

O MISTÉRIO DOS RAIOS X *

FERNANDO PULIDO VALENTE

Av.^a das Tulipas, 10-2.º Esq.º
Miraflores – Algés, 1495 Lisboa

Recorda-se a atmosfera de mistério e perplexidade que envolveu a descoberta dos raios X. Tecem-se algumas considerações acerca da distinção entre as visões científicas do Mundo, dando como exemplo a incursão do poeta Guerra Junqueiro no campo da Física. Termina-se referindo os efeitos deletérios das radiações ionizantes e a questão da eventual existência de um limiar relativo a estes efeitos.

Estamos hoje tão familiarizados com a utilização corrente dos raios X, principalmente como meio de diagnóstico, que se torna difícil imaginar a sensação de mistério que acompanhou a sua descoberta.

Tal sensação parece-me estar intimamente associada à capacidade de se sentir maravilhado perante um fenómeno para o qual não se encontra explicação.

É esta capacidade que constitui, segundo julgo, a verdadeira mola da descoberta científica e que é ilustrada por numerosos exemplos na história da Ciência, desde a célebre maçã de Newton, até à reacção de Einstein, em criança, perante a bússola que o pai lhe ofereceu.

É aliás do próprio Einstein o seguinte comentário, que transcrevemos do livro de Abraham Pais [1]:

«Por detrás dos objectos, deve haver algo que permanece profundamente oculto (...). O desenvolvimento do [nosso] mundo de pensamento, é, num certo sentido, uma fuga ao milagre.»

Pais comenta:

«Estas experiências contribuíram bem mais para o crescimento de Einstein do que a escola formal [1].»

Recordemos as reacções do meio científico à descoberta de Röntgen, não sem deixar de observar, de passagem, que também houve quem inicialmente a considerasse pura e simplesmente «uma hábil mistificação» (!).

Em princípios de 1896, poucos meses portanto após a comunicação de Röntgen

à Sociedade de Física e Medicina de Würzburg, Poincaré fazia o seguinte comentário a esta descoberta [2]:

«Estamos na presença de um novo agente, tão novo como foi a electricidade no tempo de Gilbert, ou o galvanismo no tempo de Volta. Sempre que somos surpreendidos por uma revelação semelhante, ela desperta em nós uma sensação de mistério que nos envolve, sensação que nos perturba, a qual se vai esvaindo, à medida que se vai atenuando a admiração pelas maravilhas doutroa.»

No entanto, subsistiu, ainda, por largos anos, a perplexidade no mundo da Física, acerca da verdadeira natureza desta misteriosa radiação, mistério aliás consagrado pelo próprio Röntgen ao designá-la pela incógnita X.

Sob o ponto de vista teórico, várias foram as hipóteses formuladas sobre a natureza e origem desta radiação.

Röntgen, na sua comunicação provisória inicial de 28 de Dezembro de 1895, com o título «A propósito de uma nova espécie de raios», limita-se a descrever algumas das propriedades desta radiação, que «por comodidade», como diz, designa por raios X, para os distinguir doutros raios, sem formular, no entanto, qualquer hipótese quanto à sua natureza.

Mais tarde, no entanto, com todas as cautelas, Röntgen avança a hipótese de

* Texto adaptado da comunicação apresentada no simpósio integrado nas comemorações dos 100 anos da descoberta dos raios X, realizado no Museu da Ciência da Universidade de Lisboa.

que os raios X seriam devidos a «vibrações longitudinais do éter».

Röntgen expõe o problema do seguinte modo [2]:

«Perguntar-se-á: O que são estes raios?

Dado que não se trata de raios catódicos, podia-se pensar, em virtude da sua propriedade de produzirem fluorescência e acção química, serem devidos à luz ultravioleta. Existe um conjunto importante de provas que contraria esta hipótese.

