

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS "CIÊNCIA 10!"

**TATIANA BRAMBILA ROCKENBACH**

**ENSINANDO CIÊNCIAS ATRAVÉS DAS TECNOLOGIAS DE  
IMAGEAMENTO APLICADAS NA MEDICINA**

Porto Alegre

2021

**TATIANA BRAMBILA ROCKENBACH**

**ENSINANDO CIÊNCIAS ATRAVÉS DAS TECNOLOGIAS DE  
IMAGEAMENTO APLICADAS NA MEDICINA**

Projeto de trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela  
Borges Pavani

Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Caroline  
Tuchenhagen Rockembach

Porto Alegre

2021

**ENSINANDO CIÊNCIAS ATRAVÉS DAS TECNOLOGIAS DE IMAGEAMENTO  
APLICADAS NA MEDICINA**

*TEACHING SCIENCE THROUGH IMAGING TECHNOLOGIES APPLIED IN  
MEDICINE*

Tatiana Brambila Rockenbach<sup>1</sup>

tatianarockenbachbrambilla@yahoo.com.br

Caroline Tuchtenhagen Rockembach<sup>2</sup>

tuch.rock@gmail.com

Daniela Borges Pavani<sup>3</sup>

dpavani@if.ufrgs.br

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> Coorientadora professora Doutora curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>3</sup> Orientadora professora Doutora curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## RESUMO

Apresentamos uma sequência didática que faz uso da metodologia de projetos para despertar o interesse pela Ciência de alunos do Ensino Fundamental II. O tema escolhido é "As tecnologias de imageamento aplicadas na medicina", com o objetivo de aproximar a Ciência que está no entorno do docente, com os conteúdos de sala de aula, sendo um facilitador do ensino de ciências por investigação como uma prática pedagógica que contribui na alfabetização científica a partir de uma temática de cunho social e contextualizada no cotidiano de nossos alunos. O trabalho tem como proposta abordar algumas aplicações tecnológicas da Física na Medicina visando a ensinar de forma mais agradável e contextualizada os conceitos básicos de Física das Radiações para alunos do Ensino Fundamental. Como referencial teórico nos apoiamos nos estudos realizados no âmbito da teoria de aprendizagem significativa, das obras de abordagem Sociocultural, por autores como Paulo Freire e Philippe Perrenoud. Essa proposta, então, vem a corroborar, como um agente facilitador da aprendizagem dos jovens despertando o desejo de saber a origem de fenômenos da natureza e suas aplicações tecnológicas explorando, assim, um senso crítico e investigativo. Aqui vou utilizar recursos, como mapas conceituais, testes, textos de apoio, confecção de um banner e um disco com informações sobre os assuntos abordados. Relacionar situações cotidianas em nossas aulas de Ciências somente trará benefícios entre a aprendizagem do nosso aluno e a aplicação de seus conhecimentos em sua vida cotidiana, sendo assim, ao trabalhar com projetos nas aulas de Ciências ajuda a despertar o interesse dos alunos do ensino fundamental e é uma meta que deve ser constantemente seguida por nós professores de ciências, quer seja para formar profissionais nesta área, bem como formar cidadãos conscientes das necessidades de seus conhecimentos para a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências, tecnologia e radiações

## **ABSTRACT**

We present a following teaching that uses projects to arouse interest for Science in Ensino Fundamental II students. The chosen subject is "Imaging technologies applied to medicine", with the intent of approximating the Science which is around teachers to what is taught in the classroom, acting as a conduit to the teaching of science through investigation as a pedagogic approach that contributes to scientific literacy through social aspects that help contextualize the school subjects in the students' daily lives. The proposition of this project is to tackle some Physics technological applications in Medicine aiming to teach in a more useful and pleasant way basic concepts about Radiation Physics to Ensino Fundamental students. As theoretical reference, the studies carried out within the scope of meaningful learning theory of Sociocultural works, by authors such as Paulo Freire and Philippe Perrenoud. This proposal, then, comes to corroborate, as an agent that facilitates the learning of young people, awakening the desire to know the origin of natural phenomena and their technological applications, thus exploring a critical and investigative sense. Here I will use resources such as concept maps, tests, support texts, making a banner and a disc with information on the topics covered. Relating everyday situations in our Science classes will only bring benefits between our student's learning and the application of their knowledge in their daily life, so when working with projects in Science classes it helps classes makes students more invested and interested, which should be our main objective as Science teachers, either to train professionals in this area, or to form citizens who are aware of what they need to improve their society's quality of life.

**Keywords:** Science, technology and radiation teaching

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande demanda por aulas de Ciências vinculadas às novas tecnologias devido ao impacto delas na sociedade contemporânea. Apesar da evolução e do desenvolvimento das novas tecnologias acessíveis à população no seu dia a dia, em minha experiência docente observo que os planos de ensino das aulas convencionais de Ciências no Ensino Fundamental não estão em sintonia com essa nova demanda tecnológica e tampouco se associam a práticas experimentais na escola.

Podemos refletir sobre o impacto destas questões sobre, entre outros aspectos, o sucesso de nossos jovens em alcançar o ensino superior por meio de resultados associados ao exame nacional do ensino médio (ENEM).

Na área da Ciências da natureza as escolas públicas nas últimas avaliações obtiveram desempenho médio inferior à pontuação mínima para que um aluno obtenha certificação<sup>4</sup>. Segundo dados do Inep (Brasil, 2020), em 2020, 84.4% das matrículas nas séries finais do Ensino Fundamental estavam na rede pública de ensino (municipais e estaduais). Para o Ensino Médio o percentual é de 84.1%. Sendo assim, podemos considerar o desempenho de estudantes oriundos de escolas públicas no ENEM com um dos recortes representativos da formação dos jovens brasileiros, ao finalizarem a etapa da Educação Básica.

Entre os fatores que possivelmente impactam nesses resultados podemos incluir indicadores como adequação da formação docente, por exemplo, para os anos finais do ensino fundamental e para o ensino médio. No primeiro caso, na disciplina de Ciências, somente 68.3% dos professores possuem licenciatura ou bacharelado com complementação pedagógica na mesma área. Para o Ensino Médio este percentual é de 49,6% para a Física, 65,6% para a Química e 82,9% para a Biologia, segundo dados do Inep (Brasil, 2020). Dados de 2019 apontam que somente 40,9% das escolas das redes públicas estaduais e 30,9% das municipais possuíam Laboratórios de Ciências. Para o Ensino Fundamental as percentagens são 26,2% e 3,6%, respectivamente (Brasil, 2019). A estes dados podemos somar as dificuldades de aprendizagem dos alunos, às questões de acesso e permanência na escola, bem como de origem social. (Machado e Ganzeli, 2018; Gonçalves e Patta, 2019).

Do ponto de vista de nossa práxis docente, como podemos contribuir nesta questão? Silva, Ferreira e Vieira (2017) propõe reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora e o Ensino de Ciências na Educação Básica.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://enem.inep.gov.br/participante/#/>.

O ensino contextualizado e instigador pode ser precursor do interesse de estudantes sobre o conhecimento científico e tal interesse pode perdurar na maturidade e, assim, mais jovens seguirem a carreira científica. O conhecimento científico e tecnológico é gerador de desenvolvimento econômico e social, ensinar ciências para a cidadania é um meio de transformar pessoas e nações. (VIEIRA, C.A. et al, 2017, p.10)

Assim, consideramos ser necessário que as aulas de Ciências no Ensino Fundamental promovam o reconhecimento e a importância da observação e da experimentação de uma forma diferente da que estamos acostumados a vivenciar na escola, abordando e explicando as tecnologias que fazem parte do cotidiano de nosso aluno. A abordagem do presente trabalho concorda com o expresso por Vittorazzi e Braz da Silva (2020).

“.. considerando-se que a educação científica deve capacitar o indivíduo a uma atuação prática, cívica e cultural, esta deve se estar “não apenas na aquisição de conhecimentos científicos (fatos, conceitos e teorias), mas no desenvolvimento de habilidades a partir da familiarização com os procedimentos científicos, na resolução de problemas, na utilização de instrumentos e, por fim, na aplicação em situações reais do cotidiano” (SCHIEL; ORLANDI, 2009, p. 9).”

O professor pode aproveitar como tema central de suas aulas as novas tecnologias, vinculadas ao dia a dia dos estudantes, tornando suas aulas mais atraentes e estimulantes, onde os alunos queiram aprender por perceberem a importância das aplicações do conteúdo de Física em situações do nosso cotidiano. As aulas de Ciências devem ser mais práticas e coerentes com as necessidades do meio escolar, mesmo que a escola não venha a ter um laboratório de Ciências ou informática. As aulas devem ser mais diversificadas, através da utilização de novas metodologias e estratégias de ensino, de avaliações diferenciadas e do uso de materiais de apoio que facilitem e motivem a aprendizagem. “Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda” (FREIRE, 1969 a, p 20).

Buscar a resposta para o que não se compreende é algo que desperta o desejo de aprender. Sendo assim, entendo que o professor deveria aproveitar esta brecha que existe entre o docente e o conhecimento e subsidiar uma forma de facilitar a aprendizagem significativa dos conteúdos de Ciências enfatizando a Física no Ensino Fundamental.

Nossos alunos finalizam sua etapa escolar sem conhecimento e vivência alguma do que significa uma produção científica. Tanto isso é verdade que o Brasil teve desempenho humilhante no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), promovido pela UNESCO, em 2020 <sup>5</sup> o país permanece praticamente estagnado, conseguindo apenas passar da 59ª para a 58ª posição, ficando atrás de países como México e Romênia. Realizado a cada três

---

<sup>5</sup> Disponível em: [www.uniethos.org.br](http://www.uniethos.org.br).

anos, o Pisa (SOARES, 2007) busca medir o conhecimento e a habilidade em leitura, matemática e ciências de estudantes com 15 anos de idade. Apesar dos estudantes gostarem de ciências, continuamos tendo baixo desempenho no PISA. Com a experiência que tenho no magistério acredito que esse deve ser um dos motivos que leva um profissional a buscar alternativas que tenham um diferencial das práticas convencionais, buscando promover uma maior apropriação do aluno pela ciência, que se fragmentou devido a tantos equívocos no meio político-pedagógico da escola atual. Foi partindo do princípio que o professor deva buscar objetos de estudo que despertem no aluno o desejo de aprender que surgiu a motivação para ensinar Física utilizando as tecnologias da medicina.

### 1.1 Ensino de Física por meio das tecnologias aplicadas à medicina

Ter o entendimento da Física Moderna e Contemporânea (FMC), para compreender o mundo moderno criado pelo homem do passado e do presente, é de extrema importância para que os alunos do Ensino Básico (Fundamental e Médio) possam se tornar cidadãos participativos, conscientes e questionadores nesta sociedade que a cada dia passa por grandes mudanças devido ao avanço da ciência. (TERRAZAN, 1992, P.210). Contudo, percebe-se que o material disponível para os estudantes não acompanhou o avanço da ciência. Como afirma Dominguni (2012), em uma pesquisa feita com livros didáticos disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM):

“As diferenças nos livros didáticos de física encontrados mostram que nem todos satisfazem igualmente as necessidades do ensino atual. Tanto as Orientações Curriculares Nacionais, quanto os Parâmetros Curriculares Nacionais defendem e exigem a inserção da física moderna no Ensino Médio”. (DOMINGUINI, 2012, p. 6)

Neste trecho o autor ratifica a realidade de que os livros didáticos ainda não dão a Física Moderna e Contemporânea a mesma importância que se dá a Física Clássica. Buscar esclarecer melhor como funcionam as tecnologias atuais existentes em nossa sociedade é de fundamental importância por parte do professor ao planejar as suas aulas.

A proposta aqui é trazer algumas aplicações tecnológicas da Física na medicina visando ensinar de forma mais agradável e conectada com a experiência cotidiana os conceitos básicos de Física das Radiações. Em geral, esse conteúdo não é abordado nas escolas de Ensino Fundamental por ser considerado muito complexo ou pela falta de tempo e de subsídios didáticos sobre o assunto em livros. De acordo com Fonseca (2012) é abordada a importância do ensino de Física nas séries finais do ensino fundamental, dificuldades e importância para

melhor desempenho do docente no ensino médio.

A Física médica vem ocupando um lugar de destaque na nossa sociedade e é importante que o professor de Física oriente seus alunos e lhes proporcione conhecimento suficiente para possam vir a ter consciência das muitas faces das novas tecnologias que nos cercam. Como exemplos de aplicações da Física na Medicina, podemos citar: planejamento de tratamentos em radioterapia; proteção radiológica; medicina nuclear; ultrassonografia; imageamento por tomografia; imageamento por raios X; imageamento por gama câmara.

Dentre os assuntos citados acima, foram selecionados os mais corriqueiros no momento de realizar exames para diagnósticos por imagem. Como podemos verificar pelos próprios títulos, temos a relação de várias formas de exames e de tratamentos médicos modernos e com alto teor científico e tecnológico agregado, relacionados com a atuação profissional do que poderíamos chamar de um “Físico médico”.

O objetivo do presente trabalho é apresentar o desenvolvimento do conteúdo sobre radiações e seus efeitos sobre os seres vivos por meio de uma sequência didática, tendo o cuidado de promover a tomada de consciência dos alunos quanto à relação custo-benefício das tecnologias usadas em nosso cotidiano e o Ensino de Ciências em sala de aula de forma diferenciada.

