

# Guia Didático do Professor

Programa  
**Conversa Periódica**  
Ressonância Magnética Nuclear

Energia Nuclear

Química  
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

#### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

#### Redação

Camila Welikson

Tito Tortori

#### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

#### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

#### Diagramação

Isabela La Croix

#### Revisão Técnica

Nadia Suzana Henriques Schneider

#### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

#### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

#### Vídeo (Audiovisual)

Programa: Conversa Periódica

Episódio: Ressonância Magnética Nuclear

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia Nuclear

Conceitos envolvidos: campo magnético, espectroscopia, radiação eletromagnética, ressonância magnética nuclear.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

---

#### Objetivo geral:

Conhecer os princípios da ressonância magnética nuclear.

#### Objetivos específicos:

Caracterizar o que é espectroscopia;

Entender o funcionamento da ressonância magnética nuclear;

Determinar a importância da ressonância magnética nuclear para a medicina;

Conhecer a história da ressonância magnética nuclear;

Citar exemplos do uso da ressonância magnética nuclear;

Perceber a relação interdisciplinar da Física e da Química em relação ao tema.

#### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

#### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

A série de vídeos *Conversa Periódica* possui o formato de um programa de entrevistas. Em cada edição um participante é convidado a responder questões relacionadas ao tema do episódio. Os entrevistados são, em geral, professores ou especialistas nos assuntos da matéria. Os temas relacionados ao estudo de Química são explorados sempre a partir das perguntas do apresentador, que adota um tom descontraído. O ambiente da entrevista é sempre informal e o papel do entrevistador é tornar o bate-papo descontraído e buscar, ao máximo, simplificar o entendimento da disciplina.

Para conseguir passar o conteúdo com clareza e objetividade, o entrevistado pode sugerir experimentos que são realizados em sala, possibilitando aproximar a prática da teoria discutida durante a entrevista. O formato sempre divertido e a citação de curiosidades relacionadas ao dia a dia podem ser pontos utilizados por você, professor, para envolver os alunos e fazer com que participem da aula.

O objetivo do programa é atrair a atenção dos alunos e mantê-los interessados em temas que, com outras abordagens, podem parecer difíceis ou distantes da realidade deles. Por isso, os meios lúdicos e joviais adotados são o segredo deste programa. Quadros como *Fatos sobre...* ou *O Povo Pergunta* ajudam a esclarecer dúvidas relacionadas aos temas propostos, respeitando a ideia de criar um cenário que desperte a atenção dos alunos.

Aproveite as vantagens que o vídeo oferece de permitir exibições repetidas vezes, e também de pausar nos momentos necessários para comentar ou ressaltar algum ponto. Permita que os jovens reflitam sobre a matéria, instigando-os a levantar questões e dúvidas, afinal, a interação da turma é fundamental, desde que seja feita de forma organizada.

Procure inserir a projeção do vídeo no momento que considerar mais oportuno no seu planejamento de aula: como momento inicial de uma nova matéria, exercício de identificação dos conteúdos-chave ou como revisão de assunto já trabalhado em sala de aula.

O mais importante é ter em mente que a exibição do vídeo não pode ser tratada como um simples passar de tempo ou substituição de uma aula. Não saia da sala enquanto o vídeo estiver sendo exibido. Acompanhe a turma em todo o processo pedagógico e demonstre, com a sua participação que o vídeo tem uma importância de destaque dentro do que foi preparado para a aula.

Antes de exibir o episódio, lembre-se de informar aos seus alunos sobre o tema a ser abordado, a duração do vídeo e o contexto do episódio. Não se esqueça de verificar com antecedência a disponibilidade de todos os aparelhos (DVD, TV ou projetor de multimídia) necessários para o uso do vídeo.



## I. Desenvolvimento

Este guia didático acompanha o vídeo que aborda o subtema *Ressonância Magnética Nuclear*, dentro da temática *Energia Nuclear*. O assunto pode despertar o interesse dos alunos facilmente, pois está relacionado, entre outras coisas, ao avanço da medicina e, portanto, indiretamente, às questões de saúde da população em geral.