Com efeito, se os raios X são na verdade luz ultravioleta, esta luz deve possuir as seguintes propriedades:

a) Não se refractar ao passar do ar para a água, o sulfato de carbono, o alumínio, o sal gema, o vidro e o zinco;

b) Não se reflectir normalmente na superfície dos corpos citados;

c) Não se polarizar nos meios polarizantes normais;

d) A absorção produzida nos diferentes corpos deve depender sobretudo das suas densidades. Isto significa que os raios X devem comportar-se duma maneira diferente dos raios visíveis, infravermelhos ou ultravioletas.

Por isto me parecer assaz inverosímil, fui levado a formular outra hipótese. Parece existir uma relação entre estes novos raios e os raios luminosos: assim, pelo menos, parece indicar a produção de sombras, de fluorescência e de acções químicas. Ora, sabe-se, de há muito, que além das vibrações que explicam os fenómenos luminosos, é possível que se produzam vibrações longitudinais no éter; alguns físicos pensam mesmo que tais vibrações devem existir. É preciso, no entanto, admitir que a existência destas vibrações nunca foi demonstrada e que as suas propriedades nunca foram estabelecidas por via experimental. Estes novos raios não deverão ser atribuídos a vibrações longitudinais do éter? Devo confessar que, à medida que fui prossequindo estas investigações, fui-me acostumando cada vez mais a esta ideia e permito-me anunciá-la, sem, no entanto, me ocultar que esta hipótese deve ser mais solidamente fundamentada».

É esta também a hipótese que parece ter merecido a adesão de Poincaré, o qual, baseando-se no resultado negativo das experiências sobre a reflexão, refacção e interferência destes raios, recusa a hipótese deles se situarem no prolongamento do espectro das radiações electromagnéticas com um comprimento de onda inferior ao das radiações ultravioletas.

Em 30 de Janeiro de 1896, na Revista Geral das Ciências Puras e Aplicadas, Poincaré faz o ponto da situação quanto aos conhecimentos relativos às propriedades e à natureza dos raios X: [2]

«1) Trata-se de raios, como o demonstram as sombras produzidas por corpos relativamente opacos, cujos contornos sejam suficientemente nítidos para se obter uma reprodução fotográfica. A sua propagação é pois rectilínea;

2) Não se trata de raios luminosos devidos à vibração transversal do éter. Sabe-se que estas vibrações podem dar lugar, de acordo com a sua duração, às mais diversas manifestações. Encontra-se, sucessivamente, toda a gama, desde as de maior até às de menor comprimento de onda, os raios hertzianos, os raios caloríficos e os raios ultravioleta ou químicos:

Apesar da diversidade dos efeitos, sabe-se existir entre eles uma diferença unicamente quantitativa; na realidade, não existe maior diferença entre os raios hertzianos e a luz visível, do que entre a luz vermelha e a luz verde. Então, ao que parece, nada impede que, para explicar uma nova ordem de manifestações, se acrescente um novo intervalo a esta gama.

Não é verdade que os raios ultravioleta atravessam a prata, a qual é opaca às radiações luminosas?

Não foi possível realizar deste modo, há alguns anos, o que se chamou a fotografia do invisível?...

3) Não se trata também de raios catódicos. Na verdade sabe-se, desde Lénard, que os raios produzidos no vazio de Crookes podem atravessar uma placa delgada de alumínio, sair da ampola e propagar-se em seguida na atmosfera normal, ou mesmo no vazio absoluto. No entanto, na atmosfera normal, sofrem uma difusão considerável e só podem alcançar uma distância de alguns centímetros.

Pelo contrário, os raios X alcançam sem se desviar, alguns metros de distância. Por outro lado, os raios catódicos normais são incapazes de atravessar a maior parte dos corpos opacos, mesmo em pequenas espessuras. Eis pois duas diferenças entre os raios catódicos e os raios Röntgen. Existe, no entanto, outra diferença, muito mais importante: os raios Röntgen não são desviados por um íman.»

Por esta altura, o físico inglês Schuster põe em dúvida que existam provas concludentes que permitam afastar a hipótese dos raios X diferirem dos raios luminosos unicamente pela «pequenez» do seu comprimento de onda.

É curioso, no entanto, notar que é a ideia de Poincaré de que pode existir uma relação entre o fenómeno da fluorescência e a produção de raios X que vai levar Becquerel às suas experiências, das quais resulta a descoberta da radioactividade natural.

A esta descoberta, feita em minerais de urânio, seguem-se os trabalhos de Schmidt e de Marie Curie, em Abril de 1898, donde resulta a descoberta de propriedades idênticas em preparados de tório, e, em Dezembro de 1898, a descoberta do rádio, pelos esposos Curie.

Como curiosidade, a este respeito, citemos uma incursão do nosso glorioso poeta Guerra Junqueiro, no domínio da Física, com um artigo publicado na revista «La Revue» em Junho de 1904. [3]

Neste artigo, com o título «Radium et la radiation universelle», Guerra Junqueiro não se limita a tecer conside-

rações de carácter mais ou menos filosófico sobre a natureza da radioactividade, no estilo de:

«A radioactividade é, em última análise, uma assimilação e desassimilação contínua de espécies imponderáveis, inerentes a todos os corpos e organismos.»

Ou, mais adiante, ao resumir as suas geniais conclusões:

«1) A actividade dissociante ou involutiva produz uma radiação mais abundante e menos duradoura;

2) A actividade associante ou evolutiva, confere persistência à radiação, cujo valor aumenta quando se eleva o grau de actividade;

3) Quando esta última forma de actividade é muito intensa, a radiação, apesar de hiperbólica, pode persistir durante um tempo considerável;

4) A persistência radiante depende da regeneração a partir do equilíbrio, da saúde (sic!) dos corpos ou organismos. A radiação contínua consiste numa regeneração contínua.»

Guerra Junqueiro chega ao ponto de se permitir refutar os resultados dos trabalhos de Madame Curie e Debiérne, segundo os quais conforme refere: «o rádio, seja qual for o seu estado, produz sempre a mesma quantidade de emanção».

O nosso poeta afirma ser absurdo que um corpo irradie, qualquer que seja o seu estado, a mesma quantidade de energia, sendo peremptório ao afirmar que «um tal corpo não pode existir».

Depois de expor as suas geniais ideias acerca da natureza da radioactividade, Guerra Junqueiro remata o seu artigo com a conclusão final de que:

«O rádio é, segundo penso, um corpo simples extremamente complexo, em crise de evolução, em actividade hiperbólica. A exacerbação radiante provém da natureza do corpo, o qual assim que lesado, tende a regenerar-se prontamente.»

Como se vê é tudo muito simples! O nosso poeta consegue desfazer, a golpes de metafísica, o mistério da radioactividade!

É claro que eu não tenho nada contra a poesia, confesso-me mesmo um fervoroso amante, se bem que o mesmo não possa dizer em relação à metafísica...

Julgo, no entanto, que nem uma nem outra destas actividades se podem confundir com a Ciência.

Esta incursão de Guerra Junqueiro, sem dúvida um grande poeta, no domínio da ciência, tem, segundo julgo, a virtude de fornecer uma demonstração eloquente da diferença que realmente existe entre um espírito científico e outro que não o é, apesar de, actualmente, existir uma certa tendência para estabelecer uma certa confusão a este respeito.

Regressando ao domínio científico, pode dizer-se que, até 1912, com os trabalhos de Barkla, Von Laue e outros, ficaram claramente estabelecidas as propriedades dos raios X, como fenómeno ondulatório. Foram assim levan-

tadas as objecções apresentadas por Röntgen em aceitar a natureza ondulatória desta radiação.