A sequência didática utiliza como referencial teórico os estudos realizados no âmbito da teoria de aprendizagem significativa na abordagem Sociocultural, por autores como Paulo Freire e Philippe Perrenoud. “Se a escola ministra um ensino que aparentemente não é mais útil para uso externo, corre um risco de desqualificação. Então como vocês querem que tenham confiança nela?” (PERRENOUD ,1999)

Vivemos em tempos de ressignificações, de profundas mudanças, de contestações de toda ordem, de crise da Ciência e da Sociedade Moderna. Portanto, os referenciais teóricos adotados para a estruturação do projeto estabelecem um caráter de inclusão social. Devido a este fato, foram apontados os pesquisadores acima citados, que trabalham em suas obras com a importância de contextualizar os conteúdos curriculares com a realidade social do aluno formando um cidadão capaz de ingressar na sociedade.

Paulo Freire é o mentor da educação para a consciência. O mais célebre educador brasileiro, autor da Pedagogia do Oprimido (Freire,1969 a), defendia como objetivo de a escola ensinar o aluno a "ler o mundo" para poder transformá-lo. A obra de Paulo Freire se caracteriza por uma reflexão sobre o significado da educação trabalhando com uma concepção do mundo. Na teoria do educador pernambucano distinguem-se três momentos claros de aprendizagem. O primeiro é aquele em que o educador se inteira daquilo que o aluno conhece, não apenas para

poder avançar no ensino de conteúdos, mas principalmente para trazer a cultura do educando para dentro da sala de aula. O segundo momento é o de exploração das questões relativas aos temas em discussão – o que permite que o aluno construa o caminho do senso comum para uma visão crítica da realidade. Finalmente, volta-se do abstrato para o concreto, na chamada etapa de problematização: o conteúdo em questão apresenta-se “dissecado”, o que deve sugerir ações para superar impasses. Para Paulo Freire (1969b), esse procedimento serve ao objetivo final do ensino, que é a conscientização do aluno.

Paulo Freire concebe educação como reflexão sobre a realidade existencial, articulando com essa realidade nas causas mais profundas dos acontecimentos vividos, procurando inserir sempre os fatos particulares na globalidade das ocorrências da situação.

Reconhecer as diferentes trajetórias de vida dos educandos implica flexibilizar os objetivos, os conteúdos, as formas de ensinar e avaliar, em outras palavras, contextualizar e recriar o currículo. Zabala destaca que, para a concretização dessa flexibilidade, são importantes os seguintes questionamentos: quem são os meus alunos? Que sabem os alunos em relação ao que quero ensinar? Que experiências tiveram? O que são capazes de aprender? Quais são os seus interesses? Quais são os seus estilos de aprendizagem? (ZABALA, 1998: pg.199). Como também é fundamental saber o que ensinar, qual a relevância social e cognitiva do ensinado para definir o que vai se tornar material a ser avaliado.

“Nesta concepção, o conhecimento não pode advir de um ato de “doação” que o educador faz ao educando, mas sim, um processo que se realiza no contato do homem com o mundo vivenciado, o qual não é estático, mas dinâmico e em transformação contínua.” (FREIRE, 2000: pg.19)

Seguidor das ideias de Paulo Freire, Philippe Perrenoud (2000), privilegia as práticas inovadoras, portanto o ensino não pode ser visto como uma mera e mecânica transmissão linear de conteúdos curriculares do docente para o educando, mas um processo de construção de significados fundados nos contextos históricos em que se ensina e se aprende e, conseqüentemente, se avalia. O espaço educativo se transforma em ambiente de superação de desafios pedagógicos, o que dinamiza e significa a aprendizagem, que passa a ser compreendida como construção de conhecimentos e desenvolvimento de competências.

Este entendimento faz com que o professor e a professora procurem produzir intervenções didáticas diferenciadas no intuito de fomentar as várias aprendizagens dos educandos, oferecendo a cada (...) um dos meninos e meninas a oportunidade de desenvolver, no maior grau possível, todas suas capacidades (ZABALA, 1998: 197). Logo, exigem-se práticas pedagógicas que não sejam indiferentes às diferenças socioculturais e cognitivas dos

discentes (PERRENOUD, 1999), gerando os meios e os espaços para que se busque o seu desenvolvimento integral.

Diante desse quadro, justifica-se a necessidade de uma maior reflexão em torno da prática educativa, que envolve a relação pedagógica entre o planejamento do trabalho docente, a sua efetivação através do ensino e da aprendizagem, o processo avaliativo e as condições estruturais de trabalho dos profissionais da educação. Buscar compreender a coerência didático-pedagógica entre os elementos da prática educativa (planejamento, ensino/aprendizagem e avaliação) e sua interdependência com a especificidade socioeducacional do contexto escolar poderá possibilitar ao professor e à professora refletirem sua ação para reelaborar sua postura pedagógica como um todo e, em especial, a avaliativa, cientes dos limites e possibilidades dessa reflexão.

“Se a escola ministra um ensino que aparentemente não é mais útil para uso externo, corre um risco de desqualificação. Então como vocês querem que tenham confiança nela?” (PERRENOUD, 1999: 163)

Tendo em vista a previsão de aumento do uso da radioterapia como decorrência da previsão de aumento do número de casos de câncer com o passar dos anos<sup>6</sup>, sugere a necessidade de uma abordagem do uso da radiação ionizante na medicina e dos princípios físicos básicos associados à determinação da espessura das paredes das salas que abrigam fontes de radiação ionizante como uma possibilidade didática plausível para o ensino básico.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma. A revisão da literatura é apresentada na Seção 2, na Metodologia. Seção 3, está relatado todo o processo da construção da sequência didática, Na seção 4 trago uma breve discussão sobre minha docência apoiada em 23 anos de experiência em sala de aula e nos anexos disponibilizarei materiais para uma possível consulta futura por parte dos docentes que tenham interesse aplicar a sequência didática em suas aulas de Ciências.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Inicialmente realizou-se uma busca na base de dados Scielo<sup>7</sup> dos termos Ensino de Ciências e Radiações, no período de 2017 a 2021, em periódicos em língua portuguesa. A busca resultou em uma publicação que apresenta um kit gerador de imagens digitais, baseado

---

<sup>6</sup> INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2019

<sup>7</sup> [www.scielo.br](http://www.scielo.br).

na aplicação da técnica de detecção de radiação gama (utilizando um contador Geiger Müller), tendo sido aplicado em uma disciplina de pós-graduação de um mestrado profissional (SÁ et al. 2017). A busca utilizando os termos Ensino de Ciências e Tecnologias resultou em 26 trabalhos, sendo somente três deles na área de conhecimento da Física. O artigo já citado, um abordando o uso de arduino e outro sobre o movimento de corpos de massa variável. Assim ampliou-se a busca com o propósito de obter trabalhos que contribuíssem para a discussão proposta. Ao final, avançamos para os últimos 20 anos, consultando além de artigos em revistas, livros didáticos, dissertações e teses. Essa revisão envolveu consulta a artigos de revistas e foi possível encontrar um número significativo de 10 artigos incentivando e estimulando o ensino de Física Clássica e Contemporânea no Ensino de Ciências. Abaixo estão citados, portanto, somente os que se inserem no âmbito desta proposta.

Ostermann e Moreira (2001) realizaram uma revisão bibliográfica sobre Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, que servirá como um agente motivador para a escolha do assunto a ser trabalhado no presente projeto. Na revisão de Ostermann e Moreira, foi citado Aubrecht (1989), que comenta que a introdução de aspectos de Física Contemporânea (FC) nos cursos de Física pode servir para renovar o ensino superficial da disciplina. O autor aborda que ensinar tópicos de FC para os alunos pode permitir o aumento do interesse pelas ciências que as crianças e adolescentes trazem para a escola.

No trabalho de revisão de Ostermann e Moreira (2001), é relacionada à obra de Terrazzan (1992), que descreve sobre a tendência de atualização do currículo de Física ser justificada pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem, bem como pela necessidade de formar um cidadão com consciência e participação na sociedade em que vive.

Oliveira e Vianna (2006) acreditam que, em geral, a educação em Ciências não acompanha o desenvolvimento tecnológico. Eles propõem que se trabalhe no Ensino Médio um tópico sobre raios X pelo fato de que sua descoberta afetou diretamente a sociedade, através da grande aplicação da técnica na medicina.

Gaspar (2012) apresenta uma seção sobre radiações e aplicações tecnológicas na área de diagnóstico por imageamento, como parte do conteúdo de Física Contemporânea.

André (2017) desenvolveu uma pesquisa na área de radiações e suas relações com a medicina, trazendo uma abordagem das diretrizes nacionais para o ensino médio e diversos estudos realizados em diferentes países, tendo apontado a relevância em trabalhar no ensino de Física as inter-relações entre o tema radiações e aspectos da medicina/saúde humana.

Fabiana (2018) realizou uma revisão importante da literatura sobre intervenções didáticas para o ensino de conceitos de física moderna no ensino médio, dificuldades de materiais didáticos e recurso humano para trabalhar com o assunto nas escolas privadas e públicas.

Nos dias atuais, os exames de ingresso nas universidades são fatores relevantes para que escolas e cursinhos adequar suas estratégias de ensino para que o aluno seja aprovado no ensino superior. Com isso, esta aprovação se tornou, na maioria dos estabelecimentos de ensino, o motivo de estudo para os alunos (CARDOSO et al. 2017). Deste modo, a não presença da Física Moderna nos exames de acesso ao ensino superior pode ser um dos motivos para a pouca discussão no Ensino Médio.

Outra incerteza vivida pelos professores, estes que não têm material didático disponível em suas escolas e não tiveram um ensino que tratava sobre a Física do século XX, reside na dificuldade de fazer uma transposição didática de um conteúdo de FMC para os alunos de um modo que não seja uma mera simplificação e que eles possam compreender o conceito (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006, p. 1-2).

Esta falta de material didático para o ensino de Física Moderna e Contemporânea foi salientada por Ostermann e Moreira (2000): [...] é reduzido o número de trabalhos publicados que encaram a problemática sob a ótica do ensino e, mais ainda, os que buscam colocar, em sala de aula, propostas de atualização (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 27).

A literatura ligada à área do ensino de Física tem sido divulgada em diversos periódicos, dentre os quais, se destacam no Brasil, a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física - antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física. Pode-se observar, por meio das publicações nesses periódicos, a preocupação de inserção da física contemporânea no Ensino Médio, trazendo uma constante busca de novas metodologias de ensino.

Nos artigos pesquisados na Revista Brasileira de Ensino de Física até o presente momento, os materiais encontrados propõem uma abordagem mais teórica da Física Clássica e Contemporânea no Ensino Médio e de sua importância dentro do ensino de Física atual, uma vez que nas escolas de Ensino Médio e Fundamental normalmente se aborda apenas a Física Clássica, sendo este conhecimento insuficiente para a compreensão da ciência da tecnologia atual. Sendo assim, não foi encontrado dentro dessas publicações um artigo sequer que abordasse o tópico sobre Radiações e suas aplicações tecnológicas na medicina, com o enfoque para o ensino de Ciências nas escolas.

Sistematizando, então a nossa compreensão de como a literatura revisada abordada as

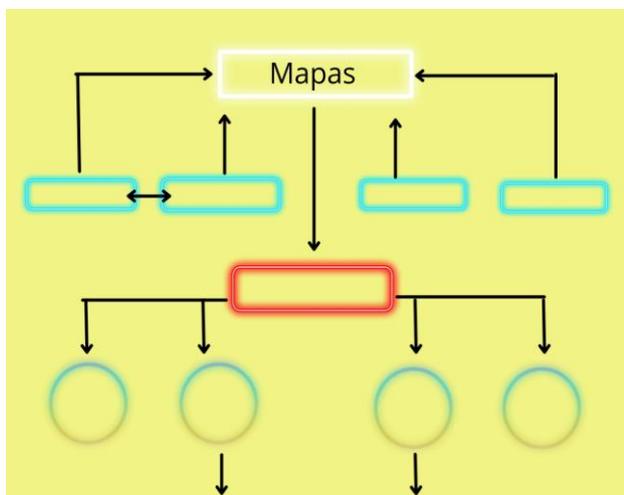
relações entre as radiações e aspectos da medicina/saúde, optei por contextualizar esse assunto, dentro das ideias de Freire que argumentava que existe uma sabedoria popular, ou seja, os alunos trazem consigo vivências, conhecimentos e hábitos que devem ser levados em conta no sentido de uma conscientização visando, como fim, a uma transformação social o discente ter conhecimento das tecnologias em sua sociedade e contextualizar o ensino de sala de aula com a sua realidade social.

### 3. METODOLOGIA

A proposta aqui apresentada foi pensada para ser aplicada em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, com aproximadamente 30 alunos. Devido à pandemia não foi possível implementá-la, sendo readaptada segundo as experiências já vivenciadas em outros momentos em minhas aulas de Ciências para servir de apoio didático para outros docentes. As descrições abaixo servem de roteiro para aplicação dessa proposta em sala de aula.