Você pode iniciar a aula justamente levantando esta questão: pergunte se alguém já fez ou conhece uma pessoa que já tenha feito algum exame de ressonância magnética nuclear. Faça um paralelo com o exame de raio-X, mais comum, e explique que o princípio de usar a imagem é o mesmo, mas os dois exames são bem diferentes. Antes de passar o vídeo, esclareça que isso será debatido no episódio.

O vídeo tem animações que exemplificam de forma clara a formação da imagem em um exame de ressonância magnética indicando a função da Química neste processo, por isso, vale a pena destacar essas imagens e animações e trabalhar esses pontos com mais ênfase.

Procure explorar a exibição do vídeo como apoio para a compreensão do conteúdo. Lembre que essa disciplina envolve a abstração e que, apesar de teoricamente os alunos do Ensino Médio já possuírem a capacidade potencial de usar o raciocínio abstrato, por estarem na fase do pensamento operacional formal e, é importante considerar que, para pensar cientificamente, os alunos precisam exercitar a sua capacidade de criar hipóteses, analisar a influência de variáveis, questionar conclusões e defender ideias.

O guia traz sugestões, informações e atividades, a fim de possibilitar uma ampliação do uso pedagógico do vídeo, mas caberá a você, professor, fazer um planejamento adequado para a sua turma, com base em um olhar próprio sobre o trajeto curricular percorrido, que só você é capaz de ter.

## ESPECTROSCOPIA

*O corpo humano é como um grande laboratório de química.*

### Entrevistado

Para que seus alunos entendam o que é a ressonância magnética nuclear, é importante que eles saibam antes a definição de espectroscopia. Resumidamente, a **espectroscopia** é o estudo dos espectros emitidos ou absorvidos quando o material de uma amostra recebe a incidência de energia radiante. Esse assunto tem raízes na Química e na Física, ou seja, é um fenômeno físico-químico. Portanto, é importante deixar claro que esse tema está relacionado às duas ciências e que ambas estão intrinsecamente relacionadas. Nesse sentido, é adequado abordar esse conhecimento a partir de uma perspectiva interdisciplinar.

Faça um breve relato explicando que a **espectroscopia** pode ser definida como o estudo da interação de radiação eletromagnética com a matéria. O princípio da espectroscopia é a medida da intensidade de absorção ou emissão das radiações eletromagnéticas em cada frequência, através de uma faixa específica de comprimentos de onda ou frequências. Antigamente, ao mencionar espectroscopia, pensava-se logo no uso da luz visível dispersa de acordo com o comprimento de onda. Um exemplo disso é o espectro de bandas coloridas (os alunos devem associar com o arco-íris) formado quando a luz “branca” passa por um prisma.

Um dos cientistas que fez pesquisas profundas sobre esse assunto foi o físico **Max Planck**. Mencione os estudos realizados por ele no final do século XIX, indicando que átomos radiantes comportam-se como osciladores harmônicos, isto é, cada um oscila com uma dada frequência ( $\nu$ ). Assim, Planck concluiu que cada oscilador pode absorver ou emitir energia radiante em quantidades proporcionais às suas frequências ( $\nu$ ).

Essas pesquisas provocaram um impacto profundo para a Física e a Química. Os princípios de Planck foram usados como base para o desenvolvimento da espectroscopia, considerada uma técnica de levantamento de dados físico-químicos através da transmissão, absorção ou reflexão da energia radiante incidente em uma amostra.

Explique para os alunos que sempre que houver incidência de radiação eletromagnética em algum tipo de matéria, esta tenderá a absorver seletivamente os diferentes comprimentos de onda, devido à interação dessa forma de energia com os seus átomos. Diz-se, assim, que os elementos químicos são “excitados” de uma forma peculiar pelos diferentes tipos de radiação eletromagnética. Dessa maneira, é possível obter algo como uma “impressão digital” de cada tipo de substância ou material. Lembre aos alunos que isso inclui, também, os elementos e moléculas que formam as nossas células. Assim, o corpo humano, por possuir átomos que podem ser excitados, permite que a **ressonância magnética nuclear**, usando o princípio da espectroscopia, seja capaz de gerar imagens. Esse princípio, então, passou a ter uma aplicação prática na medicina.