No entanto, é curioso constatar que, entre nós, num curso de Patologia Geral administrado na Faculdade de Medicina de Lisboa, por Luís Raposo (1930), ainda se mantinha uma certa reserva a este respeito.

Com efeito, acerca da natureza dos raios X, afirmava-se nesse curso [4]:

«Estes raios propagar-se-iam no éter com uma velocidade igual à das oscilações eléctricas e luz (M. E. Marx). Acerca da sua natureza têm-se aventado diversas teorias. Segundo uma delas, os raios X, apesar de não apresentarem algumas das propriedades das radiações luminosas, seriam análogas às ultra-violetas extremas de Lyman e Millikan.»

No entanto, mais adiante diz-se:

«A favor da identidade das duas espécies de radiação, conhecem-se várias experiências. Haga e Wind e Sommerfeld produziram com os raios X fenómenos de difracção; Barkla conseguiu com eles verdadeiras polarizações, Laue obteve, com cristais, fenómenos de interferência dos raios X e Bragg focou-os como se fossem raios luminosos, com lâminas curvas de mica. Por outro lado, Righi, Merit Stewart, Lenard, etc., demonstraram que os raios ultravioletas extremos produzem, sobre condutores metálicos, fenómenos idênticos aos que os raios X provocam»...

«Há porém uma grande distinção a estabelecer: os raios ultravioleta extremos são extremamente absorvíveis, ao passo que uma das características dos raios X é a facilidade com que atravessam os diversos obstáculos. Sir George Stokes e depois Wiechert, consideraram os raios X como diversos da luz. Ao passo que as radiações luminosas e ultravioleta são vibrações contínuas, os raios X seriam pulsações electromagnéticas extremamente breves e isoladas. A impossibilidade de os desviar no campo magnético é uma dificuldade à admissão desta teoria e torna mais provável a hipótese de Bragg, Mesen e Glasson, segundo a qual cada raio conteria uma partícula electropositiva e outra electronegativa, girando num plano que contém a direcção da sua propagação. Sutterland sustenta que são electrões cuja inércia os impede de se desviarem. Veremos que acerca da luz também têm sido emitidas hipóteses análogas, o que mais confirma, pelo menos, o parentesco entre os raios X e os raios ultravioleta.»

Constata-se, portanto, que, não obstante uma certa confusão ainda existente, já se propendia, entre nós, a aceitar a natureza ondulatória electromagnética dos raios X.

Desde muito cedo que se tornaram conhecidos os efeitos destrutivos dos raios X, sobre os tecidos biológicos. Tal conhecimento não impediu, no entanto, que se verificassem inúmeros casos de morte e de lesões provocados por estas radiações, ou, dum modo geral, pelas radiações ionizantes.

O carácter, de certo modo misterioso, destas radiações, ligado à inexistência de efeitos sensoriais imediatos, contribuiu certamente para explicar uma certa despreocupação quanto à sua periculosidade.

Por outro lado, o protelamento da revelação dos efeitos que muitas vezes se verificam e o carácter estatístico dos efeitos genéticos, contribuiu sem dúvida para mascarar relações de causa-efeito.

A Comissão Internacional de Protecção Contra as Radiações estabelece uma distinção entre os efeitos determinísticos das radiações, para os quais é possível definir um valor do limiar de dose e os efeitos estocásticos em que tal limiar parece não existir.

Por uma questão de prudência, esta Comissão recomenda que se adopte, na prática, uma regra que é designada pela abreviatura «ALARA» — «as low as reasonably achievable» — o que significa que as doses de radiação devem ser tão baixas quanto se possa razoavelmente conseguir.

Surge, no entanto, recentemente, uma tendência, que encontrou a sua expressão no último Boletim da Sociedade Portuguesa de Protecção Contra as Radiações [5], segundo a qual não só existiriam efeitos benéficos das radiações, o que, evidentemente, não é difícil admitir, como existiria um limiar de dose para os efeitos deletérios.