A SD propõe para acompanhamento da evolução da compreensão dos alunos acerca dos conceitos desenvolvidos a utilização de mapas conceituais. Estes correspondem a estratégias gráficas para organização e representação do conhecimento. Sendo assim, auxiliam o próprio aluno no dimensionamento do seu próprio entendimento do conceito estudado. Para tanto, são utilizados círculos ou quadrados para relacionar conceitos e a relação entre eles, indicadas através de retas e/ou flechas conectoras. Sobre estas são inseridas frases de ligação (Novak, Cañas 2010). Na Figura 1 é apresentado um rascunho de mapa conceitual para exemplificar as relações.

**Figura 1: Exemplo de mapa conceitual.**



**Fonte: Imagem de própria autoria.**

A produção desses mapas, por parte dos alunos, deve possibilitar a observação qualitativa do quanto foi compreendido sobre os assuntos trabalhados nos textos de apoio I e II (Anexo B e C). Estes materiais podem ser adaptados pelo professor, e tem por objetivo explicar os conteúdos introdutórios de ondas, radiações e efeitos biológicos das radiações sobre os seres vivos.

Além dos mapas conceituais é proposto registros através de vídeos, fotos, diário de bordo e questionários sobre o andamento da proposta.

Na finalização da proposta pode ser confeccionado um disco, com informações sobre os equipamentos de imageamento utilizados na medicina que foram trabalhados nessa proposta e um banner com as ideias centrais desenvolvidas, com os alunos para ser exposto na comunidade escolar, como resultado de todos os estudos e investigações feitas na área da saúde para esclarecimento dos riscos e benefícios dessas radiações para os seres vivos.

Apoiada no referencial de ensino e aprendizagem discutido a SD deve começar com a aplicação de um pré-teste (no anexo A tem uma sugestão de pré-teste) para se analisar os conhecimentos básicos do aluno sobre o assunto a ser trabalhado sobre Física Clássica e Contemporânea, por coletar dados e avaliar a proposta apresentada.

Para validar, então essa proposta, será aplicado um pós-teste (aqui o professor deve colocar perguntas pertinentes ao estudo realizado, que realmente faz-se necessário o aluno ter contextualizado ao término da proposta), essa avaliação deve servir, como um agente facilitador para o professor poder medir o quanto do trabalho realizado foi realmente contextualizado por parte do aluno. Lembrando sempre que a avaliação é espaço de mediação/aproximação/diálogo entre formas de ensino da professora e percursos de aprendizagens do alunado.

Reconhecer as diferentes trajetórias de vida dos educandos implica flexibilizar os objetivos, os conteúdos, as formas de ensinar e avaliar, em outras palavras, contextualizar e recriar o currículo. Zabala destaca que, para a concretização dessa flexibilidade, são importantes os seguintes questionamentos: quem são os meus alunos? Que sabem os alunos em relação ao que quero ensinar? Que experiências tiveram? O que são capazes de aprender? Quais são os seus interesses? Quais são os seus estilos de aprendizagem? (1998: 199). Como também é fundamental saber o que ensinar, qual a relevância social e cognitiva do ensinado para definir o que vai se tornar material a ser avaliado.

Os recursos utilizados estão disponíveis, em geral na escola, sala de aula com quadro branco, retroprojetor, laboratório de informática com computadores ligados na internet e o recurso de applets para simulações dos assuntos trabalhados. Será utilizado, também, o texto

impresso dos conteúdos desenvolvidos.

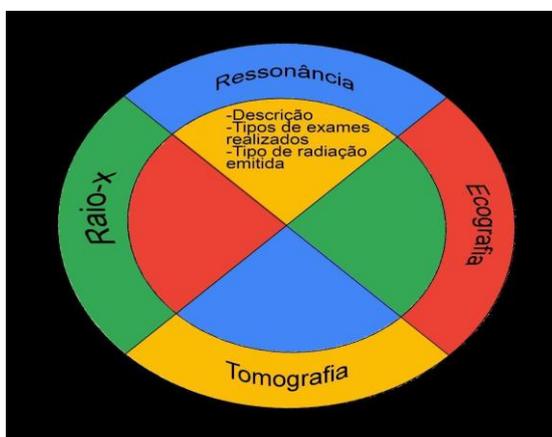
**Tabela 1: Apresenta uma sugestão de ordem cronológica e o número de períodos necessários para desenvolver a proposta em sala de aula.**

Período	Atividades desenvolvidas:
Semana 1	Aplicação do pré-teste (aqui o professor terá a oportunidade de observar os conhecimentos prévios dos alunos).
Semanas 2 e 3	Aplicação do texto I feito sobre os assuntos de ondulatória (roda de discussões e lista de exercícios).
Semanas 4 e 5	Aplicação do texto II sobre radiações (visita ao laboratório de informática para utilizar applets sobre os assuntos de radiações).
Semanas 6 e 7	Montagem do disco com as informações trabalhadas sobre radiações e tecnologias utilizadas na medicina para diagnóstico por imagem.
Semanas 8	Construção por parte da turma de um banner para expor na comunidade escolar, como um agente informativo sobre os riscos e benefícios dessas tecnologias a nossa saúde a curto e longo prazo.
Semanas 9	Finalização com um pós-teste.

Fonte: Tabela de própria autoria.

Foi desenvolvido um modelo para confecção do disco (Semanas 6 e 7, Tabela 1), para auxiliar o professor a levar um objeto lúdico e atrativo para sala de aula, material instrucional que chamo de *pizza dos exames radiológicos*. Segue modelo abaixo de proposta da confecção desse disco:

**Fig.2: Disco contendo informações sobre o funcionamento do exame, quais tipos de exames realizados e radiação emitida pelo aparelho.**



Fonte: Imagem de própria autoria.

**Fig.3: Disco contendo informações sobre as radiações e seus efeitos biológicos sobre os seres vivos.**



**Fonte: Imagem de própria autoria.**

Esse modelo do disco de pizza pode ser feito no laboratório de informática com o recurso do paint que é de fácil manuseio por parte dos alunos e professores, após a montagem deve ser impresso e colado em um papelão para que obtenha uma base mais rígida.

Para a confecção do banner segue o modelo abaixo, com a organização central da pesquisa realizada e desenvolvida pelos alunos ao longo do projeto para expor na comunidade escolar.

**Fig.4: Modelo do banner.**



**Fonte: Imagem de própria autoria.**

Na construção do banner, o aluno deve usar o recurso de imagens e textos curto, claros e atrativos para facilitar a leitura da população em geral que venha buscar informações nesse material. Essa atividade pode resultar em um único exemplar para a turma toda, diferente do disco de pizza que pode ser confeccionado em grupos e ter informações diferenciadas de acordo com os interesses desses grupos.

Essa proposta de trabalho, então, vem a corroborar, como um agente facilitador da aprendizagem dos jovens despertando o desejo de saber a origem de fenômenos da natureza e suas aplicações tecnológicas explorando, assim, um senso crítico e investigativo. Isso vem ao encontro com as ideias de Paulo Freire que fazem parte da base do nosso referencial teórico. A disciplina de Ciências, quando bem trabalhada na escola, ajuda os alunos a encontrar respostas para muitas questões e faz com que eles estejam em permanente exercício de raciocínio. Relacionar tecnologias presentes em nossa sociedade atual, com nossas aulas de Ciências somente trará benefícios entre a aprendizagem do nosso aluno e a aplicação de seus conhecimentos em sua vida cotidiana.

#### **4. DISCUSSÃO**

A ciência deve ser percebida no dia a dia de todas as pessoas, assim desenvolvendo uma constante evolução. A cada dia, novas descobertas são feitas e novas teorias são elaboradas ou corroboradas, algumas complementando as antigas, outras refutando estas. O ensino proporcionado deve, portanto, levar o aluno a compreender, entre outras coisas importantes, que nenhuma teoria é definitiva ou absoluta.

Através dessa especialização tive a oportunidade de reinventar as minhas aulas de Ciências, que em sua grande maioria fica restrita a uma corriqueira, devido a vários fatores que nos impede de alternar o modo como ensinamos, sendo assim tive uma grande contribuição, com o decorrer do curso Ciência 10 em minhas reflexões e/ou aprendizados que me levaram a construir esta SD, tanto para aplicar em minhas aulas como para contribuir, com outros professores da área, tendo a oportunidade de diversificar as aulas de Ciências no ensino fundamental e Médio.

Embora a SD não tenha sido aplicada, trago aqui uma proposta de aula diferenciada para ser aplicada nas aulas de Ciências, com a minha experiência de sala de aula abordando

aspectos discutidos neste trabalho. De fácil aplicação devido não ter necessidade de muitos investimentos é uma proposta diferenciada para se trazer no decorrer das aulas de Ciências.

Essas técnicas de aulas diferenciadas auxiliam na aprendizagem dos alunos, entretanto com a construção do disco e o banner no final da caminhada, os mesmos devem se tornar capazes de diferenciar cada aparelho utilizado na medicina por imagem (ultrassonografia, tomografia, raio-x e ressonância magnética), como natureza da onda, frequência, comprimento de onda, poder de penetração na matéria e riscos biológicos da realização dos exames contextualizando, assim no disco e no banner para transpor esses conhecimentos através desses recursos didáticos, junto à comunidade escolar local.

Explorar esse universo das tecnologias que funcionam através de ondas, sejam elas mecânicas ou eletromagnéticas, para o nosso benefício é algo que motiva a aprendizagem do aluno e significa o conteúdo a ser abordado nas aulas de ciências. Proporcionar um sentido para o aluno aprender determinados assuntos é de fundamental importância para o contexto atual que vivemos em sala de aula, com poucos recursos e um desânimo coletivo por parte dos alunos em apreender.

Em sua grande maioria os alunos desejam um conteúdo trabalhado de forma mais contextualizada, sendo assim essa proposta de trabalhar assuntos de ondas utilizando as tecnologias por imageamento vem ao encontro dos desejos do alunado e um facilitador da aprendizagem por parte do professor. Tenho uma experiência de 23 anos de sala de aula e trago essa abordagem já faz um tempo, pois sei o quanto esses gatilhos iniciais para o aluno são importantes. Assuntos sobre radiações estão muito presentes em séries e filmes que os adolescentes acabam assistindo, fazendo com que se aproxime mais da realidade do mesmo. Compreender as suas tecnologias e aplicações na sociedade é muito importante para nossos jovens se tornarem mais críticos e capacitados a enfrentar certas situações, em geral às dúvidas que surgem em sala de aula, como dos porquês de exames de raio-x serem prejudiciais à saúde e uma ultrassonografia não são sempre motivadores para se abordar determinados assuntos de Física com os discentes.

Geralmente uma enxurrada de perguntas começam a acontecer, quando se trabalha com esses tópicos gerando é o começo e o fim de vários assuntos diferentes a ser colocado em uma roda de debates. Essa naturalidade de questionamentos corrobora muito para gerar uma discussão sobre assuntos que, em geral, não se trabalha nas aulas de ciências devido a uma amarra que o professor possui, com o livro didático. Sabemos como é difícil de trazer aulas diferenciadas para nossos alunos, com poucos recursos, tempo de trabalho e material didático escassos, sendo assim, trago essa proposta diferenciada de se trabalhar Física com os alunos

podendo ter uma produção final que impacte na comunidade escolar.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho discutiu a necessidade da inserção da física das radiações, assim como de tópicos da física desenvolvida no século XX, no currículo do ensino médio. Os documentos legais da educação nacional, como a LDB e os PCNs+ trazem a orientação para introdução de tópicos de física moderna no currículo de Ciências, neste sentido buscou-se os trabalhos desenvolvidos sobre o referido tema. A revisão da literatura mostrou a importância da introdução do tópico de Física das radiações ionizantes, como também, de tópicos de Física Moderna na sala de aula do ensino Fundamental e Médio. A construção dessa proposta, levou em conta que a maioria dos artigos e materiais didáticos não apresentam uma abordagem relevante sobre o ensino de Física das Radiações no ensino médio e fundamental. Todavia, observou-se que existem “limitações” para a implementação do ensino de Física Moderna e Contemporânea, tais como, existência de poucos materiais didáticos e recursos tecnológicos voltados ao tema, de profissionais habilitados para trabalhar com os assuntos em sala de aula. Esta defasagem do conhecimento que é ministrado ao aluno em comparação com o conhecimento que ele recebe fora da escola pelos meios de comunicação, torna o processo de ensino-aprendizagem descontextualizado e desvinculado da realidade do aluno; fazendo com que ele se sinta desmotivado a aprender um conteúdo que não consegue associar a um fenômeno do seu cotidiano.

Sabemos das dificuldades encontradas por nós professores de Ciências, como falta de laboratórios (Ciências e informática), materiais didáticos, disponibilidade de horas para preparação de projetos. Sabemos como é importante essa iniciação científica por parte do alunado desde o início da educação para minimizar defasagens futuras. Os materiais propostos no presente artigo têm esse objetivo de maneira fácil e prática introduzir conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para a educação básica estimulando os estudantes a observar as tecnologias que os cercam e a ciência por trás desses recursos tecnológicos.