## mais detalhes!

Saiba mais sobre a ressonância magnética e sua importância assistindo aos três episódios do vídeo *Como Funciona a Ressonância Magnética*, disponíveis em:

<http://www.youtube.com/watch?v=YeVHTjMwVTo>;  
<http://www.youtube.com/watch?v=gxQIDDID5Pk&feature=channel>;  
<http://www.youtube.com/watch?v=Tb3-kYEPf7Y&feature=channel>

## dica!

Saiba mais sobre o princípio de funcionamento da Ressonância Magnética Nuclear lendo o artigo *Fundamentos da Ressonância Magnética Funcional*, de Gattass et al, disponível em: <http://www.cerebromente.org.br/n13/tecnologia/ressonancia.htm>

## RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR: HISTÓRIA

Explique aos seus alunos que apesar das primeiras pesquisas relacionadas a átomo radiante terem sido realizadas por Max Planck, como vimos anteriormente, esse cientista não poderia imaginar que transformações ocorreriam na medicina muitos anos depois.

Após Planck, outro cientista estudou o tema: **Wolfgang Pauli**. Em 1924, Pauli concluiu que os núcleos de átomos comportam-se como minúsculos ímãs.

Os avanços na área médica, entretanto, são recentes. Por exemplo, somente em 1930 foram descobertas informações sobre a emissão de sinais de rádio (radiofrequência) bem fracos, quando átomos sofrem a ação de um campo magnético bem forte.

No final da década de 1930 foram feitos os primeiros testes com feixe molecular de hidrogênio em um campo magnético não-homogêneo em conjunto com uma radiação na faixa das radiofrequências (RF). Descobriu-se, então, que para um determinado valor de frequência o feixe absorvia energia e sofria pequeno desvio. A partir daí, equipes de pesquisadores fizeram avanços significativos em relação a esses estudos. Na década de 1940 as universidades de Stanford, Purcell e Harvard investiram pesadamente nesta área.

É interessante mencionar em sala de aula que a importância dessas descobertas foi tão grande que os grupos envolvidos nas pesquisas ganharam o prêmio Nobel de Física, em 1952. Outros prêmios foram dados a cientistas que realizaram estudos neste campo.

## RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR: COMO FUNCIONA

*Cada átomo de nosso corpo é como um ímã?*

Entrevistador

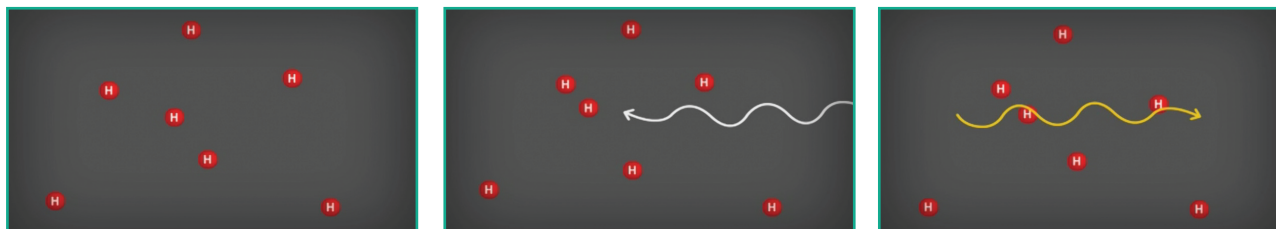
A **ressonância magnética nuclear** tem um significado importante dentro da medicina, no que se refere aos diagnósticos por imagem. Através dela é possível realizar imagens de qualquer parte do corpo em duas ou três dimensões.

Lembre aos seus alunos que esse procedimento só é possível graças ao estímulo das substâncias que formam as células do nosso corpo provocado nos átomos. No caso do corpo humano há uma grande quantidade de átomos de hidrogênio, afinal, o corpo é constituído por 69% de água (H<sub>2</sub>O), e é a partir daí que todo o processo é realizado.

