

O que há de novo?

Nesta secção são apresentadas notícias e curtos resumos sobre recentes descobertas em Física e áreas afins, ideias novas que surgem, progressos experimentais com impacto na sociedade, etc.

Procurar-se-á também efectuar uma cobertura selectiva do noticiário que vai aparecendo em revista de actualidade.

"Exploiting zero-point energy"

Scientific American, pp. 54-57, Dez. 1997

Poderemos realizar trabalho extraindo energia do vácuo? O leitor recuará, horrorizado, perante esta possibilidade de construção de uma máquina de movimento perpétuo, tantas vezes sonhada e sempre negada pelos princípios da Termodinâmica. Contudo, uma pequena comunidade de físicos, centrada no *Institute for Advanced Studies* (em Austin, Texas) julga ser possível responder afirmativamente à pergunta e tenta construir dispositivos experimentais para convencer os mais cépticos. Qual a base de tal optimismo?

A noção clássica (e comum) do vazio é simples: uma região do espaço-tempo onde nada há! Contudo, a teoria quântica obriga a rever este conceito: se por vácuo designamos o estado fundamental dessa região, somos, então, compelidos a aceitar que esse estado tem uma energia não nula (designada por energia do ponto-zero), como consequência do princípio de Heisenberg. Considere o leitor o exemplo de um oscilador harmónico: em física clássica, o seu estado fundamental é descrito colocando o oscilador parado, na origem (mínimo de energia potencial). Na teoria quântica, se tentarmos localizar o oscilador com uma precisão δx na posição, não poderemos aspirar a conhecer a sua quantidade de movimento melhor que $\delta p \sim h/\delta x$. Em consequência, mesmo no estado fundamental, o oscilador (de frequência ν) tem uma energia $h\nu/2$ (onde h é a constante de Planck). Ora o vácuo é o estado fundamental do campo electromagnético e este aparece como uma colecção de ondas electromagnéticas que cabem na região do espaço considerado. Cada onda electromagnética comporta-se como um oscilador harmónico e assim, o vácuo tem uma energia que é a soma das energias do ponto-zero destes osciladores. Noutra linguagem, a ausência de fótons não implica que a amplitude do campo electromagnético seja nula — só o é em média, mas as suas flutuações são responsáveis pela energia do estado fundamental.

Estas flutuações do campo electromagnético no estado fundamental são bem conhecidas e a elas se devem efeitos há muito tempo estudados, como o desvio de Lamb, ruído em equipamento electrónico e óptico e as anomalias do movimento magnético do electrão (e outras partículas fundamentais). Um outro efeito é a estranha força de Casimir, prevista em 1948 e recentemente medida — se, no vazio, colocarmos duas placas metálicas, paralelas, haverá uma pequena força atractiva, porque a pequena região entre as placas, ao excluir modos do campo electromagnético, exerce, sobre as placas, uma pressão menor que a exercida pela região exterior às placas. Pelo mesmo motivo, um átomo excitado, colocado numa pequena cavidade, não decai para o seu estado fundamental, com emissão de um fóton, se a cavidade não admitir o modo do campo electromagnético correspondente ao fóton.

O leitor concluirá (bem!) que o vazio é uma coisa bastante complicada em teoria quântica, mas se acreditar que dele se possa, num futuro que os cépticos negam, extrair energia, então encontrará motivos redobrados de interesse neste recente artigo da *Scientific American*.

Eduardo Seabra Lage

RECENSÃO DE LIVROS

FÍSICA DOS MÉTODOS DE IMAGEM COM OS RAIOS X

João José Pedroso de Lima

Parece-me algo preocupante que a publicação, no ano da comemoração da descoberta dos raios X, duma obra com o título "Física dos Métodos de Imagem com os Raios X", da autoria do prof. João José Pedroso de Lima, professor catedrático de Biofísica, Director do Departamento de Biofísica e Processamento de Imagem, na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, não tenha merecido até hoje, que eu saiba, qualquer manifestação pública de interesse, principalmente por parte de profissionais ligados à matéria.

