

Harold Kroto, Prémio Nobel da Química em 1996, esteve recentemente em Portugal, tendo encerrado o ciclo de colóquios associado à exposição "à luz de Einstein" com a palestra "2010: a nanospace odyssey". A *Gazeta* aproveitou a sua estadia para o entrevistar sobre a sua carreira científica. Recorde-se que Harold Kroto, da Universidade de Sussex, em Inglaterra, integrou a equipa de investigadores que em 1985 descobriram a molécula de C₆₀.

Entrevista de

PATRÍCIA FAÍSCA

Centro de Física Teórica e Computacional da
Universidade de Lisboa
Av. Prof. Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa
patnev@cii.fc.ul.pt

SÍLVIA ESTÁCIO

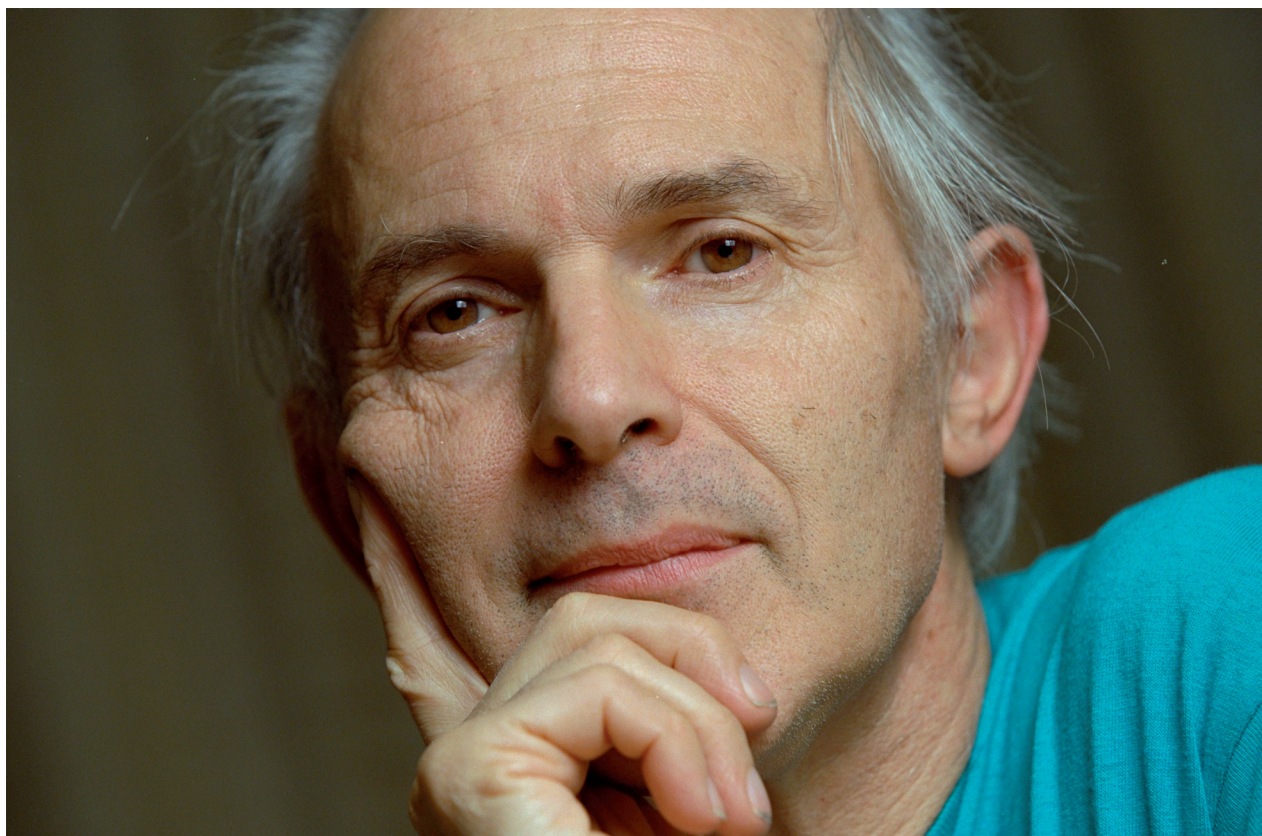
Grupo de Física Matemática da Universidade de Lisboa
Av. Prof. Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa
silvia@cii.fc.ul.pt

Entrevista a Harold Kroto

SÓ PODIA SER A ESTRUTURA DA "BOLA DE FUTEBOL"!