Ressalte que a água está em vários ambientes dentro do corpo humano. O indivíduo que irá realizar o exame é colocado em um espaço onde há um forte campo magnético. Nesse local é possível excitar os átomos de hidrogênio através de ondas de rádio.

Explique, em outras palavras, o que ocorre: sob efeito desse potente campo magnético, os prótons do corpo humano são sensibilizados de maneira uniforme, em especial os prótons presentes nos átomos de hidrogênio. Em seguida, esses átomos relaxam. Nesse momento, emitem energia, porque, na realidade, estão devolvendo a energia absorvida no processo e essa emissão de energia dá a informação necessária para a construção da estrutura ou da imagem que será observada pelos médicos. Essa imagem em alta resolução é formada através da decodificação de sinais por computadores.

Destaque a imagem do vídeo que mostra o processo de excitação e relaxamento dos átomos de hidrogênio.



Enfatize o fato de os átomos de hidrogênio funcionarem como ímãs ou pequenos dipolos magnéticos. Assim, quando um corpo é colocado em um forte campo magnético, os átomos se alinham na direção das linhas de força desse forte campo magnético.

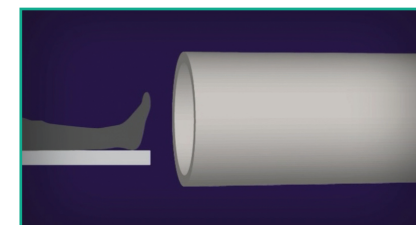
Aponte a imagem do vídeo que mostra que o corpo, em **ressonância magnética**, precisa ser exposto a um campo, e que isso ocorre no interior de um tubo com grandes eletroímãs.

Pergunte aos seus alunos se eles sabem como esse exame pode ajudar na detecção de doenças. Deixe que eles deem palpites e sugestões. Estimule o debate. Em seguida, explique que as doenças provocam alterações nas células, gerando mudanças na composição química e, conseqüentemente, na distribuição dos átomos de hidrogênio. Por isso, essas alterações, ainda que sutis, podem ser detectadas através da imagem gerada por ressonância magnética.

Em síntese, o que ocorre é que o contraste entre os tecidos normais e doentes (patológicos) do corpo humano é decorrente, também, da diferença entre o número de átomos de hidrogênio existentes nesses tecidos. Essa diferença é percebida graças às ondas eletromagnéticas emitidas por esses tecidos e captadas pelo aparelho de ressonância magnética. A energia das ondas eletromagnéticas é medida pelo aparelho, que as amplia, usando-as para gerar as imagens.

## mais detalhes!

Saiba mais sobre o uso médico da ressonância magnética em um artigo publicado no Portal da Educação, disponível no link <http://www.portaleducacao.com.br/farmacologia/artigos/4739/o-que-e-ressonancia-magnetica>. Você pode descobrir mais informações também em <http://saude.hsw.uol.com.br/ressonancia-magnetica.htm>.



## OUTRAS APLICAÇÕES

*A ressonância magnética tem uma aplicação extremamente ampla em ciências.*

### Entrevistado

Provavelmente, seus alunos devem associar a ressonância magnética apenas com o exame médico. Entretanto, o entrevistado dá alguns exemplos de outras aplicações desta técnica em diferentes ciências. Pergunte para a turma se alguém sabe em que outras situações a ressonância magnética é usada. Instigue o debate e deixe que eles deem sugestões, palpites e ideias.

Em seguida, informe que a **ressonância** é bastante utilizada também em laboratórios químicos. Explique que, nesse caso, o processo é parecido com o do procedimento médico, ou seja, substâncias químicas são colocadas em um ambiente onde há um forte campo magnético, para que essas substâncias sejam analisadas. Essa técnica permite a identificação de diversos tipos de núcleos presentes em um composto químico.

A **ressonância magnética** permite identificar compostos desconhecidos, fazer controles de qualidade de diversos produtos, dar certificações de autenticidade de produtos, determinar a pureza de um composto, realizar investigação forense e detectar fraudes ou crimes contra a saúde pública.

Outra função de grande importância da **ressonância magnética** é a investigação e o desenvolvimento de novos compostos, o que permite o avanço em diferentes áreas, desde a própria medicina até a área ambiental.

