

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

CURIETERAPIA E RÖNTGENTERAPIA

Quis a *Gazeta de Física* associar-se à homenagem que por toda a parte se presta nesta altura aos esposos Curie. Homenagem é essa sobremaneira justa, pois, na marcha brilhantíssima da física moderna, a descoberta do Rádio marca um escalão dos mais importantes. Tal descoberta foi realizada no meio das maiores dificuldades de ordem material, o que faz destacar ainda mais o altíssimo valor, a grande energia moral dos seus autores. Assim a presente homenagem, ao mesmo tempo que celebra uma das mais gloriosas datas da história da física moderna, envolve igualmente um preito justíssimo de admiração pelo entusiasmo científico dos autores do achado notabilíssimo e pelas suas qualidades excepcionais de abnegação e sacrifício.

As radiações que Röntgen descobriu no final de 1895, em produção artificial nos tubos de Crookes e Becquerel poucos meses depois na sua emissão espontânea pelos produtos rádio-activos têm para todos nós o maior interesse, não só pelos seus aspectos físicos, como muito particularmente pelas suas propriedades biológicas.

As células dos organismos vivos submetidas à sua acção sofrem grandes modificações, que vão desde alterações da contextura do protoplasma, ou transformações profundas dos núcleos, até à morte celular.

Conforme forem mais ou menos intensas essas alterações, conforme for mais ou menos extensa a região atingida pelas radiações e ainda conforme seja tal ou tal a sede dos tecidos onde essas modificações se passem, assim será diferente a importância que tais fenómenos representam para o organismo onde se produzirem.

Nuns casos, esses efeitos irão traduzir-se em mutações na evolução da espécie atingida,

noutros haverá, por exemplo, a morte do organismo experimentalmente utilizado, noutros, finalmente, poderá dar-se a destruição praticamente selectiva das células de natureza patológica e consequentemente a cura clínica do indivíduo doente.

Se os fenómenos que mencionámos em primeiro lugar interessam o biologista nos seus trabalhos de experimentação, estes últimos são particularmente importantes para a terapêutica, nas suas aplicações práticas à vida clínica.

Desde que se encontrou a acção biológica das radiações, tem-se utilizado o Rádio bem como outros produtos rádio-activos com fins terapêuticos, ao mesmo tempo que com intenção semelhante se empregam os raios de Röntgen produzidos artificialmente nas aparelagens respectivas.

Seria impossível desenvolver aqui pormenorizadamente os vários aspectos sob que pode ser encarada a aplicação do Rádio e substâncias afins em terapêutica, suas indicações, formas de as aplicar, etc. Aliás nem tal desenvolvimento corresponderia à índole desta revista, nem eu próprio teria competência profissional para o fazer, porquanto, se é verdade que tenho feito desde há muitos anos Röntgenterapia, nunca tive ensejo de aplicar convenientemente a Curieterapia. Limitar-me-hei por isso a tratar apenas, aliás duma maneira muito geral e esquemática, alguns aspectos fundamentais das diferenças que na prática se encontram entre o Rádio e os Raios X nas suas aplicações à terapêutica.

O Rádio (tomemos esta substância como padrão) emite raios α , β e γ e as ampolas Röntgen emitem apenas Raios X. Na prática eliminam-se para o caso do Rádio os raios α e β por meio de filtros adequados, pelo que o confronto vem apenas a estabelecer-se

entre os raios γ e os raios X. Dado o estado actual da técnica, a diferença entre uns e outros é apenas quantitativa e encontra-se nos seus comprimentos de onda. Utilizam-se na terapêutica habitual raios X cujo comprimento de onda oscila (em numeros redondos) para as aplicações habituais entre 0,1 e 0,3 Å, ao passo que os raios γ do Rádio descem até 0,0006 Å.

Debateu-se durante muito tempo o problema de saber se os raios de diferentes comprimentos de onda teriam acções biológicas diversas. Actualmente pensa-se em geral que isso não é assim. Considera-se que o efeito biológico é proporcional à quantidade de energia radiante absorvida pelos tecidos independentemente do comprimento de onda das radiações. Assim, se num dado caso fizermos absorver pelos tecidos uma determinada dose de raios X e num caso semelhante aplicarmos no mesmo lapso de tempo a mesma dose de radiações γ os efeitos biológicos serão inteiramente comparáveis. É esta, pelo menos, a conclusão a que parece dever chegar-se pelos trabalhos mais recentes.

Na prática, porém, as condições de aplicação do Rádio e dos raios X não são comparáveis, donde resultam diferenças nos resultados obtidos. Os tubos de Rádio ou de Radão que se utilizam na clínica constituem fontes de irradiação de pequenas dimensões que podem trazer-se ao contacto da pele, ou que facilmente se introduzem nas cavidades naturais do corpo. Por mais anfractuosas que estas sejam é sempre possível colocar um tubo de Rádio ao contacto da zona que quisermos tratar. Pode mesmo ainda fazer-se a introdução cirúrgica de tubos com substâncias rádio-activas no interior dos tecidos doentes. As ampolas de raios X têm no geral dimensões tais que só podem actuar do exterior, ficando o foco emissor colocado a uma certa distância d zona doente. Era esta, pelo menos, a situação tal como se apresentava até há alguns anos. Mais recentemente empregam-se ampolas cujo foco de emissão se encontra perto da extremidade

duma haste de reduzida espessura, por forma tal que facilmente se introduz no recto ou na vagina, por exemplo. Assim o foco emissor de raios pode colocar-se quase ao contacto da zona que devemos tratar. Este tipo de aplicação a chamada terapêutica de contacto já se aproxima bastante (pelo menos sob este ponto de vista) das condições práticas de aplicação do Rádio.

A situação, num e noutro caso, é a seguinte: A intensidade da irradiação nos tecidos tratados decresce na razão inversa do quadrado da distância a que a zona irradiada se encontra do foco emissor. Assim, se tivermos que tratar uma lesão situada — digamos — à superfície da pele, que atinja apenas 3 mm de profundidade e se pudermos colocar o foco emissor de raios a 2 mm da pele teremos que a distância máxima a que se encontram do foco os tecidos que pretendemos tratar é de 5 mm. Se chamarmos I a intensidade atingida nesses pontos, basta que nos afastemos até 1 cm de distância do foco de irradiação para que a intensidade fique reduzida a $1/4$; a 1,5 cm já a intensidade será apenas de $1/9$; a 2 cm será de $1/16$ etc. Poderemos, portanto, irradiar os tecidos doentes com uma dose tal de raios que os destrua por completo, todavia os tecidos sãos que ficam por detrás deles serão muito pouco atingidos e não perderão portanto as suas faculdades de regeneração e cicatrização; assim, mesmo que cheguemos a aplicar doses muito elevadas, depois de produzida a necrose e a eliminação das zonas doentes, poderemos ver dar-se rapidamente a cicatrização das feridas produzidas e com ela a cura clínica do caso.

Nestas condições, uma das características fundamentais das aplicações de Rádio (compartilhada aliás pela Röntgenerapia de contacto nos casos em que uma e outra possam aplicar-se) consiste na possibilidade de trazer o foco de radiação até muito perto da zona a tratar poupando largamente os tecidos vizinhos. Se os tecidos doentes atingem uma certa profundidade, já essa terapêutica não será aplicável ou só virá a sê-lo sob a forma da introdução cirúrgica de agulhas rádio-activas no seu in-

terior. Esta terapêutica tem as suas indicações e as suas limitações e não caberia na índole deste trabalho ponderá-las aqui.

Há uma outra característica fundamental das aplicações de Rádio que as distingue essencialmente dos tratamentos correntes pelos raios X. Os aparelhos de Curieterapia que se usam na prática utilizam apenas diminutas fracções de grama de Rádio-elemento. Nestas condições a intensidade da irradiação é muito fraca e as aplicações têm que prolongar-se durante muitas horas ou mesmo dias seguidos para se poder atingir a dose necessária. Os doentes, com os aparelhos aplicados, que ocupam um volume pouco maior que um simples penso, podem mover-se, distrair-se, mudar de posição, dormir com os aparelhos colocados e apesar de tudo a aplicação continuará durante todo esse tempo. Com os raios X, os doentes têm que estar imobilizados durante a aplicação, pelo que não é prático prolongá-la além dum número razoável de minutos. É impossível fazer aplicações que durem horas ou dias, que abranjam o período nocturno do repouso do doente, etc. É portanto necessário concentrar a dose que queremos aplicar durante um tempo muito mais curto do que aquele que se usa para os tratamentos com o Rádio. Isto é, num caso teremos tratamentos de fraca intensidade, prolongados durante muito tempo. No caso dos raios X teremos tratamentos com intensidades muito maiores, aplicados em tempos muito mais curtos.

Essa diferença é fundamental sob o ponto de vista biológico. De facto, quando nós irradiamos um tecido qualquer, ao mesmo tempo que os raios vão actuando, produzindo nos tecidos as alterações características, esses tecidos por sua vez reagem e pelas suas defezas naturais neutralizam, compensam e em parte anulam a acção, dos raios.

Ora acontece que tal capacidade de recuperação, de defesa, é variável conforme os tecidos. Há alguns, para os quais essa acção é muito lenta e, portanto, pouco eficaz. Por exemplo, quando os raios actuam sobre os bulbos pilosos com uma certa intensidade,

durante algum tempo, produzem a sua atrofia e a queda, pelo menos temporária, dos cabelos da região. Se aplicarmos raios de grande intensidade (digamos, da ordem de grandeza de 500 r por minuto) a dose total necessária para produzir a epilação é de 300 r ; se a intensidade for 1000 vezes mais fraca (de 0,5 r por minuto) a dose total necessária é de 500 r , isto, é apenas 5/3 da dose anterior. Para os bulbos pilosos, a capacidade de reagir, de neutralizar o efeito das radiações é muito fraca.

Vejamos agora a produção de eritema — de inflamação da pele. Se aplicarmos raios intensos, a 500 r por minuto, a dose total necessária para produzir um eritema é precisamente de 500 r , o eritema obter-se-há assim com 1 minuto de aplicação. Se aplicarmos raios 1.000 vezes menos intensos, à razão de 0,5 r por minuto, teremos que utilizar uma dose total de 2.200 r para produzir o mesmo eritema, ou seja 225 da dose anterior, mais de quatro vezes a dose empregada anteriormente. Isto é, para os tecidos da pele, a capacidade de regeneração é muito activa. Se a aplicação é intensa, é rápida, essa capacidade de regeneração não tem tempo de se manifestar e o efeito de eritema é atingido com uma dose total relativamente pequena. Se a aplicação é suave, demorada, a capacidade de regeneração tem tempo de sobra para exercer a sua acção e assim é necessário chegar a uma dose total muito maior para conseguir produzir o eritema.

Ora acontece que a capacidade de regeneração ou recuperação dos tecidos normais é no geral maior que a dos tecidos neoplásicos, dos tumores. Portanto, se as aplicações forem de fraca intensidade, mas muito prolongadas, poderemos atingir doses totais elevadíssimas que são altamente lesivas para os tumores sem chegarem a produzir efeitos destrutivos sobre os tecidos sãos.

Nas aplicações de Röntgenterapia utiliza-se largamente esta circunstância, numa , ordem de ideias inteiramente semelhante. A maior parte dos tumores hoje em dia trata-se com doses fraccionadas — repetidas em dias: suces-

sivos durante algumas semanas. Atingimos assim doses totais de milhares de r que seriam incomportáveis para a pele se fossem aplicadas numa sessão mas que, fraccionadas pela forma que indicamos, são perfeitamente toleradas pelos tecidos sãos. Essas doses são em muitos casos suficientes para destruir as células cancerosas que, precisamente, não conseguiram reagir ao agente lesivo tão completamente quanto as células sãs.

Para certas formas tumorais parece que os factos se passam por forma diametralmente oposta, isto é, para esses tumores seria a sua capacidade de recuperação mais eficaz do que a dos tecidos sãos. Para êsses, deveria então, pelo contrário, dar-se a dose necessária no mínimo de tempo, numa sessão única de forte intensidade.

Para os tumores que se comportam segundo a reacção mais habitual, compreende-se que aquele efeito — digamos, de suavidade de acção — é particularmente sensível com as aplicações de Rádio e dos corpos rádio-activos, para os quais a intensidade de aplicações (número de r por minuto) é muito pequena e que podem utilizar-se durante horas e dias seguidos sem incómodo para o doente.

São estes, vistos muito rapidamente, por uma forma absolutamente esquemática, os traços mais característicos que se encontram na base da distinção entre as aplicações terapêuticas do Rádio e dos raios X. São modalida-

des terapêuticas que se completam umas às outras, competindo ao médico escolher estas ou aquelas conforme as situações que se lhe apresentam.

Continuará o Rádio a desempenhar o grande papel que ainda hoje lhe cabe na terapêutica? Serão mais frequentes as situações em que convenha empregar antes raios X, á medida que se torna mais maleável a sua aplicação? Irão os modernos corpos artificialmente rádio-activados substituir o Rádio nas suas aplicações práticas? São perguntas estas a que é impossível responder desde já.

Seja qual for a evolução que o futuro venha a trazer para este assunto, foi tal a importância que teve o Rádio em terapêutica nestes 50 anos que é apenas da mais elementar justiça que os aspectos da sua aplicação biológica sejam mencionados neste momento em que por toda a parte se celebra a sua descoberta com a maior solenidade. Por esse motivo, foi com o maior prazer que acedi ao pedido da direcção desta revista para me associar a ela, prestando, conforme disse de entrada, o meu preito de admiração e homenagem á obra admirável, ao espírito paciente e seguro de investigação, ao critério correctamente científico, ao entusiasmo e, coragem moral desses dois investigadores de génio que se chamaram Marya Skolodowska Curie e Pierre Curie.

PROF. CARLOS SANTOS
MÉDICO RADIOLOGISTA

12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

NOTICIÁRIO

Uma carta do Brasil

Em fins de Abril deste ano, um dos nossos directores recebeu uma carta do nosso colaborador Dr. J. Leite Lopes, professor catedrático na Universidade do Rio de Janeiro, da qual transcrevemos a seguinte passagem que dará aos nossos leitores uma ideia da actividade dos nossos colegas brasileiros e que certamente os interessará muito.

As nossas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras recebem agora o nome de Faculdades de Filosofia — uma simplificação que não acho boa. Lutamos

ainda pelo desdobramento em Faculdades de Filosofia e Letras.

As duas mais importantes são a Faculdade de Filosofia da Universidade de S. Paulo e a Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil (Rio de Janeiro). A primeira, a mais importante, foi criada em 1934; a segunda em 1939.

Em S. Paulo, o grupo foi organizado e inicialmente dirigido pelo Professor Gleb Wataghin, cuja influência, entusiasmo e capacidade de trabalho foram decisivos para a formação do actual grupo de físicos. Actualmente, este grupo é formado de: Mario Schönberg (Prof. de Mecânica); Marcelo Damy de Souza