

VASCO GUERRA E RODRIGO DE ABREU

É surpreendente que a dificuldade em definir por palavras o que é o tempo não seja muito preocupante para os cientistas. Porque o sabem medir. A “única” coisa que é preciso fazer é arranjar uns bons relógios

O TEMPO MEDE-SE COM RELÓGIOS

O tempo mede-se com relógios. Pois claro! Então havíamos de medir o tempo com o quê? Termómetros? Isto até parece uma brincadeira. Só que não é. Porque, por muito desconcertante que tal possa parecer, esta é provavelmente a melhor resposta que podemos dar à pergunta fundamental “o que é o tempo?”

Vamos por partes. Todos temos uma noção intuitiva do que é o tempo. Apesar disso, não nos livramos com certeza de passar um mau bocado se tentarmos explicar de uma forma simples o que é. Muitos filósofos e cientistas têm reflectido sobre a questão. Um exemplo célebre é o de Santo Agostinho, que, no ano 400, escreveu nas suas *Confissões* o seguinte: “Que é o tempo? Quem poderá explicá-lo clara e brevemente? (...) Quando dele falamos, compreendemos o que dizemos; compreendemos também o que nos dizem quando nos falam dele. Que é, por conseguinte, o tempo? Se ninguém mo perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei.”

Os cientistas precisam do tempo pelas mesmas razões que todas as outras pessoas, mas com uma diferença importante: é que precisam de ter uma definição precisa do que é o tempo. Com efeito, a descrição da natureza faz-se dizendo onde e quando ocorrem os vários acontecimentos em estudo. E a resposta a essas duas perguntas tem que ser dada de uma forma tão rigorosa e exacta quanto possível.

É talvez surpreendente que a dificuldade em definir por palavras o que é o tempo não seja muito preocupante para os físicos e os cientistas em geral. Porquê? Cá está, porque o sabem medir. O tempo é o que se mede com relógios. A “única” coisa mais que é preciso fazer é então arranjar uns bons relógios. O professor António Brotas dizia nas suas aulas que isso não era especialmente difícil. Basta dirigir-mo-nos à Suíça, dizia, que, como toda a gente sabe, é conhecida pelos seus bancos, chocolates... e relógios! Temos o problema resolvido.

Um pouco mais a sério, podemos dizer que, em princípio, podemos associar um relógio a qualquer fenómeno periódico. Galileu chegou a usar o ritmo do seu batimento cardíaco como relógio. Usando o seu pulso como relógio para medir o tempo das oscilações de um candelabro da catedral de Pisa, descobriu o “isocronismo das oscilações do pêndulo”, isto é, que o período das oscilações é sempre o mesmo, apesar da amplitude das mesmas ir diminuindo. A partir dessa observação Galileu teve a ideia contrária: como pensou que um pêndulo daria intervalos de tempo mais regulares do que os do batimento cardíaco, sugeriu que se passasse a medir a pulsação dos doentes usando um pêndulo de comprimento padrão.

Este exemplo leva-nos a perguntar como é que sabemos se os vários intervalos de tempo dados por um determinado relógio são realmente iguais. A

verdade é que não sabemos. O melhor que podemos fazer é comparar os tempos marcados por vários relógios. Depois, usando essas comparações e invocando argumentos teóricos sobre as leis que regem cada um dos fenómenos periódicos envolvidos, decidir qual dos relógios nos parece mais fiável.

A nossa noção de tempo só faz sentido se relógios construídos com base em fenómenos físicos diferentes, desde que sejam suficientemente precisos, marcarem os mesmos tempos quando colocados no mesmo local. O tempo deve passar da mesma forma, independentemente do relógio que escolhermos para o medir. Por maioria de razão, esperamos que dois relógios iguais marquem o mesmo tempo independentemente da sua orientação espacial.

Um relógio muito simples que se pode imaginar é o “relógio de luz” de Feynman, que consiste em dois espelhos alinhados na vertical e uma fonte de luz próxima de um deles. Num dado instante, a fonte de luz emite um fóton na direcção do outro espelho. O fóton é então reflectido continuamente nos dois espelhos, fazendo tique sempre que bate no espelho de cima e taque sempre que chega ao espelho de baixo. A unidade de tempo é dada pelo fenómeno cíclico completo, isto é, por um tiquetaque.

lógios marcam o mesmo tempo independentemente da sua orientação no espaço. Na época a experiência não foi feita com o objectivo de “rodar relógios”, tendo o seu resultado sido considerado muito surpreendente. Por essa razão atraíu as atenções, acabando por desempenhar um papel de grande relevo na aceitação da velocidade da luz como uma constante universal e no desenvolvimento da teoria da relatividade de Einstein, intimamente ligada à questão da conceptualização do tempo, cujo centenário da publicação celebramos este ano. ■

PARA SABER MAIS:

→ A experiência de Michelson-Morley e por que é que o seu resultado foi um quebra-cabeças, em http://www.britannica.com/nobel/micro/391_91.html e <http://galileoandstein.physics.virginia.edu/lectures/michelson.html>.
→ Uma discussão mais aprofundada sobre o tempo e a constância de velocidade da luz, em <http://arxiv.org/abs/physics/0504107>.

Este é o terceiro de uma série de artigos de professores e investigadores do Instituto Superior Técnico, que serão publicados aos domingos, para comemorar o Ano Internacional da Física



Imaginemos agora não um, mas dois relógios de luz colocados lado a lado. Ambos fazem tiquetaque exactamente nos mesmos instantes. O que acontece se rodarmos um dos relógios? De cada vez que fazemos um tiquetaque completo, continuam a fazê-lo em simultâneo, pois ambos medem o mesmo tempo (a discussão se fazem também só o tique ou só o taque em simultâneo envolve algumas subtilidades que não podemos discutir aqui).

A experiência da “rotação dos relógios de luz” foi realizada por Michelson e Morley em 1887, tendo confirmado que os re-

Vacina para cancro do ovário vai ser testada

Resultados finais dos ensaios clínicos disponíveis em Dezembro

ANA DOMINGOS

A Prima BioMed, empresa de base biotecnológica com sede em Melbourne, na Austrália, anunciou o lançamento da etapa final de ensaios clínicos de uma vacina contra o cancro do ovário.

As células cancerosas escapam à detecção pelo sistema imunitário graças a proteínas à superfície que as fazem passar por células normais. A tecnologia desenvolvida pela Prima BioMed passa por reeducar o sistema imunitário para reconhecer as células cancerosas do ovário como intrusas, e por isso, como um alvo a abater.

A estratégia de tratamento assenta no aumentar da resposta imunitária contra a proteína mucin-1, localizada à superfície das células cancerosas. Este ensaio clínico envolverá isolar determinado tipo de células, percursoras de células do sistema imunitário, a partir de amostras de sangue da paciente. Estas, depois de diferenciadas em células dendríticas — um dos tipos de células do sistema imunitário —, são tratadas com a vacina e, finalmente, devolvidas à corrente sanguínea da paciente.

No laboratório, as células dendríticas são incubadas com a vacina, que é justamente a mucin-1 ligada a um certo tipo de açúcar, chamado Mannan. Este açúcar tem um papel adjuvante, potenciando a resposta imunitária das células à presença de mucin-1. Quando devolvidas à corrente sanguínea, as células dendríticas tratadas estão instruídas para guiar o sistema imunitário a responder contra as células cancerosas do ovário.

Os ensaios clínicos têm vindo a ser feitos em pacientes recrutados pelo Hospital de Austin, na Austrália. A análise preliminar dos resultados, que incluem a segurança e o protocolo da vacina, está já a decorrer e será completada em Dezembro.

A Prima BioMed tem licença da empresa Biomira para o uso exclusivo, e a nível mundial, de mucin-1 na terapia do cancro usando células dendríticas. No entanto, a Biomira, com sedes no Canadá e EUA, poderá assegurar os direitos de comercialização da tecnologia a nível mundial com a excepção da Austrália e Nova Zelândia onde a Prima BioMed retém os direitos. ■

spf SOCIEDADE PORTUGUESA DE FISICA



CICLO DE REALIZAÇÕES

sobre o tema

“AS ENERGIAS DO PRESENTE E DO FUTURO”

- **Conferência**, nos dias 21 e 22 de Novembro de 2005, no Centro de Congressos do Instituto Superior Técnico
- **Seminários** em Escolas, Câmaras Municipais e Colectividades Culturais, a pedido dos interessados
- **CD** para distribuir com um jornal de grande circulação
- **Comissão Organizadora**: Profs. Carlos Varandas (IST), António Vallera (FCL), Eduardo Oliveira Fernandes (FEUP), Aníbal Traça de Almeida (FCTUC), Manuel Collares Pereira (INETI) e Pedro Coelho (IST)

Informações disponíveis em (<http://www.spf.pt>)
Para esclarecimento de dúvidas contactar Dra. Maria Fernanda Pinto (mfernanda@cfn.ist.utl.pt, telefone 218417818)

Patrocínios:

Gência, Inovação 2010 Programa Operacional Ciência e Inovação 2010
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