P. - Quando decidiu ser cientista?

R. - Penso que nunca decidi, aconteceu assim. Eu estava interessado em design gráfico, em ciências e também em jogar ténis e tocar guitarra. Não era particularmente bom a tocar guitarra porque comecei tarde demais, e no ténis estava sempre a perder e certamente nunca chegaria a ser campeão de Wimbledon. Mas tinha jeito para as artes e para o design gráfico. Depois fui para a Universidade, onde estudei ciências, e esse pareceu-me um caminho mais seguro para começar uma carreira, já que era importante assegurar a sobrevivência. A arte passou para segundo plano, embora fosse o meu principal interesse. Acabei por fazer um doutoramento em Química, porque queria continuar na Universidade – estava a divertir-me bastante! –, e como quis depois experimentar viver noutro país, fui fazer um *post-doc* no Canadá, e estive também nos Estados Unidos durante algum tempo. Então tive uma oferta de emprego e regresssei a Inglaterra. Pensei nessa altura que iria experimentar durante cinco anos e que, se as coisas não corressesem bem, mudaria para uma escola de artes e passaria a dedicar-me ao design gráfico. Mas as coisas correram razoavelmente bem, de modo que nunca cheguei a dedicar-me ao que realmente sempre quis fazer. Por isso, comigo nunca houve a decisão de “Quero ser um cientista!”, e mesmo hoje não tenho a certeza de querer ser cientista. Quero é



<http://www.kroto.info/>

estar interessado no que em cada momento estou a fazer. Também nunca pensei que queria ser um professor, queria, isso sim, ganhar a minha vida, e à medida que o meu trabalho de investigação ia progredindo, procurava fazer as coisas o melhor que podia, ensinar o melhor que podia, e fazer investigação o melhor que podia. Enfim, pensei que devia seguir a carreira académica e isso satisfez-me. A certa altura estive mesmo para passar a fazê-lo só em *part-time*, para ter tempo para me dedicar às artes e ao design gráfico, mas esse projecto “evaporou-se” com a descoberta do C60. Talvez a minha carreira como artista gráfico comece dentro de um ou dois anos... Nunca se sabe! Mas tenho muitas coisas pela frente e nunca faço grandes planos, deixo que as coisas aconteçam.

P. - Na sua nota autobiográfica no *site* do Nobel pode ler-se que a certa altura da vida os seus interesses foram a Química, a Física e a Matemática, por esta ordem. O que o atraiu mais na Física?

O que mais me fascinou na Física foi a Mecânica Quântica. Acho que a Mecânica Quântica é o maior avanço intelectual do século XX, porque revela o mundo microscópico em que tudo se baseia. De facto, eu sou um químico-físico. Há a Química e a Física e na fronteira das duas está a espectroscopia, que ainda é o que me interessa. Trata-se de

compreender a espectroscopia molecular e atómica com base na Mecânica Quântica. Embora eu não seja um matemático particularmente bom, sou bom... mas não sou especialmente bom como físico. Acho que para se ser um bom físico é preciso ter uma compreensão maior e mais profunda da Matemática, do que a que eu tenho. Mas para a Química e para a Química-Física basta perceber a Mecânica Quântica só até um certo nível.