Trata-se duma obra notável, para mais no contexto da pobreza da bibliografia nacional sobre estes assuntos, tanto pelo rigor e clareza de exposição, como pela extensão dos domínios abrangidos que vão desde os conceitos mais gerais às técnicas actuais de uso corrente.

Estas minhas considerações, sem qualquer intuito crítico, têm por objectivo fundamental chamar a atenção dos especialistas para esta obra, que mereceria certamente ser comentada por alguém com maior autoridade que a minha.

Limitar-me-ei assim a tecer algumas considerações sobre os assuntos que me são mais familiares, os quais dizem respeito aos temas: Dosimetria, Interação das Radiações Ionizantes com os Meios Biológicos e Protecção em Radiologia. O primeiro destes temas é abordado no capítulo X do livro do prof. Pedroso de Lima e os dois outros nos capítulos XI e XII.

Sob a aparente simplicidade dos conceitos expostos no capítulo referente à dosimetria, escondem-se determinadas "complexidades" ou "subtilezas" que, certamente por razões de ordem pedagógica o autor não quis abordar, mas que se tornaram hoje objecto de discussão obrigatória nos meios internacionais especializados dedicados a estas matérias.

Consideremos, por exemplo, as designações atribuídas às várias modalidades de energia em jogo nos processos de interacção entre a radiação e a matéria. Encontramos entre outras, as seguintes designações: energia libertada, energia perdida, energia transmitida, energia transferida, energia absorvida e energia depositada.

Estas designações parecem ter, por vezes, um carácter puramente intuitivo que lhes é conferido pelo papel que se lhes atribui no contexto dum determinado modelo do processo de interacção com a matéria.

Por outro lado, no entanto, a verdade é que algumas destas modalidades de energia, desempenham um papel fundamental na prática da dosimetria das radiações, através da definição de unidades dosimétricas de uso corrente.

É o caso, por exemplo, da energia perdida, utilizada na definição do poder de paragem, da energia transferida, utilizada na definição da Kerma, e da energia absorvida, utilizada na definição do Gray.

É claro que numa obra de natureza pedagógica, destinada fundamentalmente aos estudantes de Medicina, nunca se justificaria pretender destriçar as "subtilezas" destes conceitos.

Parece-me, no entanto importante chamar a atenção doutros eventuais leitores desta obra, os quais certamente muito terão a ganhar com a sua leitura, para certos aspectos básicos dos problemas levantados pela dosimetria das radiações que não têm, segundo creio, merecido entre nós a devida atenção por parte daqueles profissionais que se dedicam às aplicações radioterapêuticas e que são hoje objecto de discussão nas instâncias internacionais.

Entre estes problemas merece uma menção especial o da criação dum sistema dosimétrico baseado em padrões de dose absorvida, em lugar de padrões baseados na Kerma [1].

A este respeito existe um aspecto cujo interesse prático para os especialistas me parece valer a pena mencionar. Trata-se da função desempenhada pelo factor g , o qual representa a relação entre a energia correspondente à "bremstrahlung" e a energia total transferida.

Este factor desempenha, com efeito um papel fundamental no estabelecimento da relação entre a exposição (X) e a Kerma no ar (K_{ar}), segundo a expressão:

$$X = K_{ar} (1-g) / (W/e)$$

Existe uma abundante literatura especializada em que são debatidas e aprofundadas as complexas questões fundamentais levantadas pela dosimetria das radiações ionizantes [2,3].

Vários simpósios internacionais têm sido dedicados ao debate destas questões, alguns sob a égide da Agência Internacional da Energia Atómica (Viena).

Por outro lado, a Comissão Internacional para as Unidades e Medidas de Radiação (ICRU) tem dedicado ao assunto vários "Reports", em que colaboram as maiores autoridades na matéria, fazendo doutrina neste domínio.

É de lamentar que os físicos portugueses profissionalmente envolvidos nestes assuntos, se tenham mantido, duma maneira geral, afastados da discussão destas matérias. Admitindo, embora, estar fora de questão a sua introdução no livro do prof. Pedroso de Lima, pareceu-me vir a propósito chamar a atenção de alguns dos seus leitores para a necessidade de uma maior intervenção dos especialistas portugueses nestes assuntos.

Passemos agora a focar a nossa atenção nos capítulos do livro do prof. Pedroso de Lima referentes à interacção com os meios biológicos (cap. XI) e Protecção em Radiologia (cap. XII).

A inclusão do capítulo XI numa obra com o título "Física dos Métodos de Imagem com Raios X", tem a sua justificação na necessidade de fundamentar as considerações expostas no capítulo XII, que aborda a Protecção em Radiologia.

Compreende-se assim, que o autor não tenha pretendido abordar com maior detalhe certos problemas que são do domínio da Radiobiologia.

No entanto, dada a falta de literatura nacional básica sobre os problemas da Radiobiologia, convém, segundo cremos, chamar a atenção, como no caso da dosimetria, de leitores eventualmente interessados em aprofundar estas matérias, para certos aspectos que não são abordados nesta obra, nem faria sentido que o fossem.

A este propósito julgamos importante referir que, além dos três modelos para as curvas de sobrevivência celular mencionados nesta obra — teoria do alvo de uma zona sensível, teo-

ria do alvo de várias zonas sensíveis e modelo misto — existe o modelo linear quadrático (L,Q), o qual desempenha um papel muito importante na interpretação dos resultados da aplicação de doses fraccionadas em radioterapia.

A curva representativa da sobrevivência celular correspondente a este modelo, aproxima-se da que corresponde ao modelo misto, no entanto, ao contrário do que sucede nesta última, a inclinação da curva não tende para um valor constante, continuando sempre a aumentar com o valor da dose.

A adopção do modelo LQ é particularmente importante na interpretação dos efeitos da aplicação fraccionada de doses.

Com efeito este modelo permite interpretar os comportamentos diferenciados dos efeitos tardios e agudos em diferentes tecidos, em termos de valores diferentes dos parâmetros alfa e beta que caracterizam, respectivamente, a componente linear e a quadrática neste modelo.

Torna-se assim possível prever que, nos casos em que o valor da relação alfa/beta é menor e que correspondem a maiores efeitos tardios, o aumento do valor da dose fraccionada se faz sentir com maior intensidade do que nos casos em que essa relação tem maior valor, que correspondem a reacções de carácter agudo.

Estas considerações e outras, baseadas no modelo LQ, permitem aplicar regimes de fraccionamento em radioterapia com maior eficiência terapêutica.

Também no que respeita à radiobiologia existe, evidentemente uma vasta bibliografia abordando em profundidade alguns dos assuntos aflorados no livro do prof. Pedroso de Lima.

Nas notas finais deste artigo referimos quer algumas obras de carácter geral, [4,5] quer outras mais especializadas [6,7].

Referências

- (1) Towards a Dosimetry System Based on Absorbed Dose Standards. D. W. Rogers et al – National Research Council – Canada. International Symposium on Measurement Assurance in Dosimetry Vienna, May 1993.
- (2) ICRU Reports.
- (3) IAEA, Vienna – Technical Reports Series.
- (4) Radiobiology for the Radiologist Eric Hall Lippincott Co. 1988.
- (5) Radiobiologia e Radioprotecção Maurice Tubiana, Michel Bertin Universo da Ciência Edições 70, 1989.
- (6) Fractionation in Radiotherapy. H. D. Thames, J. H. Hendry. Taylor & Francis. 1987.
- (7) The Biological Basis of Radiotherapy (vários autores) Elsevier, 1989.

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.