

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF)
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
POLO 21 (MNPEF-FURG)



Ensino de Física: Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas

Luis Henrique Lucas Ferreira

Rio Grande, 10 de setembro de 2021.



Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF)
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
POLO 21 (MNPEF-FURG)



Ensino de Física: Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas

Luis Henrique Lucas Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), no programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21 – FURG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Guerra Dytz

Co-orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro

Rio Grande, 10 de setembro de 2021.

Ensino de Física: Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas

Luis Henrique Lucas Ferreira

Orientadora:

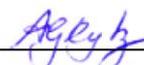
Prof^a. Dr^a. Aline Guerra Dytz

Co-orientador

Prof. Dr. Everaldo Arashiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



Prof^a. Dr^a. Aline Guerra Dytz



Prof. Dr. Michel Corci Batista



Prof^a. Dr^a. Virgínia Mello Alves

Rio Grande

Setembro de 2021

Ficha Catalográfica

F383e Ferreira, Luis Henrique Lucas.
Ensino de Física: radiações ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas / Luis Henrique Lucas Ferreira. – 2021.
76 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Rio Grande/RS, 2021.

Orientadora: Dra. Aline Guerra Dytz.

Coorientador: Dr. Everaldo Arashiro.

1. Física das Radiações 2. Outubro Rosa 3. Ondulatória 4. Ondas
5. Física Moderna 6. Produto Educacional I. Dytz, Aline Guerra
II. Arashiro, Everaldo III. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

Dedico essa dissertação pra minha filha Isadora Cardoso Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha filha Isadora Cardoso Ferreira, pelo apoio e incentivo;

Agradeço a minha Orientadora Professora Dra. Aline Guerra Dytz e meu co-Orientador Professor Dr. Everaldo Arashiro, por quem passei a ter admiração e respeito. Por toda sua dedicação e orientação, contribuindo para formação acadêmica e profissional;

Agradeço aos professores do MNPEF, que contribuíram para minha formação, em especial, Professor Dr. Everaldo Arashiro, Professora Dra. Aline Guerra Dytz, Professora Dra. Agueda Maria Turatti, Professor Dr. Jesus Ramon Briceno Barrios (in memoriam), Professor Dr. Luis Dias Almeida, Professora Dra. Virgínia Mello Alves, Professor Dr. Jorge Luis Pimentel Junior, Professor Dr. Cristiano Brenner Mariotti, Professor Dr. Luiz Fernando Mackdanz e Professor Dr. Claudio Masumi Maekawa.

Agradeço aos meus colegas, Marco César, Jader, Pedro, Alexsandro, Marcel, Gabriela e Carina, pela amizade, troca de experiências ao longo do curso;

Agradeço à equipe diretiva do Colégio Cassiano do Nascimento, direção e supervisão escolar; pelo apoio, carinho e amizade transmitidos a mim durante esse período de estudo.

Agradeço aos meus adoráveis alunos, que participaram com toda dedicação e compromisso durante a aplicação deste trabalho, me proporcionando êxito;

Resumo

Ensino de Física: Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas

Luís Henrique Lucas Ferreira

Orientador: Prof. Dra. Aline Guerra Dytz

Co-Orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este trabalho trata do desenvolvimento e da aplicação do produto educacional intitulado *Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas com uma abordagem multidisciplinar e integrada a campanha de prevenção do câncer de mama: Outubro Rosa* desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) através da inserção do conteúdo das radiações ionizantes junto ao estudo de ondas, de forma a abordar alguns conceitos da Física Moderna. A elaboração do produto educacional iniciou com uma breve discussão sobre exames de raio x, mamografias, tomografias computadorizadas para que os alunos percebessem a realidade de rotinas de exames para diagnóstico médico no seu cotidiano. Uma das metas envolveu a conscientização quanto a exames preventivos, como no caso do câncer de mama e com isso, parte do trabalho envolveu a comunidade escolar com a campanha nacional de prevenção ao câncer de mama chamada de “Outubro Rosa”. Este produto educacional buscou também uma melhor contextualização dos conteúdos de Física, engajamento da comunidade escolar em atividades benéficas e relacionadas ao cotidiano e interdisciplinaridade num projeto conjunto com conhecimentos de biologia e química. A avaliação do produto educacional foi feita através de questionário para avaliação de conhecimentos e associações prévias dos conteúdos abordando questões práticas sobre ondas e radiações ionizantes. Após aplicação do produto educacional o mesmo questionário foi reaplicado para verificar a mudança de paradigmas.

Palavras-chave: ensino de Física, radiações ionizantes e suas aplicações na Medicina, raios X e mamografia, interdisciplinaridade em ciências da natureza.

Abstract

This work deals with the development and application of the educational product entitled “Ionizing Radiations and its applications in the context of teaching Waves with a multidisciplinary approach and integrated to the breast cancer prevention campaign: *OUTUBRO ROSA*” developed in the Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) through the insertion of the content of ionizing radiation along with the study of waves, in order to address some concepts of Modern Physics. The development of the educational product began with a brief discussion about x-ray exams, mammograms, CT scans so that students could perceive the reality of routines for medical diagnosis exams in their daily lives. One of the goals involved raising awareness about preventive exams, as in the case of breast cancer, and with that, part of the work involved the school community with the national campaign for the prevention of breast cancer called “*Outubro Rosa*”. This educational product also sought a better contextualization of physics content, engagement of the school community in beneficial activities related to everyday life and interdisciplinarity in a joint project with knowledge of biology and chemistry. The evaluation of the educational product was carried out through a questionnaire to assess knowledge and previous associations of the contents, addressing practical questions about waves and ionizing radiation. After applying the educational product, the same questionnaire was reapplied to verify the paradigm shift.

Keywords: teaching physics, ionizing radiation and its applications in Medicine, X-rays and mammography, interdisciplinarity in natural sciences.

Lista de Siglas e Abreviaturas

BNCC – Base Nacional do Currículo Comum

HU- Hospital Universitário

IBA – Instituto Buquê do Amor

LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação

SBMN- Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear

Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Qualidades Fisiológicas do som

Tabela 4.1: Matrizes de Referência para o Ensino Médio (3º ano), a partir de 2022, do Estado do Rio Grande do Sul

Índice de Figuras

Figura 2.1 Momentos do processo de aprendizagem, segundo Kelly

Figura 2.2 Exemplo de uma onda e identificação do comprimento de onda e amplitude.

Figura 2.3 Representação da oscilação causada por uma onda em uma corda esticada, quando (a) a extremidade da corda está fixa e (b) quando a extremidade da corda está livre para se mover.

Figura 2.4 Demonstra o movimento de vibração do ponto p e o movimento de propagação sendo perpendiculares.

Figura 2.5 Demonstração do movimento de vibração do ponto p e o movimento de propagação sendo paralelos.

Figura 2.6 Intervalo audível entre 20Hz e 20000Hz

Figura 2.7 Intervalo da frequência do visível

Figura 2.8 Esquema da dispersão da luz branca através de um prisma.

Figura 2.9 Espectro eletromagnético

Figura 2.10 Ampola de Crookes

Figura 2.11 A primeira radiografia foi a mão de Anna Bertha esposa de Roentgen

Figura 2.12 Tubo de Raio X.

Figura 2.13. Mamógrafo

Figura 2.14: Aparelho de radioterapia Cobalto 60

Figura 2.15. Componentes do acelerador linear para uso em radioterapia

Figura 2.16., Esquema para visualizar o poder de penetração

Figura 4.1. Imagem do banner de divulgação do evento (live) realizada para os alunos com chamada publica via Facebook

SUMÁRIO

Capítulo 1:

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa desta Proposta.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2

Capítulo 2:

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 O Ensino Médio no Brasil.....	4
2.2 Referenciais Teóricos Usados na Aplicação do Produto.....	6
2.3 Ondas.....	8
2.4 Radiações.....	15
2.4.1 Radiações Não Ionizantes.....	16
2.4.2 Radiações Ionizantes	19
2.4.3 Interações da Radiação com a Matéria	29
2.4.4 Irradiação e Contaminação.....	29

Capítulo 3:

3. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA.....	31
----------------------------------	----

Capítulo 4:

4. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	33
4.1 Metodologia Aplicada.....	33
4.2 Implementação da Proposta e Análise dos Resultados.....	36

4.3 Perspectivas e desafios futuros.....	45
Capítulo 5:	
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO.....	52
Capítulo 6:	
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
Capítulo 7:	
7. REFERÊNCIAS	59
Apêndice	
PRODUTO EDUCACIONAL.....	62

1. INTRODUÇÃO

Embora a maioria dos alunos já tenha ouvido falar sobre radiação (normalmente em desenhos, filmes ou livros de ficção ou entretenimento) nem sempre essas informações tem alguma abordagem científica. Interagimos com a radiação proveniente de várias fontes, tanto naturais quanto artificiais, e de fato a vida na Terra depende dela, sendo um aspecto fundamental do nosso cotidiano. Ainda temos um número significativo de pessoas que desconhecem completamente o assunto, muitos não sabem distinguir a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes. Uma das justificativas para o ensino de Física das Radiações se baseia no potencial que esses conteúdos têm em fornecer a explicação científica para utensílios tecnológicos do cotidiano dos estudantes, como, por exemplo, equipamentos de raios X médico e odontológico, além da Física das Radiações ser parte integrante dos conhecimentos de Física Moderna, conteúdo proposto pela Base Nacional do Currículo Comum (BNCC, 2018) para a área do ensino de Física.

Outro aspecto importante é que a abordagem de tal conteúdo pode ser explorada em Química e Biologia, integrando as áreas do saber das ciências da natureza, auxiliando a interdisciplinaridade na escola. A nova BNCC (BNCC, 2018 pág537.) fala do ensino das Ciências da Natureza : *“A integração de Biologia, Física e Química deve proporcionar a ampliação das habilidades investigativas e também se aprofundar conceitualmente nas temáticas exploradas pela Base do Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo”*.

Este trabalho foi desenvolvido para o ensino de Física das radiações contextualizando o ensino de ondas eletromagnéticas e, além de ser conectado com as atuais tecnologias, se enquadra e se adequa perfeitamente a uma abordagem interdisciplinar conforme proposto pelas diretrizes do novo Ensino Médio, buscando também uma abordagem multidisciplinar no sentido do conhecimento sobre radiações ionizantes poderem ser estudadas de forma simultânea, mas sem a necessidade de estarem interligadas de alguma maneira.

1.1 Justificativa desta Proposta

Sou professor de Física há 25 anos, e na minha prática docente percebo que, embora os conteúdos de Física sejam os mesmos, atualmente buscamos mais contextualização, o que não se aplicava há uns anos. Venho de uma época em que o conhecimento científico era mais valorizado e buscava-se ensinar as ciências exatas sem muita valorização de correlações com as evoluções tecnológicas e com isso sem relação com as aplicações cotidianas, e isso faz

parecer que o conteúdo das aulas Física atualmente sejam desconectados da realidade dos alunos e das mudanças tecnológicas, tornando urgente a abordagem de conteúdos de Física Moderna que se conectem com a realidade tecnológica atual, para uma escolha e posicionamento social conectado com o conhecimento científico.

Outro aspecto relevante é sobre os livros didáticos não abordarem as questões que venham relacionar os conteúdos de Física com o cotidiano, trazendo apenas sugestões de leituras ou pequenos textos complementares que relacionam as tecnologias ou aplicações da Física nas nossas vidas.

Outra justificativa, com base nas relações cotidianas dos conteúdos de Física, é que as aplicações da Física moderna, como os conhecimentos básicos sobre as radiações ionizantes e suas aplicações na medicina fazem parte dos cuidados com a saúde em todas as faixas etárias, abrangendo assim não apenas os alunos, mas seus familiares. Com isso é importante a divulgação e entendimento da importância desde os exames a tratamentos que atualmente se tornaram cada vez mais usuais e rotineiros, pois um conjunto de exames permite que um médico faça diagnósticos mais completos e seguros.

E para reforçar, a nova matriz de referência para o Ensino Médio que trata do modelo híbrido para 2021 considera que (MATRIZES, 2021 pág 3) *“Na Educação Integral do estudante o currículo deve integrar os potenciais educativos a fim de ampliar as ferramentas de contextualização no processo de produção do conhecimento potencializando, entre outras coisas, a articulação entre escola e famílias, assim como entre escola e comunidade”*. Estes aspectos são extremamente relevantes e foram considerados para este produto educacional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver, aplicar e investigar o potencial de um produto educacional que propõe a contextualização e adequação a nova BNCC, enfocando o conteúdo de radiações ionizantes para o processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física do Ensino Médio, por meio de uma abordagem adequada ao sistema de ensino.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Propor, por meio do estudo das radiações ionizantes no Ensino Médio, a inserção da Física Moderna proposta pelas diretrizes da educação da básica;
- Discorrer sobre importância das radiações ionizantes no Ensino Médio;

- Discorrer sobre os efeitos das radiações ionizantes no corpo humano;
- Discorrer sobre a utilização das radiações ionizantes no cotidiano das pessoas;
- Descrever os benefícios e malefícios das radiações ionizantes;
- Propor uma abordagem que vise facilitar o estudo interdisciplinar;
- Facilitar a inserção do conteúdo a campanhas de saúde pública.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ENSINO MÉDIO NO BRASIL

Em um breve histórico, vamos começar quando o Brasil fez a sua primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1961), que surgiu de forma a consolidar a unificação do sistema educacional. A lei permitiu a descentralização do ensino da esfera Federal, dando autonomia aos estados, porém definiu linhas gerais que deveriam nortear toda a educação nacional. Assim, atendeu-se ao anseio dos educadores da década de 1920 e início de 1930. A partir dela, muitos planos se sucederam no sentido de cada vez mais descentralizar a educação da esfera Federal, tendo, no ano de 1964, sido instituído o salário-educação, que aumentou substancialmente os recursos destinados ao Fundo Nacional de Ensino Primário. O salário-educação foi outro plano que merece destaque, criado no ano de 1966 quando se destinaram vultosos recursos para a educação de analfabetos com mais de dez anos. Para Saviani (Saviani, 2004), a Lei 4024/61 manteve a mesma estrutura para o Ensino Médio, flexibilizando o trânsito dos estudantes de diferentes ramos – industrial, agrícola, comercial, secundário e normal, permitindo acesso aos exames vestibulares para alunos de qualquer uma das modalidades de ensino.

No que diz respeito às questões científicas, a nova lei considerava-as como condição para o progresso e o desenvolvimento da nação. Neste sentido, proporcionou a criação da disciplina de Iniciação à Ciência, incluída desde a primeira série ginásial, ao mesmo tempo em que apontava para a necessidade de aumentar o número de horas nas disciplinas de Física, Química e Biologia. Assim, a década de 1960 foi marcada pela elevação da ciência à condição de fator indispensável para a vida industrial e cultural do país. Na verdade, esse discurso vinha dos Estados Unidos que, nos anos pós-guerra, investiu em ciência, por acreditar ser ela a fonte principal para a melhoria da vida diária e dos caminhos através dos quais as necessidades e os desejos humanos seriam realizados.