Ao desenvolver esse projeto levei em consideração os meus 23 anos de docência em ensino de Ciências e observei que essa proposta de ensinar Física Clássica e Contemporânea de forma contextualizada e interdisciplinar se mostrou uma experiência rica, pois verifiquei o potencial dos alunos do ensino fundamental em aprender não somente conceitos de ciências, mas também seu comportamento perante a disciplina de ciências mudou, ou seja, passaram a apresentar uma atitude de responsabilidade e autonomia, além de independência para resolução

de problemas, interesse por leitura e pesquisa científica, utilização de recursos na área da informática, bem como a melhoria na compreensão de textos.

Dentro da minha visão, então como educadora, trabalhar com projetos nas aulas de Ciências desperta o interesse dos alunos do ensino fundamental e é uma meta que deve ser constantemente seguida por nós professores de ciências, quer seja para formar profissionais nesta área, bem como formar cidadãos conscientes das necessidades de seus conhecimentos para a melhoria da qualidade de vida da sociedade. Nem sempre essa meta é alcançada, sendo assim, organizei essa proposta dentre os assuntos de maior interesse, por parte do alunado, realizando questionários e rodas de discussões ao longo da minha trajetória de educadora e um dos temas que sempre surgiram era sobre radiações e aplicações tecnológicas, então desenvolver esse tema como aqui proponho vem de anos de coleta de dados (questionários) e observações (roda de conversas) nas minhas aulas de Ciências para tentar promover uma tomada de consciência dos alunos, quanto à relação custo-benefício das tecnologias usadas em nosso cotidiano, seus efeitos e causas sobre os seres vivos.

## 6. REFERÊNCIAS

FREIRE, P. “Papel da educação na humanização” in Paz e Terra, n. 9, Rio de Janeiro, outubro de 1969c.

FREIRE, P. “Ação cultural para libertação”, Cambridge, 1969b in P. cit., pp. 42-85. (Originalmente publicado em 1970 in Harvard Educational Review.)

FREIRE, P. Pedagogía Del oprimido, 25ª ed, Siglo XXI Editores, México, “Primeiras palavras” de Freire, datado de Santiago, outubro de 1969 a, p. 1-20.

CRUZ, F. F. de. S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 164-169, dez. 1987

AUBRECHT, G. J. Redesigning courses and textbooks for the twenty-first century. American Journal of Physics Woodbury v. 57, n. 4, p. 352-359, Abril de 1989.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

LUZ, A. M. R. da; ALVARES, B. A. Curso de física. 4.ed., São Paulo: Scipione, 1997. 3v, p. 520-523.

PAULO, I. J. C. de. Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio. Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997. Dissertação de Mestrado em Educação.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

ZABALA, Antoni. A Avaliação. In: ZABALA, Antoni. A Prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

PERRENOUD, Philippe. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. Editora Pedagógica e Universitária Ltda (E.P.U.), São Paulo, Brasil. 195 p, 1999.

PERRENOUD, P. Dez Novas Competências para Ensinar. Editora Artmed, Porto Alegre (Brasil), 2000.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 16 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

GASPAR, A. Física. São Paulo: Ática, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio". Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p.3-12, mar. 2001.

“BRASIL, Ministério da Educação. (2002). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+ Ensino Médio). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>”.

MENEZES, A.; MANUEL, J. Avaliar para conhecer, examinar para excluir. Tradução de Magda Schwarzhaupt Chaves. Porto Alegre: ArtMed editora, 2002.

HOME PAGE, BRASIL - Ministério da Educação e Cultura, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciasnatureza.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2006.

HOME PAGE, REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>, vol.20, n° 1, março de 1998 e vol.21, n° 4, dezembro, 1999. Acesso em: 10 dez. 2006.

OLIVEIRA, F. F; VIANNA, D. M. Física Moderna no Ensino Médio: raios X com enfoque metodológico em CTS. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br>. Acesso em: 27 jun. 2007.

SOARES, J. F.; CANDIAN, J. F., (2007). O efeito da escola básica brasileira: as evidências do PISA e do SAEB. Revista Contemporânea de Educação, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, 2007, p. 45-64.

MEC. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Sinopse Estatística da Educação Superior 2015. [Online]. Brasília: Inep, 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018. Acesso em: 03 março de 2020.

2018. BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

ARAÚJO, Fabiana. Revisão de Literatura Sobre Intervenções Didáticas para o Ensino de Conceitos de Física Moderna no Ensino Médio. Florianópolis 2018. Disponível em : <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193442/TCC-A5%20Fabiana%20com%20Ficha%20de%20Identifica%20c3%a7%20c3%a3o%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.

GOMES, G. S.; CASTILHO, T. B.; MARTÍNEZ, G. N.; MOREIRA, M. D.; SALES, N. L. L. Usando o modelo padrão de 59 partículas para discutir radioatividade: relato da experiência de pibidianos. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo.

MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G.; SOARES, A. A. O Ensino da Radioatividade e Física Nuclear com o uso dos simuladores. In: Simpósio Nacional do Ensino de Física, 2015, Uberlândia. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015. v. 11.

FIUZA, G. S.; GUERRA, A. B. (DYTZ, A. G.); CAPPELLETTO, E.; JERZEWSKI, V. B.;

BEXIGA, V.S.; Radiações ionizantes e não ionizantes: uma análise prévia do conhecimento de alunos do ensino médio. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Minas Gerais.

“SÁ, José Roberto et al. Interação da Física das Radiações com o Cotidiano: uma prática multidisciplinar para o Ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2017, v. 39, n. 1 [Acessado 5 Novembro 2021], e1503. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0119>>. Epub 10 Out 2016. ISSN 1806-9126. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0119>”.

“Gonçalves, Fernando Gonçalves de e Ramos, Marília Patta. Sucesso no campo escolar: condicionantes para a entrada na universidade no Brasil. Educação & Sociedade [online]. 2019, v. 40 [Acessado 5 Novembro 2021], e 0188393. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/ES0101-73302019188393>>. Epub 29 Abr 2019. ISSN 1678-4626. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302019188393>”.

“MACHADO, C; GANZELI, P. Gestão educacional e materialização do direito à educação: avanços e entraves. Educar em Revista [online]. 2018, v. 34, n. 68 [Acessado 5 Novembro 2021], pp. 49-63. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-4060.57215>>. ISSN 0104-4060. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.57215>”.

“VITTORAZZI, DAYVISSON LUÍS e SILVA, ALCINA MARIA TESTA BRAZ DA. As representações do ensino de ciências de um grupo de professores do ensino fundamental: implicações na formação científica para a cidadania. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte) [online]. 2020, v. 22 [Acessado 5 Novembro 2021], e214769. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/21172020210103>>. Epub 06 Mar 2020. ISSN 1983-2117. <https://doi.org/10.1590/21172020210103>”.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Tipos de câncer. Rio de Janeiro: INCA, 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer>. Acesso em: 5 set. 2019.

“BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da educação básica 2020: resumo técnico [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2021. 70 p.: il”.

<https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/o-ensino-fisica-nos-anos-finais-do-ensino-fundamental/o-ensino-fisica-nos-anos-finais-do-ensino-fundamental.shtml>. Acesso em: 5 junho de 2021.

SILVA, R. C.; ROSA, P. R. S.. A apropriação de linguagens relacionadas a conceitos de Física e cinematografia, de alunos da 3ª série do ensino médio, a partir da produção de filmes sobre radiações ionizantes. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física.

## 8. ANEXOS

**Anexo A:** Aqui segue um modelo de pré-teste que no final da aplicação da proposta poderá servir também, como pós-teste, para validar a aplicação de sua proposta.



### Observações sobre a aula de ondas e radiações

1-São bons exemplos de ondas mecânicas:

a) calor, corrente elétrica, infravermelho.

b) ultrassom, raios X, infravermelho.

c) som, vibrações, terremotos, ultrassom.

d) ultrassom, laser, campo magnético.

2-Ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo na velocidade da luz. Assinale a alternativa que apresenta apenas ondas eletromagnéticas:

a) raios X, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio.

- b) raios  $\beta$ , radiação  $\gamma$ , ultravioleta.
- c) ultrassom, laser, luz visível, micro-ondas.
- d) raios  $\alpha$ , raios  $\beta$ , ondas de rádio.
- e) raios X, infrassom, ultrassom, infravermelho.

3-São exemplos de ondas transversais:

- a) ondas sonoras.
- b) ondas produzidas em molas.
- c) ondas formadas em cordas oscilantes.
- d) vibrações.

4-(Uece) Sobre as ondas sonoras, é correto afirmar que não se propagam:

- a) na atmosfera.
- b) na água.
- c) no vácuo.
- d) nos meios metálicos.

5-Marque a alternativa que responde corretamente o fato de a frequência das ondas não ser alterada na ocorrência da refração.

- a) A única mudança que ocorre na refração é da velocidade das ondas.
- b) Caso a frequência fosse alterada, a onda sofreria colapso e seria completamente anulada.
- c) A frequência de todas as ondas é a mesma, por isso, essa grandeza não pode ser alterada na refração.
- d) A frequência depende somente da fonte que produz as oscilações. Essa grandeza só será alterada caso a própria fonte aumente ou diminua sua frequência.
- e) Todas as alternativas estão incorretas.

6-Som mais agudo é som de:

- a) maior intensidade
- b) menor intensidade
- c) menor frequência
- d) maior frequência
- e) maior velocidade de propagação

7-. (UFMG) Uma pessoa toca no piano uma tecla correspondente à nota mi e, em seguida, a que corresponde a sol. Pode-se afirmar que serão ouvidos dois sons diferentes porque as ondas sonoras correspondentes a essas notas têm:

- a) amplitudes diferentes
- b) frequências diferentes
- c) intensidades diferentes
- d) timbres diferentes
- e) velocidade de propagação diferentes

8-A propagação de ondas envolve, necessariamente:

- a) transporte de matéria e energia;
- b) transformação de energia;
- c) produção de energia;
- d) movimento de matéria;
- e) transporte de energia;

9-Certas ondas podem sofrer amortecimento à medida que se propagam em um certo meio. Por exemplo, quanto mais distante da fonte sonora, mais difícil torna-se ouvir o som emitido. O amortecimento de uma onda é caracterizado por uma variação:

- a) na frequência da onda;
- b) na amplitude da onda;

c) na velocidade de propagação da onda;

d) no comprimento de onda;

10-Marque M para ondas do tipo mecânica e E para ondas do tipo eletromagnéticas.

( ) Ondas do mar.

( ) Ondas sonoras.

( ) Ondas de radiofrequência.

( ) Ondas nas cordas de um piano.

( ) Bluetooth.

( ) Raios X.

( ) Ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia.

a) M,M,M,E,M,E,M

b) M,M,E,M,E,E,M

c) M,M,M,M,E,E,E

d) E,E,E,E,E,E,E

e) E,E,E,M,M,M,M

11-Marque a alternativa que apresenta os nomes corretos dos conceitos descritos abaixo.

1) Tipo de onda que precisa de um meio de propagação.

2) Onda que se propaga em duas dimensões.

3) Onda que possui a direção de propagação perpendicular à vibração.

a) Ondas eletromagnéticas, ondas unidimensionais, ondas transversais.

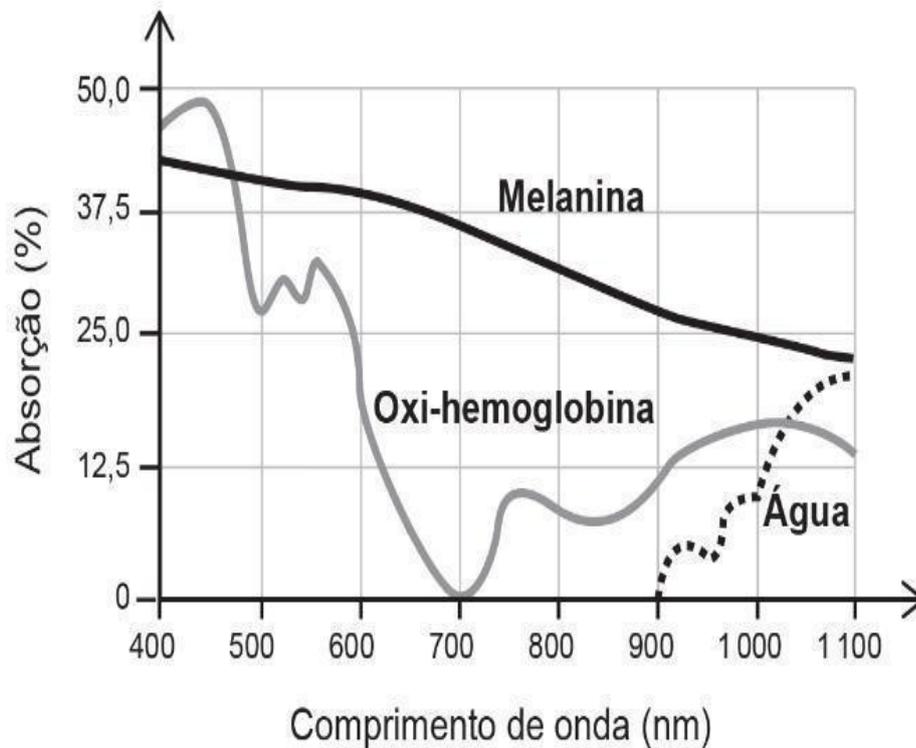
b) Ondas eletromagnéticas, ondas bidimensionais, ondas transversais.

c) Ondas mecânicas, ondas bidimensionais, ondas longitudinais.

d) Ondas eletromagnéticas, ondas tridimensionais, ondas longitudinais.

e) Ondas mecânicas, ondas bidimensionais, ondas transversais.

12-(Enem 2017) A epilação a laser (popularmente conhecida como depilação a laser) consiste na aplicação de uma fonte de luz para aquecer e causar uma lesão localizada e controlada nos folículos capilares. Para evitar que outros tecidos sejam danificados, selecionam-se comprimentos de onda que são absorvidos pela melanina presente nos pelos, mas que não afetam a oxi-hemoglobina do sangue e a água dos tecidos da região em que o tratamento será aplicado. A figura mostra como é a absorção de diferentes comprimentos de onda pela melanina, oxi-hemoglobina e água.



Fonte: MACEDO, F. S.; MONTEIRO, E. O. Epilação com laser e luz intensa pulsada. Revista Brasileira de Medicina. Disponível em: [www.moreirajr.com.br](http://www.moreirajr.com.br). Acesso em: 4 set. 2015 (adaptado).

Qual é o comprimento de onda, em nm, ideal para a epilação a laser?

- a) 400
- b) 700
- c) 1 100
- d) 900
- e) 500

13-(Enem 2016) O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso. A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego, por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

- a) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- b) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- c) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- d) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- e) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

14-(Unicesumar-SP) A imagem a seguir ilustra o Cebolinha e a Mônica separados por um muro. Apesar dessa separação, o Cebolinha consegue ouvir a voz da Mônica chorando e chamando por ele. O fenômeno acústico que permite que isso seja possível é denominado:



Fonte: [tmjdomeujeito.blogspot.com.br](http://tmjdomeujeito.blogspot.com.br)

- a) reverberação.

b) difração.

c) reforço.

d) interferência construtiva.

e) polarização.

15-Marque a alternativa correta a respeito dos fenômenos da refração e reflexão de ondas.

a) A reflexão de ondas em cordas é caracterizada por uma inversão de fase dos pulsos refletidos.

b) Na reflexão, assim como na refração, a frequência da onda refletida é alterada.

c) Na refração de ondas na água, as ondas que passam de uma região de maior profundidade para uma região de menor profundidade têm seu comprimento diminuído.

d) Na refração de ondas eletromagnéticas, as ondas do meio com menor índice de refração possuem maior frequência.

e) A alteração do comprimento de onda é uma característica de ondas que sofrem refração e reflexão.

16-(UFTPR) Sobre as ondas sonoras, considere as seguintes afirmações:

I) As ondas sonoras são ondas transversais;

II) O eco é um fenômeno relacionado com a reflexão da onda sonora;

III) A altura de um som depende da frequência da onda sonora.

Está(ão) correta(s) somente:

a) I

b) II

c) III

d) I e II

e) II e III

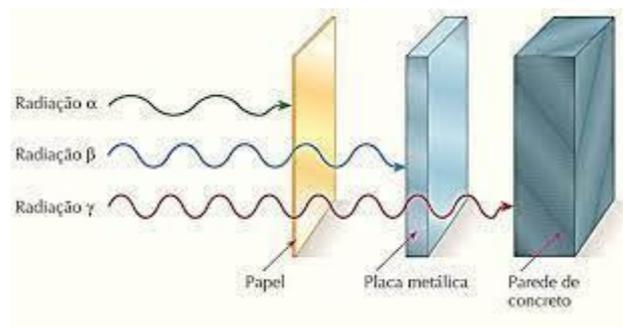
17-(UFMG) Para que um corpo vibre em ressonância com um outro é preciso que:

- a) seja feito do mesmo material que o outro;
- b) vibre com a maior amplitude possível;
- c) tenha uma frequência natural igual a uma das frequências naturais do outro;
- d) vibre com a maior frequência possível;
- e) vibre com a menor frequência.

18-Comumente são vistas na televisão cantoras líricas que conseguem quebrar uma taça apenas com o canto. Indique, entre os fenômenos apresentados a seguir, qual explica o fato de a taça quebrar.

- a) Ressonância;
- b) Dilatação;
- c) Reflexão do som;
- d) Interferência;
- e) polarização.

19-A imagem a seguir traz uma representação do poder de penetração das radiações alfa, beta e gama:



Fonte: Radioatividade - Toda Matéria / [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br)

Sobre essas radiações, marque a alternativa correta:

- a) Sempre que o núcleo de um átomo emite a radiação beta, um novo nêutron é formado no interior desse núcleo.
- b) A radiação beta é composta por um único elétron, o que confere a ela uma carga positiva.

c) As radiações alfa são formadas por dois prótons e dois nêutrons, o que confere a ela a menor massa entre os tipos de radiações.

d) As partículas gama são radiações eletromagnéticas que não possuem carga elétrica nem massa.

e) Os nêutrons são partículas localizadas no interior do núcleo do átomo e apresentam uma massa menor do que a dos elétrons (presentes nas eletrosferas).

20-(UFSC 2016) Os Raios X são ondas eletromagnéticas que, por suas características peculiares, começaram a ser utilizados na medicina apenas alguns meses após a sua descoberta. Hoje, suas aplicações são muito mais amplas, pois se estendem de consultórios odontológicos, nos quais são utilizados aparelhos que operam com uma tensão da ordem de 50 kV, até aeroportos.

Sobre os Raios X, é CORRETO afirmar que:

a) foram detectados pela primeira vez em 1895, pelo cientista alemão Röntgen, quando trabalhava com um tubo de raios catódicos.

b) receberam este nome porque formavam um X quando eram detectados.

c) como eles têm pouco poder de penetração, para que um operador de máquina de Raios X tenha proteção adequada é suficiente que fique atrás de uma fina barreira de madeira.

d) um dos efeitos biológicos possíveis da exposição aos Raios X é a morte celular.

e) permanecem no corpo humano, criando um efeito cumulativo, incrementado a cada nova exposição.

21-Na medicina, os Raios X são usados para o diagnóstico das condições dos órgãos internos, para a detecção de fraturas e para o tratamento de cânceres e de tumores, entre outras aplicações.

Sobre os Raios X, é correto afirmar que:

( ) Os Raios X produzidos por freamento surgem quando um feixe de elétrons em alta velocidade colide com um alvo metálico que produz a desaceleração dos elétrons.

( ) Como os Raios X possuem grande poder de penetração, as instalações em que há máquinas de Raio X necessitam de blindagem, que pode ser feita principalmente com alumínio e vidro

comuns, para a proteção adequada do ser humano.

( ) Na colisão com o alvo metálico, os elétrons perdem energia cinética e ocorre a produção de energia térmica.

( ) Os raios X não podem causar mutações no DNA humano.

( ) A energia de um fóton de Raio X produzido por freamento é igual à variação da energia cinética do elétron quando desviado pelo núcleo dos átomos do material do alvo.

( ) Todos os fótons de Raio X possuem o mesmo comprimento de onda.

22- Qual(is) a(s) diferença(s) entre raio x, tomografia, ressonância e ultrassonografia?

---

---

---

---

---

23- No Brasil foi proibido o uso das câmeras de bronzeamento artificial. Você sabe por quê?

---

---

---

---

---

24- Qual dos exames abaixo não emite radiação ionizante?

- a) Raio-x e ultrassonografia
- b) Tomografia e raio-x
- c) Tomografia e ultrassonografia
- d) Ressonância magnética e ultrassonografia

e) Todos exames emitem radiação ionizante

25-De acordo com o que você sabe sobre radiações eletromagnéticas, analise os itens abaixo e marque aquele que cita apenas exemplos de radiações não-ionizantes.



Fonte: Ondas eletromagnéticas: o que são e características - Brasil Escola [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br)

- a) Rádio, televisão e equipamento de raio-X
- b) Equipamento de raio-X, controle remoto e televisão
- c) Rádio, televisão e controle remoto.
- d) Equipamento de raio-X, rádio e tv.

**Anexo B:** Texto de apoio I para ser aplicado nas aulas introdutórias sobre ondas.

## ONDAS

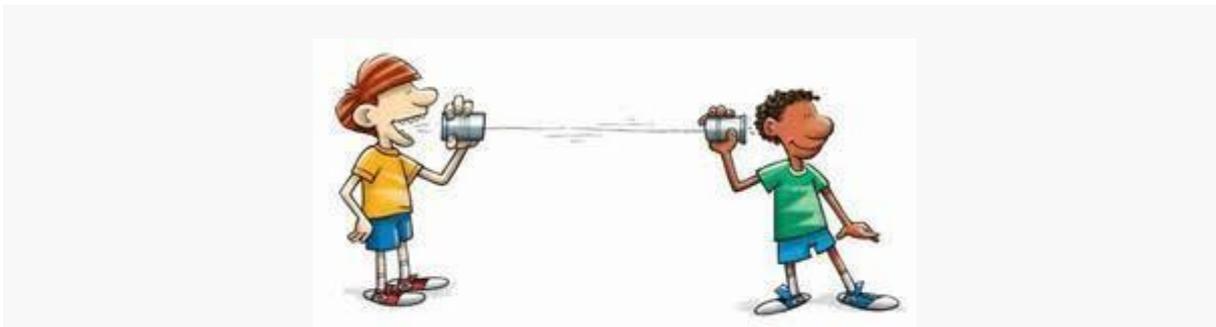


Fonte: [vejasp.abril.com.br](http://vejasp.abril.com.br)

Profª Tatiana Brambila Rockenbach

## O que é uma onda?

*"Onda é a perturbação que ocorre em um meio"*



Fonte: Ondas | Ondas e Luz | Física | Educação [educacao.globo.com](http://educacao.globo.com)

## Classificação de uma onda

### a) Direção de propagação:

**UNIDIMENSIONAIS:** propagam-se em apenas uma direção

**BIDIMENSIONAIS:** propagam-se em duas direções.

**TRIDIMENSIONAIS:** propagam-se em todas as direções.

### b) Natureza:

**MECÂNICA:** necessitam de um meio material para se propagarem.

**ELETROMAGNÉTICA:** não necessitam de um meio material para se propagarem.

### c) Direção de vibração:

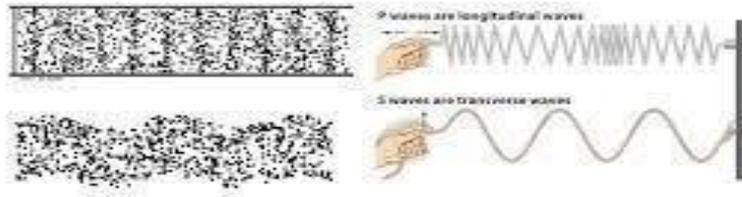
**Ondas longitudinais:** a vibração ocorre na mesma direção que a propagação. Exemplo: som nos fluidos.

**Ondas transversais:** a vibração ocorre de forma perpendicular à propagação. Exemplos: ondas eletromagnéticas.

**Ondas mistas:** quando ocorrem vibrações transversais e longitudinais (não costumam ser

cohradas nas provas). Exemplo: ondas na superfície da água.

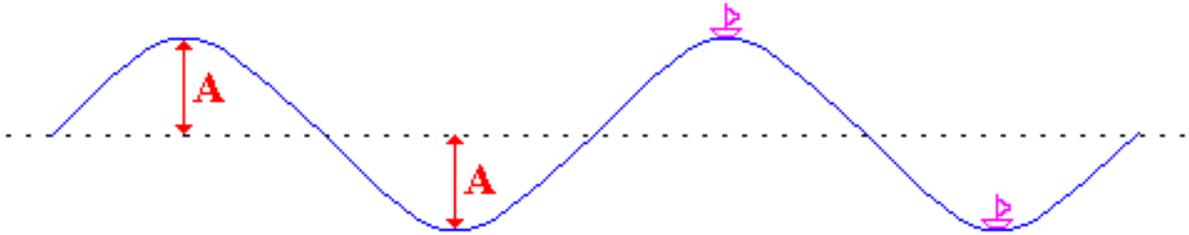
### Ondas longitudinais e transversais



Fonte: Ondas. - ppt carregar  
slideplayer.com.br

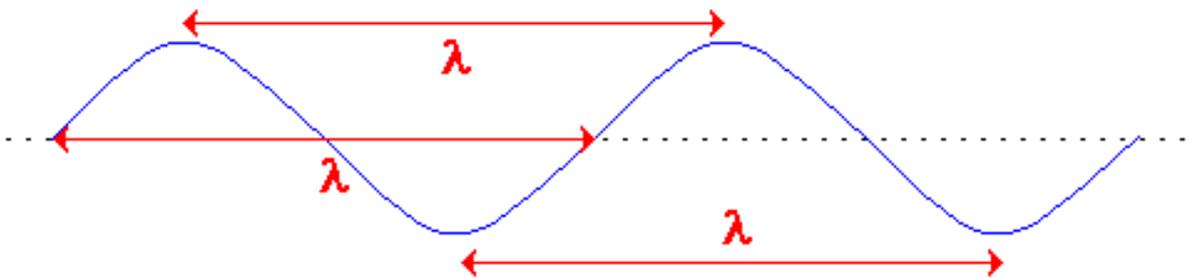
### Elementos de uma onda

#### Amplitude:



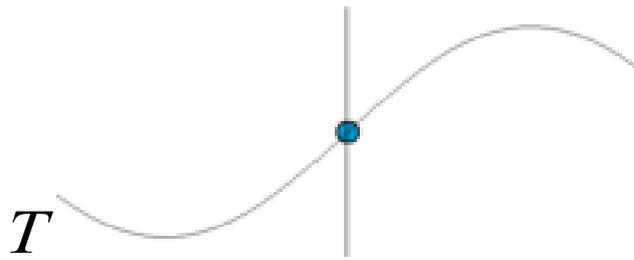
#### Comprimento:

#### As 3 maneiras de se medir o comprimento de onda



#### Período:

Tempo que um elemento (ou ponto) qualquer da onda leva para realizar uma oscilação completa.



**Frequência:**

$$f = \frac{1}{T}$$

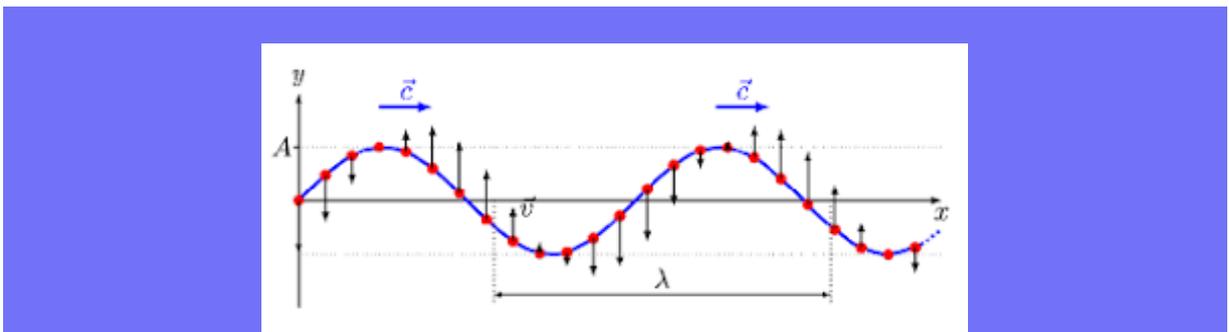
(Hz – Hertz)

**Velocidade:**

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Comprimento de Onda}}{\text{Período}}$$

$$v = \lambda f$$



Fonte: Velocidade de Propagação de Onda – GIFs de Física gifsdefisica.com

$$v_{\text{partícula}} \neq v_{\text{onda}}$$

**A velocidade de propagação das ondas depende da natureza do meio em que ela se propaga e da sua frequência**

**Exemplo: prisma**

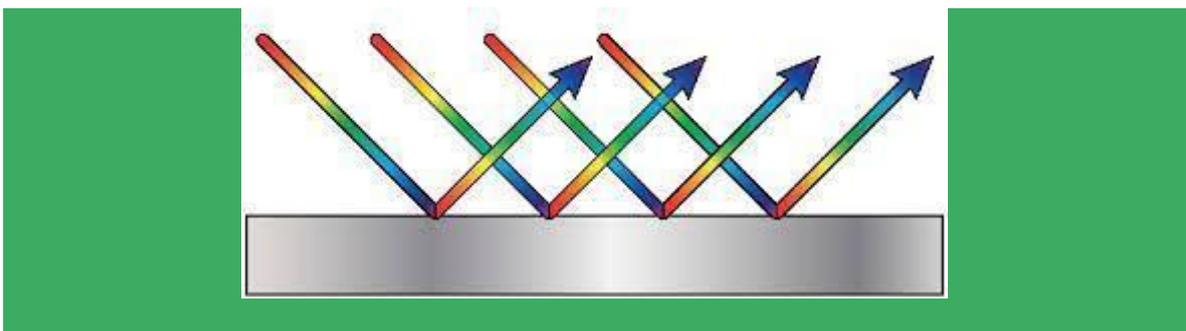
A decomposição da luz branca em suas componentes é resultado das características do ângulo de incidência e da velocidade da luz no prisma em função da sua respectiva cor.



Fonte: Índice de refração e a dispersão da luz. Índice de refração e dispersão preparaenem.com

### Comportamento das ondas

- a) **Reflexão de ondas:** A reflexão da onda acontecerá sempre que ela encontrar um obstáculo. Quando isso acontecer, a onda incidente sofrerá reflexão, o que dará origem à onda refletida. Como existem diversos tipos de ondas (mecânicas, eletromagnéticas, transversais e longitudinais), a reflexão pode acontecer com qualquer uma delas.



Fonte: Reflexão da luz: o que é, tipos, leis, exercícios - Brasil Escola [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br)

- b) **Eco:** é um exemplo de reflexões da onda sonora. O eco acontece quando os sons direto e refletido são recebidos num intervalo de tempo maior que 0,1 segundo possibilitando então percepção distinta dos sons. Para ouvir o eco da própria voz é necessário estar

distante no mínimo 17 metros do objeto que irá refletir esse eco.



Fonte: Reflexão do Som: Eco e Reverberação - Cola da Web coladaweb.com

**c) Outros exemplos de reflexão de ondas:**

- Reflexão de ondas em lagos – quando se joga algo dentro da água, ocorre uma perturbação que gera as ondas. Estas, por sua vez, se propagam na superfície da água até encontrarem um obstáculo onde possam se refletir.
- Miragens – imagem distorcida de um objeto localizado no horizonte causado pela reflexão da luz.
- Escurecimento de corpos quando molhados – um exemplo é quando acontece a reflexão da água sobre o asfalto após uma chuva.

Existem diversos outros tipos de exemplos de reflexão de uma onda, mas todos os citados e os não citados possuem a mesma definição: para que haja a reflexão é necessário haver um obstáculo, a fim de se originar a onda refletida.

- d) Refração de ondas:** é a mudança de velocidade de uma onda devido a uma troca do meio em que a onda está viajando. Em nosso caso, a onda do mar irá trocar de meio da seguinte maneira: da parte mais funda para a parte mais rasa. E junto com essa troca, há também uma mudança de direção.



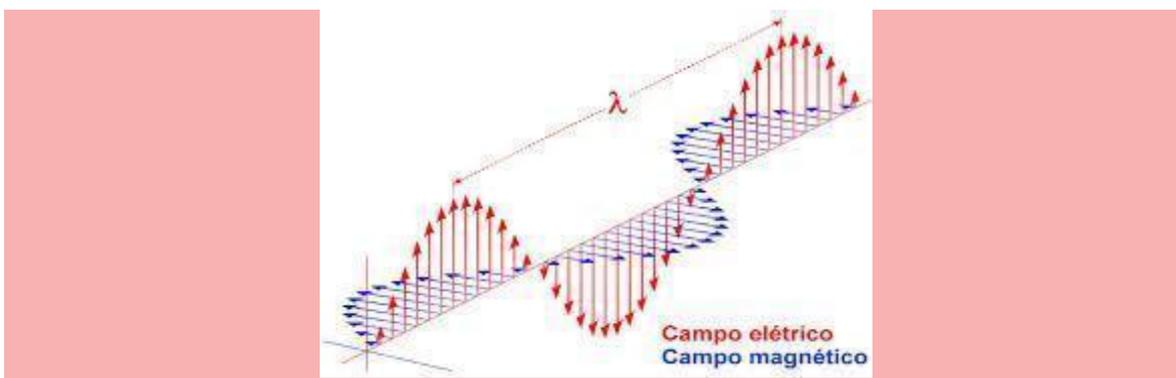
*Fonte: Refração da Luz - Toda Matéria [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br)*

### **Ondas eletromagnéticas = Luz**

**-Cargas elétricas paradas geram campos elétricos estáticos.**

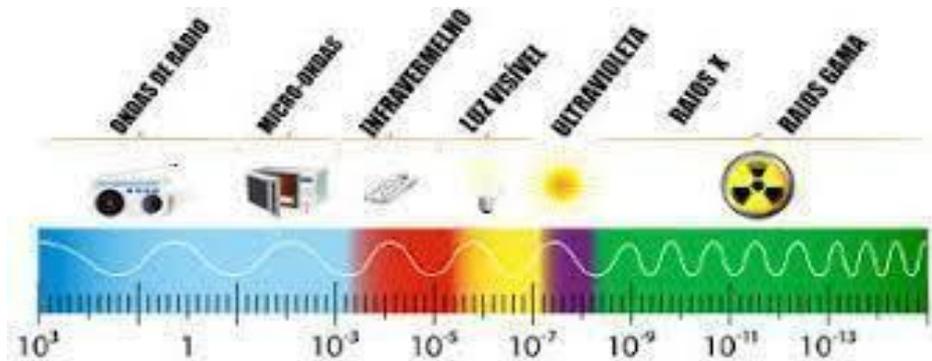
**-Cargas em movimento geram ondas eletromagnéticas.**

"A onda eletromagnética é do tipo TRANSVERSAL, sua direção de propagação é TRIDIMENSIONAL e como a luz não necessita de um meio material para se propagar, ou seja, se propaga no vácuo."



*Fonte: Ondas eletromagnéticas: características e tipos - Mundo Educação [mundoeducacao.uol.com.br](http://mundoeducacao.uol.com.br).*

## Espectro Eletromagnético



Fonte: O que é espectro eletromagnético? - Brasil Escola [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br)

## Exemplos

1-(Uece) Sobre as ondas sonoras, é correto afirmar que **não** se propagam:

a) na atmosfera.

b) na água.

c) no vácuo.

d) nos meios metálicos.

2-Marque a alternativa correta a respeito da velocidade de propagação das ondas sonoras.

a) O som pode propagar-se apenas em meios gasosos.

b) Em meios líquidos, a velocidade do som é maior do que em meios sólidos.

c) A velocidade de propagação do som no aço é maior do que na água.

d) A velocidade de propagação do som na água é maior do que no aço.

e) O som, assim como as ondas eletromagnéticas, pode ser propagado no vácuo.

3-Marque a alternativa que responde corretamente o fato de a frequência das ondas não ser alterada na ocorrência da refração.

a) A única mudança que ocorre na refração é da velocidade das ondas.

- b) Caso a frequência fosse alterada, a onda sofreria colapso e seria completamente anulada.
- c) A frequência de todas as ondas é a mesma, por isso, essa grandeza não pode ser alterada na refração.
- d) A frequência depende somente da fonte que produz as oscilações. Essa grandeza só será alterada caso a própria fonte aumente ou diminua sua frequência.
- e) Todas as alternativas estão incorretas.

4-O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir possui comprimento de onda igual a 17 m. Sendo assim, determine a mínima frequência capaz de ser percebida pelo ouvido humano.

Dados: Velocidade do som no ar = 340 m/s

- a) 10 Hz
- b) 15 Hz
- c) 17 Hz
- d) 20 Hz
- e) 34 Hz

**5-A respeito da classificação das ondas, marque a alternativa **incorreta**:**

- a) As ondas classificadas como longitudinais possuem vibração paralela à propagação. Um exemplo desse tipo de onda é o som.
- b) O som é uma onda mecânica, longitudinal e tridimensional.
- c) Todas as ondas eletromagnéticas são transversais.
- d) A frequência representa o número de ondas geradas dentro de um intervalo de tempo específico. A unidade Hz (Hertz) significa ondas geradas por segundo.
- e) Quanto à sua natureza, as ondas podem ser classificadas em mecânicas, eletromagnéticas, transversais e longitudinais.

**Anexo C:** Texto de apoio II para ser aplicado nas aulas sobre radiações.

## Compreendendo os exames de diagnóstico por imagem e a Física por trás deles



Fonte: Qual a diferença entre tomografia e ressonância magnética? [lab.doctoralia.com.br](http://lab.doctoralia.com.br)

### Conteúdos a serem trabalhados:

- Ondas eletromagnéticas;
- Tipos de ondas utilizadas nos exames de diagnóstico por imagem (Raio -x, tomografia, ressonância magnética e ecografia);
- Radiações ionizantes e seus riscos biológicos.

### O ELETROMAGNETISMO NO DIA A DIA

Na era em que vivemos, com a informação tendo que chegar o mais rápido possível ao seu destino, as ondas eletromagnéticas são bastante utilizadas em aparatos tecnológicos que permitem essa velocidade necessária; -As ondas são utilizadas desde em controles remotos até em celulares. Mais recentemente, começaram a ser empregadas em aparelhos com conexão wi-fi e bluetooth.



*Fonte: Black Friday 2021: Forno de Micro-ondas Philco PMO33 com Função Timer Espelhado - 32L | Ponto pontofrio.com.br*



**Fonte: Conheça o Meizu 18: celular arrecada R\$ 86 milhões em apenas um minuto | Celular | TechTudo  
techtudo.com.br**

### **MEDIÇÃO (Hertz):**

- Hertz (Hz) é a grandeza que mede a frequência da radiação eletromagnética. A Frequência é dada pela quantidade de oscilações elétricas e magnéticas por segundo; -variações: quilo-hertz (kHz), mega-hertz (MHz) e giga-hertz (GHz).

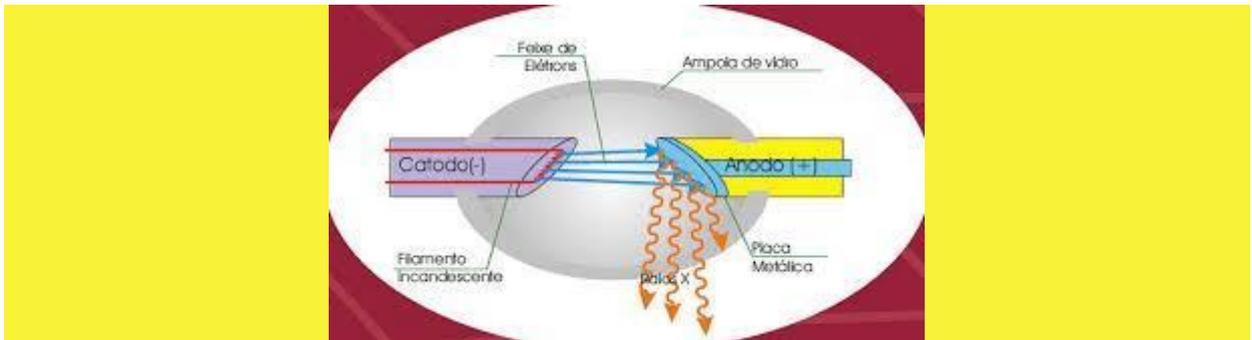
**Exames de diagnóstico por imagem que realizamos em nosso cotidiano:** Raio-x; Tomografia; Ressonância magnética e Ecografia.

## a) Raio-x



Fonte: Importância da segurança no raio X - Proteg proteg.net.br.

Na versão mais pedida, a pessoa é posicionada em uma maca ou fica de pé, com a região a ser analisada na mira da máquina. Esse aparelho da radiografia emite um feixe de elétrons que atravessa o corpo com maior ou menor dificuldade, dependendo da densidade da área. Por exemplo, um osso, por ser denso, bloqueará a maior parte da radiação. Com isso, ele ficará marcado no filme como uma “sombra” branca. Quanto mais branco, mais denso.



Fonte: PRODUÇÃO - Raio X sites.google.com.



**Fonte: Laudos a Distância de Raios X em todo o Brasil - DiagRad [diagrad.com.br](http://diagrad.com.br).**

Por segurança, os indivíduos que se submetem ao exame costumam vestir um colete protetor de chumbo, que bloqueia os raios-x (radiação eletromagnética emitida pelo – exceto quando o tórax ou o abdômen são avaliados. O raio-x é contraindicado a gestantes.



**Fonte: EPI Radiologia: conheça os principais equipamentos de proteção radiológica - Proteg [proteg.net.br](http://proteg.net.br)**

## **b) TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**



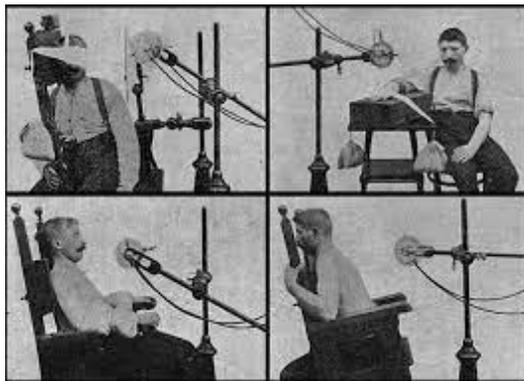
**Fonte: Tomografia de Tórax - O que é, como é feita, onde fazer, vantagens e riscos [clinicatirol.com.br](http://clinicatirol.com.br).**

- Exame não invasivo.
- Combina equipamentos especiais de raios-x com computadores programados para produzir imagens dos órgãos internos.

- As radiografias são formadas em cortes que são juntados pelo computador para a formação da imagem radiológica.
- As imagens mostram secções transversais da área estudada, como se o corpo fosse cortado em fatias para expor todos os órgãos da região.
- Presença de radiação ionizante.

## **Histórico**

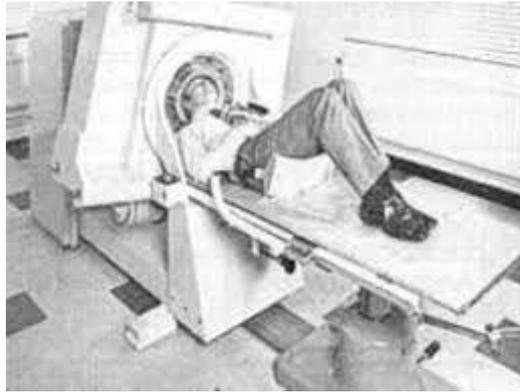
Descoberta do raio-X em 8 de novembro de 1895 pelo professor de Física teórica, o Doutor Wilhelm Conrad Roentgen, em Wurzburg (Alemanha).



Fonte: O Raio X: O primeiro raio-x do mundo - radiologia raio x hypescience.com

## **Evolução Tomógrafo ao longo da história**

- Primeiro tomógrafo foi criado em 1972.



**Fonte: História da tomografia,radioinmama.com.br.**

- Primeira geração possuía anódio fixo.
- Apenas um tubo de raio-x.
- Capacidade de varrer o paciente em 180 graus.
- A segunda geração de tomógrafos (1974) contava com anódio giratório.
- Terceira geração (1975) ampliou sua varredura para 360 graus, fazendo com que o aparelho desse uma volta completa no corpo do paciente.
- Quarta geração (1980) incluiu um aprimoramento nos detectores fixos no Gantry, sendo composto por 4.800 peças de detectores fixos.
- A quinta geração (1990) foi marcada pela tecnologia da Captação Helicoidal. Implica na dupla captação de imagens, que ocorre de forma simultânea, sendo uma parte da captação feita pelo giro de 360° do tubo de raio-X em torno do paciente. A segunda parte da captação é feita com um movimento que ocorre com a abertura do gantry, de maneira contínua e percorrendo a área examinada de ponta a ponta.
- Agiliza o escaneamento.
- Paciente recebe menos radiação.
- A Tomografia fica mais sensível, capaz de detectar pequenas alterações e lesões mais profundas.
- Sexta geração (1998) surge com a tecnologia por Captação Multislice.
- Única rotação do tomógrafo já se obtém diversos cortes de imagens.

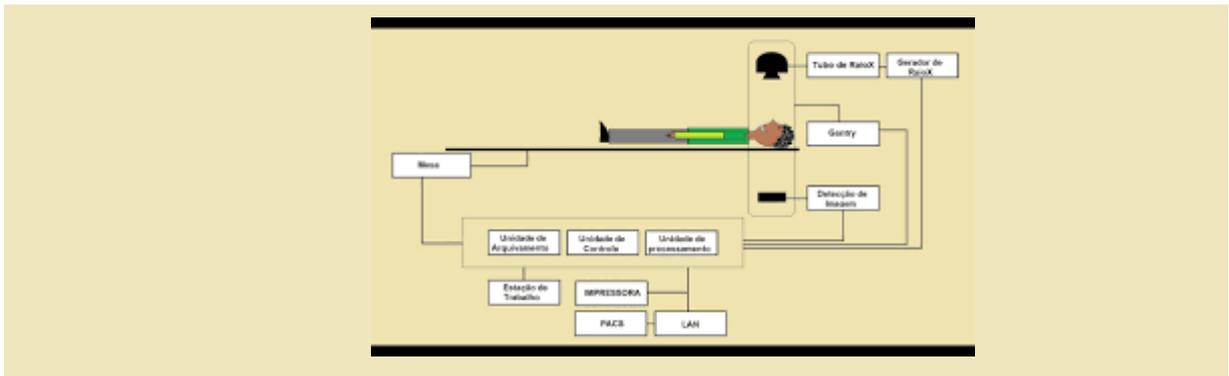
- A quantidade de cortes realizados depende do número de canais do aparelho, que são como fileiras de detectores que são ligados ao tubo de raio-X.
- Os cortes são realizados de vários ângulos, que são capazes de reconstruir estruturas anatômicas gerando até imagens em 3D. Quanto mais canais, melhor é a resolução das imagens registradas.



**Fonte: Geraldo ajuda equipar Hospital da Vida com moderno tomógrafo - Deputado Geraldo Resende - Mato Grosso do Sul - MS [geraldoresende.com.br](http://geraldoresende.com.br)**

## **Funcionamento**

O tubo de raios-x gira ao redor do paciente e o feixe é atenuado, diferenciando as estruturas com a interação da energia com o corpo. Os detectores são atingidos por uma quantidade diferenciada de fótons. Em cada momento em que os fótons chegam aos detectores, os detectores medem o logaritmo da intensidade do sinal analógico. Reconstrução Os sinais analógicos (fótons) são lidos pelos detectores e envia este sinal para um conversor digital no sistema computacional. Os sinais são convertidos em sinais digitais e em seguida é produzida a imagem.



Fonte: Tomógrafo - Como Funciona - YouTube youtube.com.

### Tipos de tomografia:

- Tomografia do crânio
- Gastrografia Por Tomografia Computadorizada
- Colonografia Por Tomografia Computadorizada
- Tomografia Computadorizada Cardíaca
- Tomografia Computadorizada Quantitativa
- Tomografia do Tórax
- Tomografia Computadorizada da Coluna Vertebral
- Tomografia Computadorizada no Planejamento da Radioterapia
- Tomografia Cone Beam na Radiologia Odontológica



Fonte: Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia - ODT Digital  
[odtdigital.com.br](http://odtdigital.com.br)

## **Vantagens e Desvantagens**

- A tomografia computadorizada usa até 500 vezes mais radiação ionizante do que os raios-x convencionais.
- Doses de radiação se acumulam pela vida inteira.
- Contraste (alergia a iodo).
- Tecidos moles e tecidos duros.
- Rapidez na utilização (emergências).
- Menor custo (preço do exame varia entre 200 a 700 reais) .
- É menos sensível à movimentação do paciente durante a realização do exame.
- Não apresenta risco a pacientes com dispositivos médicos implantáveis.
- Exame que utiliza radiação ionizante.

## **Curiosidades**

Além de ser um exame rápido, ele não é invasivo e não utiliza nenhum tipo de radiação, fazendo com que o paciente não seja exposto a nenhum risco. Além disso, o resultado é mostrado em tempo real no monitor do profissional, utilizando tecnologia de ponta no diagnóstico por imagem.

### **c) Ressonância Magnética**



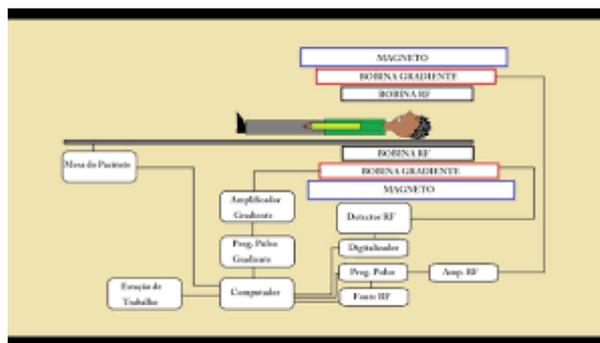
**Fonte: Ressonância magnética e os riscos associados ao quenching : Nexxto nexxto.com.**

*Por que utilizar RM?*

- Baixa visibilidade e resolução do raio-X, necessidade de utilização de contraste para melhorias (bário ou iodo).
- TC produz imagens com maior contraste, o que ajuda na detecção de lesões em tecidos moles.
- A principal vantagem da RM é a excelente resolução de contraste maior do que na TC.
- Manipulando parâmetros da RM é possível otimizar a sequência de pulso para determinada doença.
- Obtenção de imagens em qualquer plano imaginável.
- Raio-X e TC para estruturas ósseas e RM para lesões em tecidos moles.

### **Funcionamento da ressonância magnética**

O equipamento de Ressonância Magnética funciona através da criação de campos magnéticos e pulsos de radiofrequência. Na máquina, há um grande ímã que, ao interagir com nossas moléculas, cria imagens de alta definição dos órgãos e outros tecidos.



*Fonte: Ressonância Magnética - Como Funciona - YouTube youtube.com.*

### **Cuidados para realizar o exame:**

Pelo magnetismo gerado, não são permitidos objetos metálicos na sala durante o procedimento. É por isso que pessoas com marca-passos, implantes ou pinos metálicos não podem realizar o exame de Ressonância Magnética. Em certos casos, para otimizar a identificação e diagnóstico, é recomendado o uso de contraste. A substância mais comum é o gadolínio, por possuir baixa probabilidade de efeitos colaterais

### **Para que o exame de Ressonância Magnética é indicado?**

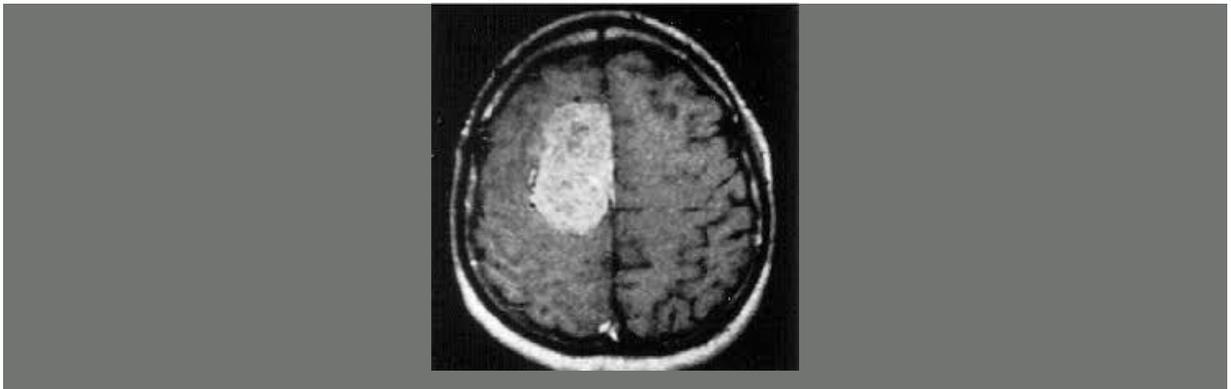
A Ressonância Magnética é altamente requisitada por investigar diversas partes do corpo. Além disso, gera imagens em mais de um plano e sem expor o paciente à radiação. Logo, pode ser usada para auxiliar no diagnóstico das mais diversas patologias. Alguns usos comuns para o exame são:

- Identificar a extensão de doenças neurológicas através da observação do Sistema Nervoso;
- Estudar a pressão sanguínea no cérebro, podendo prevenir AVCs;
- Diagnosticar e observar a particularidade de lesões osteomusculares e nos ligamentos;
- Buscar por cistos;
- Descobrir a presença de tumores ou massas estranhas;

- Diagnosticar hérnias de disco;
- Identificar alterações nos vasos sanguíneos, como coágulos e aneurismas.