Ora, sobre este último ponto surgem-nos muitas dúvidas, as quais só seriam dissipadas se fosse possível estabelecer um valor concreto para este limiar de dose, o que não parece ser o caso.

Até que isso seja possível, se acaso se vier a verificar, parece-nos de elementar prudência atender à recomendação da Comissão Internacional de Protecção Contra as Radiações, de acordo com a regra «ALARA».

De qualquer modo, como se vê, continua a haver muitos mistérios por desvendar...

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Subtil e o Senhor*. Abraham Pais, Gradiva, 1982.
- [2] *Les Rayons X et Leurs Applications*. Henri Brasseur, Masson & Cie Editeurs, 1947.
- [3] *La Revue*, 1 de Junho de 1904. Artigo: «le radium et la radiation universelle», pag. 325-337.
- [4] *A Acção Biológica e Terapêutica das Radiações*. Luís Simões Raposo (Lições do Curso de Patologia Geral da Faculdade de Medicina de Lisboa), 1930.
- [5] *Chernobyl e Hormesis*, H. Vilaça Ramos. Boletim da SPPCR, n.º 11/12, Set. 95.

Fernando Pulido Valente é Engenheiro Electrotécnico, que se tem dedicado às aplicações médicas dos raios X. É membro da Sociedade Portuguesa de Radiologia de Medicina Nuclear e da Sociedade Portuguesa de Protecção Contra as Radiações.

FÍSICA 96

10.ª Conferência Nacional de Física e 6.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física (Faro, 13 a 17 de Setembro de 1996)

A 2.ª circular dará informações detalhadas sobre a Física 96 e será enviada até finais de Abril a todos os que realizaram a pré-inscrição.

Até ao momento, o número de pré-inscritos ronda os 300. Como pensamos que este número aumentará substancialmente com o aproximar da data limite solicitamos a todos os interessados em particular na Física 96 que façam a sua inscrição o mais rapidamente possível. Um conhecimento aproximado do número de participantes ajudar-nos-á imenso na programação.

A programação resumida da Física 96 é a seguinte:
a) durante as manhãs dos dias úteis decorrerão sessões plenárias sobre temas científicos actuais e temas ligados à problemática do ensino da Física. Praticamente todas as sessões plenárias já têm os conferencistas assegurados;
b) durante as tardes dos dias úteis decorrerão em paralelo sessões orais de natureza científica e pedagógica, oficinas pedagógicas, sessões laboratoriais e sessões de "posters";
c) para o domingo, dia 15 de Setembro, está sendo programada uma "feira" da Física, onde se pretende desenvolver diversas actividades tais como apresentação de trabalhos de alunos e professores de escolas secundárias, sessões de vídeos científicos, exposições várias, demonstrações do uso de computadores nas escolas e outras iniciativas que sejam sugeridas.

Inscrições

As inscrições podem ser feitas por fax (01)7952349; e-mail fisica96@cc.fc.ul.pt ou através da página electrónica <http://atlas.cii.fc.ul.pt/spf>.

Até 31/Maio/1996

Sócios da SPF — 7000\$00 (redução de 50% para estudantes sem licenciatura)

Não sócios da SPF — 12 000\$00 (redução de 50% para estudantes sem licenciatura).

Após 31/Maio/1996

Acréscimo de 50% sobre o preço normal de inscrição.

O pagamento da inscrição deve ser feito por cheque dirigido a **Sociedade Portuguesa de Física — Física 96** e enviado para o Secretariado da Física 96.

Comunicações

Os resumos das comunicações devem ser enviados até 31 de Maio de 1996 de acordo com as regras definidas na 2.ª circular.

SECRETARIADO DA FÍSICA 96

SPF — Delegação Regional do Sul e Ilhas

Av. da República, 37-4.º, 1000 Lisboa

Telef. (01)7973251

Fax (01)7952349

E-mail: fisica96@cc.fc.ul.pt