Na indústria farmacêutica, a **ressonância magnética** permite identificar e caracterizar a estrutura de novos compostos, abrindo um leque de possibilidades para a criação de produtos originais. Na indústria alimentar, possibilita identificar e caracterizar óleos e gorduras. Já na de tintas e plásticos, essa técnica torna possível identificar e caracterizar a estrutura de polímeros.



## O RISCO DA RADIAÇÃO

*Ondas de rádio não fazem mal nenhum, campo magnético em geral não faz mal algum.*

Entrevistado

O nome ressonância magnética nuclear pode assustar algumas pessoas, porque o termo “nuclear” pode levar a ideias pré-concebidas equivocadas.

É válido esclarecer para os seus alunos que o trabalho com núcleo atômico não implica em radioatividade. No caso da ressonância magnética nuclear, o que ocorre é a excitação de núcleos dentro de um campo magnético, através do uso de ondas de rádio. Nem o campo magnético, nem as ondas de rádio causam grandes problemas ao organismo humano. As ondas de rádio são, entre as radiações eletromagnéticas, as menos energéticas.

Além de não haver qualquer **contaminação radioativa** do paciente, esse método é considerado um dos mais avançados e eficientes no ramo do diagnóstico por imagens. O único problema sério está relacionado ao fato de o campo magnético atrair metais. Portanto, se o paciente tiver fragmentos de metal em alguma região perigosa do corpo, não pode realizar o exame. Por isso, o exame é contraindicado para portadores de marca-passos cardíacos e de materiais metálicos que possam sofrer indução eletromagnética. Se houver fragmento ou estilhaço metálico no cérebro, por exemplo, poderá deslocar-se e, em alguns casos, mesmo um movimento pequeno pode provocar até a morte.

Lembre aos seus alunos que o **raio-X** é um método que provoca radiações danosas ao corpo, porém, essas radiações ocorrem em doses muito pequenas. Isso acontece porque os técnicos devem ficar protegidos durante a realização do exame. Já a ressonância magnética não expõe o paciente a esse risco. Lembre que as ondas de rádio não fazem mal nenhum aos seres humanos.

## 2. Atividades

- a) **Pergunte** aos seus alunos se algum deles já realizou exames de ressonância magnética nuclear. **Peça-lhes** para levar as imagens produzidas nesses exames. Caso não haja alunos que possam levar essas imagens, tente **conseguir** algumas para apresentar para eles.
- b) **Divida** a turma em grupos e peça-lhes para **realizar** uma entrevista com algum especialista que trabalhe com ressonância magnética. Não **precisa** ser somente na área médica. **Estimule** a pesquisa em outras áreas e **peça** que cada grupo apresente o resultado da entrevista em sala de aula.
- c) **Avalie** a possibilidade de representar, através de material de colagem, o funcionamento da ressonância magnética nuclear. Deixe que os alunos **usem** a criatividade para **recriar** os momentos de excitação e relaxamento dos átomos.

## 3. Avaliação

A **avaliação** é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. Suas **estratégias** devem ser pensadas e conduzidas de modo que forneçam informações ao longo de todo o desenvolvimento do tema. Assim, será possível, se necessário, redefinir os elementos do planejamento de forma que os objetivos sejam alcançados.

Considere que a avaliação é muito mais do que apenas estabelecer objetivos, critérios e atribuir conceitos e notas. A avaliação formativa permite que o seu trabalho seja reorientado, em tempo real, tornando as decisões, alterações e reformulações como parte do **processo de ensino-aprendizagem**.

O envolvimento, interesse e participação dos alunos, tanto durante a apresentação do programa quanto nos debates subsequentes, são momentos importantes para avaliar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são indicadores significativos para identificar se os objetivos da sua aula foram atingidos ou se há necessidade de aprofundar mais um ou outro tópico do conhecimento.

Refleta, observando que os momentos de avaliação do grupo constituem também excelente oportunidade para avaliar o seu próprio trabalho e o alcance dos objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

#### Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

#### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

José Marcus de Oliveira Godoy

#### CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gislaine Garcia

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson