



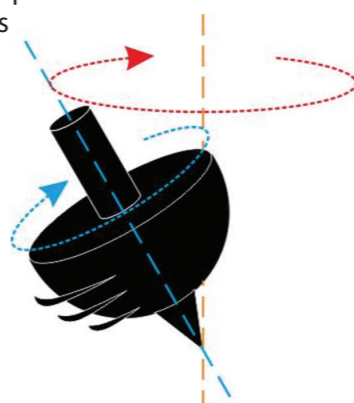
Ressonância Magnética Nuclear

Andreia Gaspar, Aluna do 3º Ano do Mestrado Integrado em Eng. Biomédica e Biofísica, FCUL

A ressonância magnética nuclear é um fenómeno físico que foi inicialmente descrito por Isidor Rabi e lhe valeu o Prémio Nobel da Física em 1944. As três palavras que descrevem o fenómeno permitem compreender o seu funcionamento:

É **nuclear e magnética** porque os núcleos de grande parte dos átomos se comportam como pequenos ímans. O núcleo do átomo que existe em maior quantidade no corpo humano (hidrogénio), composto apenas por um protão, tem spin (tal como os eletrões). O spin é um momento angular, ou seja, o núcleo, que tem carga elétrica, comporta-se como um pequeno *loop* de corrente, e assim gera um campo magnético. A direção deste campo magnético precessa com uma determinada frequência, como um pião quando está a abrandar. Em situações normais estes ímans estão orientados aleatoriamente e assim os seus campos magnéticos tendem a anular-se.

Por outro lado, cada sistema em oscilação tem uma determinada frequência natural. Se ele é forçado a oscilar por um estímulo externo periódico (com uma dada frequência de oscilação), a resposta será mais acentuada quanto mais próximas estiverem as duas frequências. Este é o fenómeno de ressonância. Por exemplo, quando se empurra alguém num balanço, se a frequência do forçamento – correspondente à altura em que se empurra o balanço – for diferente da natural – associada ao tempo em que o balanço atinge o ponto mais alto – então o movimento será muito irregular e as oscilações pequenas. Contudo, se as duas frequências estiverem alinhadas – o forçamento é feito exatamente quando o balanço atinge o ponto mais alto – consegue-se atingir oscilações muito maiores.



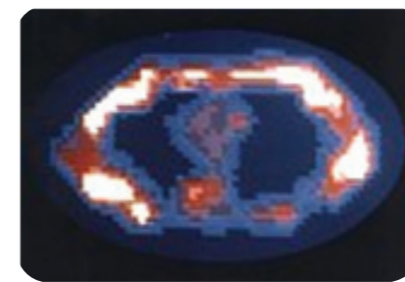
Movimento de precessão

Quando os núcleos estão sob a ação de um campo magnético constante, estes pequenos ímans alinham-se com a direção do campo externo. Aplicando também um segundo campo, menor e a oscilar com a frequência natural dos núcleos¹, coloca-se o sistema em ressonância.

Quando os átomos de um dado material (como o corpo humano) sentem a ação do campo oscilante, parte dos núcleos que tenham essa frequência natural absorvem energia – tomando assim o sentido do campo constante – e os seus movimentos de precessão entram em fase. Ao retirar o campo magnético oscilante, os núcleos reemitem essa energia, criando um sinal eletromagnético que pode ser medido pelos detetores.

Apesar do princípio físico descrito ser conhecido há mais de meio século e a primeira imagem em 1D ter sido obtida em 1952, só em 1977 é que a primeira ressonância magnética de corpo inteiro foi feita, publicada no início de 1980.

A aplicabilidade dos princípios descritos para a obtenção de informação anatómica enfrentou vários desafios técnicos. Em primeiro lugar, a seleção da zona a estimular implica a criação de um gradiente de campo² numa das direções, de forma a seleccionar um intervalo para a frequência natural, e assim se delimitar um corte. Contudo, permanecem duas direções por definir, pelo que se realiza um gradiente em fase e outro em frequência em direções perpendiculares de modo a que se possa determinar posteriormente a localização do sinal recebido/emitted. Estes desenvolvimentos foram premiados em 2003, com a atribuição do prémio Nobel



Primeira imagem de ressonância magnética nuclear do tórax obtida em 1977. Fonte: <http://www.fonar.com>

da medicina ao químico Paul Lauterbur e ao físico Peter Mansfield pelo seu crucial contributo para o desenvolvimento da técnica médica.

A distinção entre tecidos é conseguida pois a intensidade do sinal depende da densidade dos átomos de hidrogénio na zona em análise, o tipo de tecido e a sequência de radiofrequência utilizada (não se usa uma só frequência, mas sim uma série delas, de modo a conseguir observar determinadas estruturas em detrimento de outras).

Os custos elevados associados à manutenção do equipamento, bem como a possibilidade de claustrofobia por parte do doente, surgem como os principais fatores contra a sua aplicação. No entanto, a não utilização de radiação ionizante é a maior vantagem, e em mais de 30 anos não existe qualquer registo de efeitos biológicos adversos. É claro que, como durante todo o exame o paciente está sujeito a um campo magnético intenso, não poderá ter piercings paramagnéticos nem tatuagens com determinadas tintas. Do mesmo modo, alguns implantes, como pacemakers, poderão impedir a realização do exame.

Os avanços mais recentes nesta técnica têm fomentado o desenvolvimento da ressonância magnética funcional. Esta modalidade implica a obtenção de imagens associadas ao metabolismo local. Usando como marcador a hemoglobina com oxigénio, é possível observar o local do cérebro mais irrigado, ou seja, o mais activo. Esta técnica tem sido utilizada para avaliar a resposta do cérebro a vários estímulos em doentes com Doença de Parkinson ou Alzheimer.

O desenvolvimento mais recente nesta área corresponde à obtenção de medidas de difusão, que permitem conhecer as características de mobilidade das moléculas. Esta modalidade tem aplicações na tractografia, que estuda as vias nervosas presentes no cérebro.

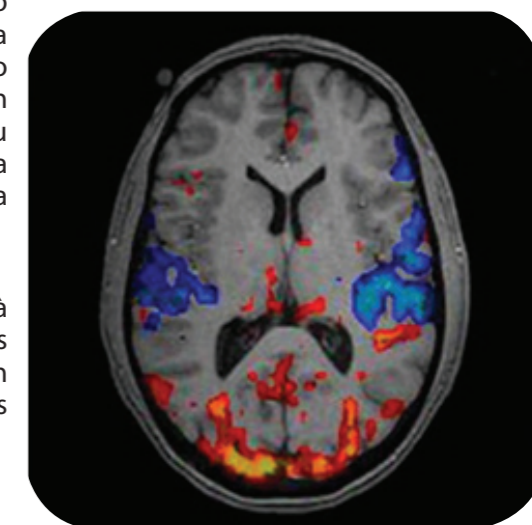


Imagem de ressonância magnética funcional com zonas de activação. Fonte: <http://projectodeimagiologia.blogspot.pt>

Apesar da técnica de ressonância magnética ter a sua origem num princípio descoberto há várias décadas, as suas potencialidades superaram muito a aplicação inicial.

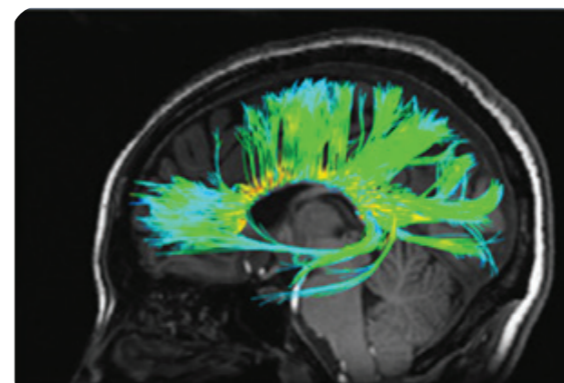


Imagem de tractografia. Fonte: <http://csci.ucsd.edu/>

A capacidade de obter informação sobre as funções cerebrais, por exemplo, é muito importante como método de investigação, mas a técnica é também alvo de muita investigação científica, pelo que se pode esperar uma expansão das suas áreas de aplicação nos próximos anos. ■

1 – Frequência de Larmor, que depende do núcleo atómico e do campo magnético constante aplicado.

2 – Um gradiente de campo corresponde a uma reta, de modo a que a cada valor do campo se faça corresponder uma distância numa dada direção.