P. - O seu *background* em Física foi importante para a descoberta do C60?

Não, acho que não foi. A descoberta do C60 aconteceu, do meu ponto de vista, porque eu estava interessado na Química no espaço. Trabalhei um pouco nisso nos anos 70, interessou-me o facto de o espaço estar cheio de moléculas e átomos, e fiz alguns trabalhos interessantes nessa área. Foi na sequência desse interesse que, por sugestão de Bob Curl, durante uma visita minha a Rice, contactei Rick Smalley, que tinha desenvolvido um aparelho fantástico para vaporizar metais. Pensei que esse aparelho também poderia vaporizar carbono e mostrar-me coisas interessantes sobre as moléculas no espaço. Foi então que surgiu aquela enorme surpresa, numa experiência em relação à qual eu não tinha expectativas especiais, e que tinha deixado em “banho-maria” durante vários anos.

A história da descoberta do C60 é fascinante, quase parece um conto de fadas. Posso pedir-lhe que nos faça um resumo do que foram esses dias em 1985? O que é que aconteceu?

Estavam em jogo duas experiências, uma muito simples que me interessava particularmente a mim, e outra realmente mais complicada que me interessava tanto a mim como a Bob Curl e a Rick Smalley. Esta segunda experiência apresentava tais dificuldades que a certa altura eles propuseram começar por fazer a experiência simples. Telefonaram-me e arranjei imediatamente uns dias para ir a Rice fazer essa experiência. Trabalhei sobretudo com os estudantes, em particular com Jim Heath, mas também com Sean O'Brien e com a estudante chinesa Yuan Liu. Ao fim de alguns dias, a experiência estava a correr muito bem, mas havia um aspecto inesperado e muito evidente nos resultados. Podemos fazer uma analogia entre vaporizar uma substância e atirar ao ar um baralho de cartas. O que estava a acontecer era como se, de cada vez que atirássemos as cartas, elas caíssem sempre numa determinada ordem. Atirávamos um monte de átomos de carbono para o ar, e eu estava à espera de ver aparecer cadeias lineares de vários tamanhos. Mas o número 60 aparecia com muito maior frequência de que os outros números. Isso era muito estranho, e fomos forçados a pensar numa maneira de interpretar o resultado, até que chegámos à conclusão de que podia ser a estrutura da “bola de futebol”. A surpresa foi enorme, e ficámos todos eufóricos com a descoberta, mesmo antes da confirmação, porque estávamos convencidos de que tínhamos razão. Lembro-me de estar tão eufórico que na viagem de regresso pensei, sentado no avião, que nem faziam falta os motores para eu voar por cima do Atlântico. E pensava em todos aqueles que, em Inglaterra, me iriam perguntar se a viagem tinha corrido bem, e a quem eu iria responder “Sim! Sabes o que descobrimos?”, e contaria a história.

Depois houve algumas dores de cabeça porque uma meia dúzia de artigos contestaram as nossas conclusões. Foram tempos difíceis. Decidi que iria dedicar cinco anos a tentar provar que a conclusão era correcta e que, se não fosse correcta, queria ser eu próprio a mostrá-lo. Não estou de acordo com os cientistas que sugerem uma teoria e que depois deixam a outros o trabalho de demonstrar se está certa ou errada. Esse não me parece um comportamento ético em ciência, embora haja pessoas que o adoptam, e já o tenho criticado antes, em particular em relação a Fred Hoyle, um cientista britânico famoso, um físico e cosmólogo. Hoyle sugeriu uma data de teorias que eram disparates puros, e a sua atitude era a de dizer “Então, demonstrem lá, se forem capazes, que eu não tenho razão!” Ora eu posso dizer, por exemplo, que há um *hamster* do outro lado do Universo, não há maneira de refutar isso. Enfim, voltando ao C60, dediquei-me então a demonstrar a nossa interpretação dos resultados, mas foi duro. Fiz alguns estudos sobre o assun-

to, assim como o grupo do Rick, e as conclusões desses estudos batiam certo com o que tínhamos sugerido, de modo que fomos gradualmente fornecendo provas de que tínhamos de facto razão.

Concorda que existe um certo grau de acaso em todas as grandes descobertas científicas?

Sim, até certo ponto isso é verdade. Eu diria que existem grandes descobertas que não aconteceram por acaso. Há pessoas que procuram descobrir algo mas que sabem, *a priori*, que existe uma forte possibilidade de que a sua descoberta funcione realmente. O laser (ou o próprio maser) é um exemplo de uma descoberta desse tipo porque o Charles Townes concluiu a possibilidade da existência do laser a partir da análise das equações de Einstein. Já as consequências do resultado dessa descoberta – a forma como revolucionou a tecnologia e o mundo em que vivemos – essas sim, foram totalmente imprevistas. Por outro lado, a nossa descoberta foi casual no sentido em que não estávamos à espera de encontrar o C60. Os avanços científicos não são todos do mesmo tipo. Não sei muito sobre o caso do transistor, mas é natural que Bardeen, Shockley e Brattain já tivessem pensado na possibilidade de descoberta do transistor, em que se baseou depois a construção dos computadores. Contudo, penso que podemos dizer que algumas das grandes descobertas não foram de facto previstas. Estas descobertas são muito mais importantes porque mudam o paradigma, mudam a nossa visão do mundo. Um exemplo de uma destas descobertas é a da existência de antipartículas a partir das equações de Dirac da Mecânica Quântica. É um pouco como a raiz quadrada de -1. Posso estar errado, mas é assim que vejo este exemplo. Se pegarmos no teorema de Pitágoras, tomamos só a raiz positiva da equação ainda que existam duas raízes possíveis. No entanto, alguém com uma mente brilhante como a de Dirac diria “Alto! Não deitemos fora a raiz negativa. Qual é o significado desta raiz?” E Dirac identifica-a com uma energia negativa e conclui que existem antipartículas. Penso que esta descoberta de Dirac pode servir como exemplo de uma descoberta que se deu por acaso. Acho que as descobertas casuais como esta são provavelmente as mais importantes de um ponto de vista fundamental uma vez que mudam a nossa compreensão das coisas. A descoberta do laser não mudou a nossa compreensão do mundo porque a sua existência já estava prevista nas equações de Einstein. Só que ninguém se tinha dado conta disso até Townes ter construído o maser. Mas Townes não alterou a teoria. As descobertas ocasionais, essas sim, mudam a nossa compreensão das coisas de uma forma fundamental.

Como avalia o impacto da vossa descoberta?

Ainda é muito cedo para avaliar. Penso que, para já, mudou a nossa visão dos chamados materiais “em folha”

(“sheet materials”). Existem cristais uni-, bi- e tridimensionais e a grafite é um cristal bidimensional. A nossa descoberta do C60 mostra que, em escalas pequenas, as folhas bidimensionais se encurvam para formar “gaiolas”, e isto é um facto importante. A química do C60 só agora é que está a começar. Isso deve-se em parte ao facto de a nossa ciência estar tão desenvolvida que mesmo as grandes descobertas vão demorar muito tempo até surgirem aplicações nos campos em que já existem tecnologias de sucesso. Um exemplo disto são as tecnologias baseadas em silício. O GaAs (arsenito de gálio) poderia ser uma alternativa ao silício mas existe tanta investigação em silício (que por isso mesmo é cada vez melhor) que outros materiais, para se imporem, teriam que ser muito melhores do que o silício. Passa-se o mesmo com o C60. O C60 vai impor-se em áreas onde as tecnologias conhecidas não estejam tão desenvolvidas e tão amadurecidas. Eu diria que se o C60 se tornar no constituinte principal de dispositivos úteis, tal acontecerá na electrónica molecular, que é uma área onde a investigação ainda não começou realmente e para a qual o C60 tem propriedades muito interessantes. Já se investiram milhões na investigação em silício e, a não ser que a electrónica molecular apareça como uma alternativa claramente melhor, a investigação em C60 não será impulsionada.

Acha que a descoberta do C60 – possivelmente a molécula mais bonita do Universo – foi uma recompensa pela sua paixão pela arte e design?

Nunca pensei nisso nessa perspectiva. Talvez... não sei. É uma ideia engraçada!

O que pensa da investigação interdisciplinar?

Sei o que é a investigação multidisciplinar. Sou um químico-físico e, por isso, cubro as áreas da física e da química. Penso que o futuro irá juntar biólogos, físicos e químicos e que a troca de ideias entre as várias áreas será muito proveitosa. Quando “encalharmos” num problema, uma pessoa de outra área pode dar uma contribuição diferente para ultrapassar o obstáculo, se trabalharmos em conjunto. Além disso, para avançar em ciência é preciso alguma ingenuidade e nós somos muito mais ingénuos numa área que não seja a nossa.

E qual é a sua opinião sobre a investigação baseada em trabalho computacional?

O trabalho computacional tem de andar de mãos dadas com o trabalho experimental. Se os resultados computacionais estiverem demasiado longe de uma confirmação experimental, então acho que não têm grande valor. Preocupa-me o trabalho computacional que está demasiado à frente da tecnologia experimental disponível. Mas esta é a minha opinião pessoal. Para mim as experiências são extraordinariamente importantes.

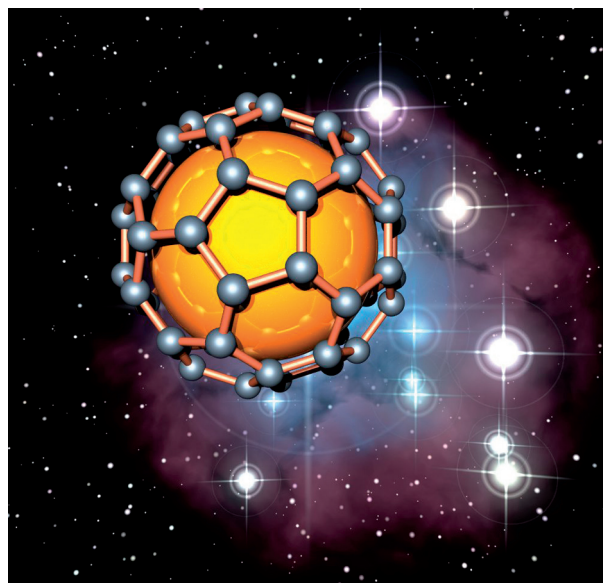


Imagem artística do C60.

Qual é o seu livro de divulgação científica preferido?

Para mim o livro de divulgação científica mais importante é do Carl Sagan e chama-se *The Deamon Haunted World: science as a candle in the dark* (*Um Mundo Infestado de Demónios*). Recomendo a sua leitura, não só a cientistas, mas a toda a gente. Trata de assuntos que me preocupam bastante: a irracionalidade no tempo presente e o sentido místico que se atribui às coisas. Em geral, também gosto muito dos livros do Feynman.

Em 1995 criou o Vega Science Trust com o objectivo de fazer filmes sobre ciência para serem passados na televisão. Porquê?

Começou como tudo o resto. Dei uma aula em Londres que quis gravar, e a gravação ficou um desastre. Contactei então um produtor da BBC que estava interessado em gravar conferências do tipo daquela que vou dar aqui na Fundação Gulbenkian, e propus-lhe fazer uma nova gravação da minha aula. Ele disse-me que, como este tipo de iniciativas não fazia parte das grandes apostas da BBC, um trabalho decente nos ia custar uma certa quantia. Arranjei financiamento para a gravação da minha aula, e depois fizemos uma segunda gravação de uma aula do Bill Clempner, um professor de Harvard que é um grande orador pelo qual tenho uma grande admiração, e que estava de visita ao Reino Unido, e depois ainda uma terceira. Foi então que decidimos criar uma fundação, a *Vega Science Trust* (www.vega.org.uk), para levar a cabo este tipo de projectos. Entretanto, o meu colega, que tinha um cargo na BBC, abandonou a equipa devido a conflito de interesses, e eu fiquei sozinho com a criança nos braços. A participação dele foi muito importante nos primeiros dois

ou três programas mas agora já temos mais de 100... Além disso, a ideia original evoluiu porque passámos a utilizar a Internet para difundir os nossos programas – mais de 50% dos quais ainda passam na BBC – de graça pelo mundo inteiro. E agora esse é o meu principal objectivo. Na minha opinião, a televisão acabou como veículo de transmissão cultural e educacional. Noventa por cento do que passa na televisão é disparatado, de má qualidade e não vale a pena ver. Penso que a *Internet* é o veículo de transmissão do futuro porque cada pessoa pode transmitir pela *Internet*, através do seu sítio, algo que qualquer pessoa pode ver em qualquer parte do mundo. Essa é uma diferença fundamental.

