exhibe uma estrutura fractal com a dimensão fractal de 1,9 (a dimensão fractal define a porção do espaço que será preenchido; para um recipiente de gel a duas dimensões, a superfície será completamente coberta se a dimensão fractal for 2).

Tanto a experiência como o novo modelo mostram que a dimensão fractal é diferente quando as células são observadas a diferentes escalas. Em escalas de 0,8 mm ou menos, a dimensão fractal das redes de células decai para cerca de 1,5. Os investigadores julgam que essa alteração de dimensão pode fornecer informação sobre a dinâmica que deu origem à formação de redes celulares.

A concordância entre modelo e experiências "in-vitro" (com meios de crescimento em gel) sugere que, brevemente, iremos conhecer melhor como se formam as redes vasculares em seres vivos e também a formação vascular patológica que está associada a certos cancros e outros males.

(A. Gamba *et al.*, *Physical Review Letters*, 21 de Março de 2003)

MENOR EMISSOR DE LUZ SÓLIDO

O menor emissor de luz sólido, produzido por Phaedon Avouris e seus colegas da IBM, consiste num nanotubo de carbono de parede única preso entre dois eléctrodos e controlado por um terceiro. A componente mais importante deste minúsculo transistor é um nanotubo de apenas 1,4 nm de diâmetro concebido para ser um semiconductor. Nesta "arena", electrões vindos de um dos eléctrodos encontram "lacunas" com carga positiva providas do outro eléctrodo. Quando as duas espécies se encontram, combinam-se emitindo um pequeno clarão. Esta luz é convenientemente concebida para ter um comprimento de onda de 1,5 microns, invisível a olho nu mas perfeita para aplicações fotónicas.

Mas porquê usar nanotubos quando um semiconductor maior (e mais grosseiro) seria igualmente capaz de produzir luz? Por causa da eficiência energética potencialmente maior e da compactidade da região emissora de luz. A emissão de luz a partir de uma única molécula já tinha sido observada antes, mas não num contexto de ligações de estado sólido. O nanotubo parece ser robusto; suporta 6 microamperes de corrente para uma densidade de corrente de mais de 100 milhões de amperes por centímetro quadrado.

(Misewich *et al.*, *Science*, 2 de Maio de 2003.)

AUMENTA O NÚMERO DE ALUNOS DE FÍSICA



O número de alunos que entram na pós-graduação em Física tem vindo a aumentar nas universidades norte-americanas, como mostra o novo estudo do American Institute of Physics (AIP). O número de alunos que entrou na pós-graduação em Física/Astronomia no ano de 2000 (2697) foi cerca de 5 por cento maior do que o recente mínimo em 1997. (Em números ainda mais recentes para 2003, a publicar em breve, o número de alunos do primeiro ano é cerca de 15% maior do que em 1997.)

Em 1999-2000, no grupo do primeiro ano, o número de estudantes estrangeiros (52 por cento) ultrapassou o de estudantes norte-americanos (48 por cento) e a maior afluência estrangeira foi de estudantes chineses (25 por cento), com os provenientes da Europa de Leste a chegar aos 22 por cento, uma proporção significativa tendo em conta os meros 5 por cento no início da década de 80.

As mulheres constituíam 19 por cento dos alunos inscritos no primeiro ano da pós-graduação em Física e 29 por cento dos inscritos em Astronomia.

A idade é também um factor relevante: cerca de 64 por cento dos estudantes estrangeiros tinham 24 anos ou mais quando começaram a pós-graduação em Física, ao passo que esse número é só de 41 por cento para os estudantes norte-americanos. Que espécie de saída profissional é esperada por estes alunos? A maioria confessou que a sua ambição era obter um emprego académico.

("Graduated Student Report: First-Year Students in 1999 and 2000," preparado pelo Statistical Research Center da AIP; ver <http://www.aip.org/statistics>)

TEORIA DA MATÉRIA NEGRA



A teoria convencional da matéria escura obteve recentemente um forte apoio através de um novo conjunto de observações divulgadas por cientistas do Sloan Digital Sky Survey (SDSS) num encontro efectuado nas Ilhas Canárias, Espanha. Uma das principais razões que leva a acreditar na existência de matéria não-luminosa é que os movimentos de galáxias dentro de aglomerados de galáxias e os movimentos de matéria em redor de galáxias parece desafiar a mecânica celeste convencional.

Ou grandes quantidades (e não convencionais) de massa adicional se escondem na proximidade das galáxias (teoria da matéria escura), ou as conhecidas leis da física precisam de ser revistas (teoria conhecida como "Modified Newtonian Dynamics", ou MOND).

Com um escrutínio efectuado com um subsistema de 3000 galáxias (do inventário da Sloan de 250 000 galáxias) que têm galáxias satélite, o perfil que os investigadores efectuaram das velocidades dos satélites abona a teoria da matéria escura em detrimento da MOND.

(Ver *website* da Sloan em <http://www.sdss.org>)

DNA COMO COMBUSTÍVEL PARA NANOMÁQUINAS

Mais do que o esquema da vida, o DNA está a revelar-se em dos materiais mais versáteis em nanotecnologia. Uma molécula de DNA é constituída por 4 blocos - as bases químicas A, C, G e T.

Nanotecnólogos aproveitaram o facto de poderem obter cordões de DNA com qualquer sequência de bases para criarem cordões que se ligam para obter novas estruturas. G combina-se sempre com C; A é, do mesmo modo, complementar a T. Investigadores dos Bell Labs/Lucent Technologies e da Universidade de Oxford já tinham construído curtos cordões de DNA sintético que ligaram para criar uma máquina molecular simples - um par de pinças moleculares que podiam ser abertas e fechadas juntando mais cordões de DNA. Agora conceberam um combustível a partir de anéis de DNA que servem de fonte energética em motores moleculares.

Os anéis reagem muito lentamente a não ser que esteja presente um cordão de DNA especialmente desenhado para catalizar a reacção forçando os anéis a abrir. Os investigadores propõem que este princípio também seja usado para construir um motor molecular que iria funcionar como um catalizador, abrindo dois anéis de DNA complementares. Os anéis abertos ligar-se-iam um ao outro exercendo uma força que faria com que o motor rodasse ou se movesse ao longo de determinado percurso. O motor consumiria lentamente o combustível de DNA, funcionando de forma autónoma até aquele se esgotar.

Outras aplicações possíveis para motores moleculares artificiais incluem nanopassadeiras que transportem carga molecular numa linha de montagem em nanoescala.

(Turberfield *et al.*, *Physical Review Letters*, 2003)