### **Observações:**

Esse exame não emite radiação ionizante em sua realização não tendo riscos biológicos. - Não use maquiagem no dia do exame. Alguns produtos utilizam metais em sua composição; -Na maioria dos aparelhos de RM, a pessoa fica dentro de um espaço pequeno e enclausurado. A pessoa pode sentir claustrofobia (o medo de ficar em espaços confinados) durante o exame.



**Fonte:** Corte axial de exame de ressonância magnética após injeção de gadolínio... | Download Scientific Diagram [researchgate.net](https://www.researchgate.net).

### **d) Ultrassonografia**

A ultrassonografia, ou ecografia, é uma técnica de geração de imagens que usa ondas sonoras de alta frequência (ultrassom) e seus ecos.



**Fonte:** ULTRASSONOGRÁFIA - Instituto Nascere [institutonascere.com.br](https://www.institutonascere.com.br).

## Breve história da ultrassonografia

- A "Teoria do Som" foi publicada pela primeira vez em 1877, pelo cientista inglês Lorde Rayleigh. Este tratado praticamente inaugurou a física acústica moderna.



*Fonte: História da Ultrassonografia Ilustrada / US e Cia Equipamentos Médicos  
usecia.com.br*

- 1912 – um mês após o naufrágio do Titanic, L. F. Richardson, sugeriu a utilização de ecos ultra-sônicos para detectar objetos submersos.
- Durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) usou-se disso para a detecção de icebergs e submarinos inimigos.
- Esta técnica começou a ser usada também para fins não militares, como na metalurgia, para detectar fendas em metais e para o estudo do fundo marinho.
- Durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), o uso dos ultra-sons para fins militares foi aprimorado com o desenvolvimento do SONAR (Sound Navigation and Ranging)
- Foi primeiramente usado no âmbito terapêutico, desde o tratamento de artrite reumatóide até a doença de Parkinson.
- Em 1940, foi considerado uma verdadeira panaceia (o remédio para todos os males), mas não se fundamentava em comprovações científicas e foi abandonado por falta de resultados satisfatórios.
- Em 1942 – Karl Dussik, neuropsiquiatra da Universidade de Viena, pela 1ª vez usou o ultrassom na medicina diagnóstica. Na localização de tumores cerebrais e para verificar o

tamanho dos ventrículos cerebrais, medindo a atenuação do ultra-som ao atravessar o crânio.

- Em 1947 – O médico americano Douglas Howry (também considerado um dos pais da ultrasonografia diagnóstica) detectou estruturas de tecidos moles. -Nesta época o paciente tinha que ficar submerso e imóvel dentro de uma banheira com água para a realização do exame. Um procedimento nada prático e que produzia imagens de baixa qualidade e resolução.
- Década de 1950 - foi desenvolvido o método utilizado ainda hoje. A banheira de água foi substituída por uma pequena quantidade de gel, que serve para aumentar e melhorar a superfície de contato entre a pele e o "transdutor". O transdutor é o nome dado a qualquer dispositivo que transforme um tipo de energia em outro.

## **Funcionamento**

-O princípio que rege a utilização de ultrassons baseia-se na emissão de um pulso ultrassônico que, chegando a um objeto, retorna como um eco, cujas características possibilitam determinar a localização, tamanho, velocidade e textura deste objeto.

-Os ultrassons situam-se em frequência maior que 20.000 Hertz e, especificamente na área médica diagnóstica, a frequência utilizada é da ordem de milhões de Hertz (MHz)

Na realização do exame ultrassonográfico, utiliza-se um aparelho que consegue transformar energia elétrica em energia acústica e vice-versa, e posteriormente, os sinais elétricos em imagens projetadas num monitor, onde são visualizados os órgãos do corpo humano.

## **Ultrassom 4D**

O aparelho de ultrassom 4D está entre os mais modernos existentes no mercado. Sua tecnologia permite a visualização 3D de estruturas e fluidos em movimento em tempo real. Essa inovação foi possível devido ao grande avanço computacional, que permitiu a formação (renderização) das imagens 3D em tempo real.

-Fornece mais detalhes das estruturas e maior resolução das imagens, importantes para um diagnóstico mais preciso.

-Estudo “Doppler” para a avaliação de vasos (aneurismas, varizes). -Diagnóstico de doenças do abdome e dos músculos.

-Estudos de fetos, podendo-se visualizar suas faces, mãos e sexo. Podendo-se visualizar mais facilmente anomalias morfológicas e síndromes.



Fonte: Ecografia 4d Hd Live Dr Orlando Martin Alfonso - Fotos | Facebook pt-br.facebook.com.

#### **Alguns usos:**

- Obstetrícia e Ginecologia – tamanho, desenvolvimento, posição e sexo do feto; tumores de ovário e seios.
- Cardiologia – visualizar o interior do coração, estruturas e funcionamento.
- Urologia – visualização de pedras nos rins; câncer de próstata. Método largamente difundido devido a sua simplicidade, baixo custo e por ser inócuo.

#### **Possíveis riscos do ultrassom:**

- Desenvolvimento de calor – os tecidos ou a água absorvem a energia do ultrassom, elevando sua temperatura.
- Formação de bolhas – quando gases dissolvidos saem de uma solução em razão do calor local causado pelo ultrassom.
- Não emite radiação ionizante.

**“Realizar o exame somente quando necessário e com cautela”.**

## EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES EFEITOS NÃO TÉRMICOS



Fonte: Radiação ionizante: conceito, efeitos, aplicações - Brasil Escola [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br).

- São causados por emissões eletromagnéticas induzidas, de intensidade inferior às que ocasionam os efeitos térmicos, e não por um aumento de temperatura localizado;
- Estudos apontam o uso de aparelhos de telecomunicação como possíveis causadores de interferências nos sistemas imunológico, nervoso e cardiovascular.
- Alterações no fluxo de íons à nível celular.
- O uso de aparelhos celulares pode alterar o fluxo de íons através das membranas plasmáticas, afetando, com isso, as capacidades eletrofisiológicas das células nervosas, alterando suas sinapses; -Outros efeitos: alterações na síntese de DNA e na transcrição de RNA.

### Problemas no Sistema Imunológico

- O sistema imunológico pode ser afetado com a exposição aos raios UVB (tipo de radiação ultravioleta emitido pelo Sol), que penetram no corpo pela pele;
- Com a exposição acentuada, o sistema de defesa tanto é enfraquecido, podendo-se desenvolver um câncer de pele, como também debilita a defesa contra outras doenças infecciosas.

## Câncer

-Pode ocorrer quando a radiação provinda de diversas fontes penetra nos tecidos, modificando a estrutura da célula e de seus componentes; se o DNA for atingido, ocorre o que é chamado de Mutações. A célula com o DNA modificado (mutante) passa a se reproduzir, formando os tumores, podendo espalhar-se para outras partes do corpo.

**obs.: É importante lembrar que, dependendo do tipo de câncer, ele pode ser causado por diversos fatores; exemplos: -a superexposição aos raios solares desencadeia a obtenção de um câncer de pele; -fatores genéticos podem facilitar a presença de um câncer de mama; -uso de cigarro em excesso leva à contração do câncer de pulmão; -presença de alguns vírus podem causar leucemia.**



*Fonte: Por que a radiação causa mutações? - Ponto Biologiapontobiologia.com.br.*

## RADIAÇÕES IONIZANTES USOS

A capacidade de interação da radiação ionizante com a matéria permite que ela seja utilizada (controladamente) em diversas áreas, como:

- Na indústria alimentícia, para a conservação de alimentos;
- Na agricultura;
- Na medicina;
- Na geração de energia, nas usinas nucleares.



**Fonte: Irradiação de Alimentos já é legal no Brasil | Saúde, Segurança do Trabalho & Meio Ambiente  
maesso.wordpress.com.**

## **Medicina**

-Há alguns exames em que se utilizam métodos que envolvem emissões radioativas para diagnosticar algum problema de saúde que o paciente possa ter; ex.: raio X, ressonância magnética, tomografia computadorizada, mamografia, etc.



*Fonte: Radiação ionizante: veja o que você precisa saber - SST Onlinesstonline.com.br.*

## **Os efeitos biológicos da radiação**

Podem ser divididos em duas categorias gerais, estocásticos e deterministas. Como o nome indica os efeitos estocásticos são aqueles que ocorrem de uma forma estatística. O câncer é um exemplo, se uma grande população é exposta a uma quantidade significativa de uma substância cancerígena, como a radiação, então é esperada uma elevada incidência de câncer. Embora possamos ser capazes de prever a magnitude do aumento da incidência, não podemos dizer quais indivíduos da população irão contrair a doença. Além disso, embora a incidência esperada de câncer aumenta com a dose de radiação, a gravidade da doença em uma pessoa

atingida não é função da dose.



*Fonte: Filhos de sobreviventes de Chernobyl não apresentam excesso de mutações genéticas | National Geographic nationalgeographicbrasil.com.*

## Aparelhos para medir radiação

a) Medidor geiger



**Fonte: Radiação ionizante – Wikipédia, a enciclopédia livre pt.wikipedia.org.**

b) Dosímetros



Fonte: Staff Sul - Soluções em Física Médica e Radioproteção: Dosimetria [staffsul.com.br](http://staffsul.com.br).

## Biografia

<http://www.radiacao-medica.com.br/tipos-de-imagens-medicas/raios-x/tomografia-computadorizada-ct/> <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/os-aparelhos-de-tomografia-computadorizada/46501>  
<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/aparelho-de-tomografia>  
<http://www.radioinmama.com.br/historiadatomografia.html>  
<https://www.vencero cancer.org.br/cancer/diagnostico-2/tomografia-computadorizada/?catsel=tipos-de-cancer>  
<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/exames-fisicos-e-complementares-do-trauma-cranio-encefalico-tce/41831>  
[http://www.rb.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=2613&idioma=Portugues](http://www.rb.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2613&idioma=Portugues)  
<https://saude.abril.com.br/medicina/tomografia-computadorizada-como-e-feita-e-para-que-serve/> <http://radiologia.blog.br/diagnostico-por-imagem/como-funciona-a-tomografia-computadorizada-entenda-mais-sobre-o-exame>  
<http://www.radioinmama.com.br/historiadatomografia.html>  
<https://www.youtube.com/watch?v=2CWpZKuy-NE>  
<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/aparelho-de-tomografia>  
<http://www.oncoguia.org.br/conteudo/tomografia-computadorizada/6794/842/>  
[http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-38882010000200005&lng=es&nrm=iso](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882010000200005&lng=es&nrm=iso) <http://radiologia.blog.br/diagnostico-por-imagem/como-funciona-a-tomografia-computadorizada-entenda-mais-sobre-o-exame>  
<http://www.radioinmama.com.br/historiadatomografia.html> [https://cedav.com.br/wp-content/themes/cedav/aulas/arquivos-aulas/diagnostico-por-imagem/avc\\_abr\\_2017.pdf](https://cedav.com.br/wp-content/themes/cedav/aulas/arquivos-aulas/diagnostico-por-imagem/avc_abr_2017.pdf)  
[http://www.rb.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=2613&idioma=Portugues](http://www.rb.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2613&idioma=Portugues)  
<https://www.vencero cancer.org.br/cancer/diagnostico-2/tomografia-computadorizada/?catsel=tipos-de-cancer> <https://www.msmanuals.com/pt/casa/assuntos-especiais/exames-de-diagn%C3%B3stico-por-imagem-comuns/tomografia-computadorizada-ct> <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/tomografia-computadorizada-vantagens-e-desvantagens/51755>  
[http://www.clicrbs.com.br/sites/swf/dc\\_hospitalsantacatarina/phone/conheca-os-riscos-da-tomografia-computadorizada.html](http://www.clicrbs.com.br/sites/swf/dc_hospitalsantacatarina/phone/conheca-os-riscos-da-tomografia-computadorizada.html) <https://www.tuasaude.com/tomografia-computadorizada/>