Acha que, nessa altura, em 1995, os jovens já começavam a perder o interesse pelas ciências duras? Na sua opinião qual pode ser a causa dessa perda de interesse?

Sim, existe um problema com as ciências duras apesar de no Reino Unido a situação ter melhorado ligeiramente nos últimos anos. Acho que existem imensas razões que explicam isso e uma delas é a seguinte. No Ocidente a vida é demasiado fácil, mas não há uma forma fácil de penetrar na tecnologia moderna. Por exemplo, hoje em dia nós não sabemos reparar um telemóvel, mas antigamente era possível reparar o telefone quando este deixava de funcionar. Passámos de uma tecnologia em que as reparações tinham um lugar importante para uma tecnologia orientada pelo princípio do “deitar fora”, e essa é, na minha opinião, uma das barreiras mais importantes. Eu tornei-me um cientista por ter reparado aparelhos na fábrica do meu pai. Dessa forma aprendi como funcionavam. Para além disso, construí o meu próprio rádio, e hei-de lembrar-me sempre de quando o liguei pela primeira vez e ouvi uma voz a vir dali. Foi incrível, parecia magia! Penso que, hoje em dia, estas experiências são muito pouco frequentes, acontecem a muito poucos miúdos. De certa forma a criança moderna não está realmente ciente de quão fantástica é a tecnologia moderna, pelo que não chega a ter verdadeiro interesse e respeito por ela. Acho que essa é uma das razões e é uma razão muito importante.

Que conselho daria aos jovens que dão os seus primeiros passos na investigação científica?

Diria “só façam investigação se forem curiosos e entusiastas” porque de outra forma é muito difícil fazer investigação. Bem sei que em outras áreas as coisas também não são fáceis... Mas na universidade temos que ensinar, temos que fazer investigação, temos que orientar alunos, temos que fazer trabalho administrativo e temos que arranjar financiamentos. Não é nada fácil. E penso que hoje em dia as coisas não são mais fáceis do que foram para mim noutros tempos. Eu tive um começo duro e sobrevivi, mas não me apercebi nessa altura até que ponto era duro, porque quando somos jovens recuperamos muito facilmente. Mas não optem pela

investigação para ganhar prémios! Quando os miúdos me perguntam o que fazer para ganhar um prémio Nobel eu respondo que não sei. Eu certamente não escolhi a investigação para ganhar o prémio Nobel e tê-lo ganho não teve um efeito importante em mim. Quando descobrimos o C60 pensei pela primeira vez que havia uma possibilidade real de ganhar o prémio Nobel. Mas estava muito satisfeito com o que tinha feito antes dessa descoberta. Estava satisfeito com o meu trabalho em química do espaço e com o meu trabalho em várias áreas da química do fósforo e do enxofre. Se não tivesse feito mais nada para além disso teria achado essas contribuições satisfatórias e suficientemente importantes. E, depois disso, teria feito qualquer outra coisa. Neste momento o C60 acabou para mim e estou a fazer outras coisas. Ganhar um prémio é apenas um bónus!

Se estivéssemos de volta aos anos 1960 ainda escolheria fazer um curso de Química?

Provavelmente não. Penso que teria ido para design gráfico. Mas foram tempos fantásticos! Poderia voltar a escolher outra vez química, mas nunca encarei essa escolha como definitiva. O meu problema é que não faço uma coisa a não ser que a possa fazer da melhor maneira possível. Mas hoje em dia existem tantas opções que provavelmente estaria menos dependente do factor financeiro... Bom... não sei a resposta!