Segundo Popkewitz (POPKEWITZ, 1997, pag 151) “o movimento de reforma do currículo dos anos 60 surgiu dentro dessa euforia geral sobre o papel da Ciência no progresso do mundo. Essa visão idealizada e técnica da Ciência foram incorporadas ao novo currículo, enfatizando o conhecimento científico produzido por cientistas desinteressados pelos valores sociais e que baseavam seus trabalhos de pesquisas em normas de consenso geral.” No Brasil, entretanto, o ensino de Ciências não conseguiu atingir os níveis desejados no campo das

relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. Observou-se que esse ainda era praticado, na sua grande maioria, por professores que desconheciam tais relações, mantendo-se arraigados aos processos de ensino tradicional, voltados apenas para a informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação. Muitas foram as propostas de reformulação do ensino de Ciências, sempre visando as necessidades de melhoria da sociedade e ao progresso da tecnologia. No final da década de 1980, no campo da educação, o Brasil viveu um período de adaptação às novas exigências do mercado, que tinham no ensino escolarizado o seu maior aliado, pois se acreditava que a eficiência da educação estava atrelada às forças desse mercado. Leis e emendas surgiram no sentido de perpetuar essa visão de ensino associada ao trabalho.

No final do século XX, a estrutura e o funcionamento do ensino nacional passaram por uma grande reforma. Em 20 de dezembro de 1996, o Congresso Nacional decretou, e o Sr. Presidente da República sancionou, a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a (LDB,1996) – Lei nº 9.394/96. Conforme destaca Francisco Filho *“A Lei sofreu influências das teorias educacionais atuais e do processo de globalização. De todas as teorias em evidência atualmente, as interacionistas e as sociointeracionistas de Piaget e Vygotsky, respectivamente, foram as mais contempladas, fornecendo as bases epistemológicas como alicerce teórico.”* (2001. Pag 138). Entretanto, a inovação da Lei se encontra na estrutura e na organização do sistema de ensino e não em seus aspectos epistemológico. Pelo menos, em um primeiro momento, isso é o que surte maior efeito no sistema educacional. (EVOLUÇÃO, 2020)

Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física conforme Ministério da Educação e Cultura (MEC, 2020)

Representação e comunicação

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem Física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

Investigação e compreensão

- Desenvolver a capacidade de investigação Física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias Físicas.
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.

- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação Física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

Contextualização sócio-cultural

- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes. outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

2.2 REFERENCIAIS TEÓRICOS USADOS NA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Embora o termo construtivismo tenha sido utilizado pela primeira vez por Jean Piaget, muitos psicólogos e epistemólogos utilizam o construtivismo como base de suas teoria de aprendizagem, dentre eles: Paulo Freire, Vygotsky, Kelly e Ausubel. O construtivismo é um dos processos de ensino-aprendizagem pautada no cognitivismo interpretacionista (MOREIRA E OSTERMANN, 1999) e com isso entendemos que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento.

Existem diversas teorias construtivistas, mas neste trabalho a teoria dos construtos pessoais (TCP) de George Kelly foi o processo de aprendizagem utilizado para a implantação, elaboração e avaliação do produto. Com isso foram cinco momentos que se destacaram na aplicação do produto.

George Kelly, norte-americano nascido em 1905, fez graduação em Matemática e Física, mestrado em Sociologia Educacional e doutorado em Psicologia. Durante a maior parte de sua carreira foi professor de Psicologia na Ohio State University. Sua obra *Uma Teoria da Personalidade - A Psicologia dos Construtos Pessoais* (KELLY, 1963) tem duas noções básicas como pontos de partida e uma posição filosófica subjacente. As duas noções são (KELLY, 1963 pág 3): "*primeira, que o ser humano poderia ser melhor entendido se fosse visto na perspectiva dos séculos, não na luz bruxuleante de momentos passageiros; segunda, que cada indivíduo*

contempla a sua maneira o fluxo de eventos no qual ele se vê tão rapidamente carregado. "A posição filosófica é o alternativismo construtivo (KELLY, 1963 pág. 15): "todas nossas interpretações do universo estão sujeitas à revisão ou substituição".

Para Kelly, todo o processo dinâmico que leva a aprendizagem pode ser identificado em 5 momentos, que se repetem cada vez que o indivíduo reconstrói réplicas de um evento:

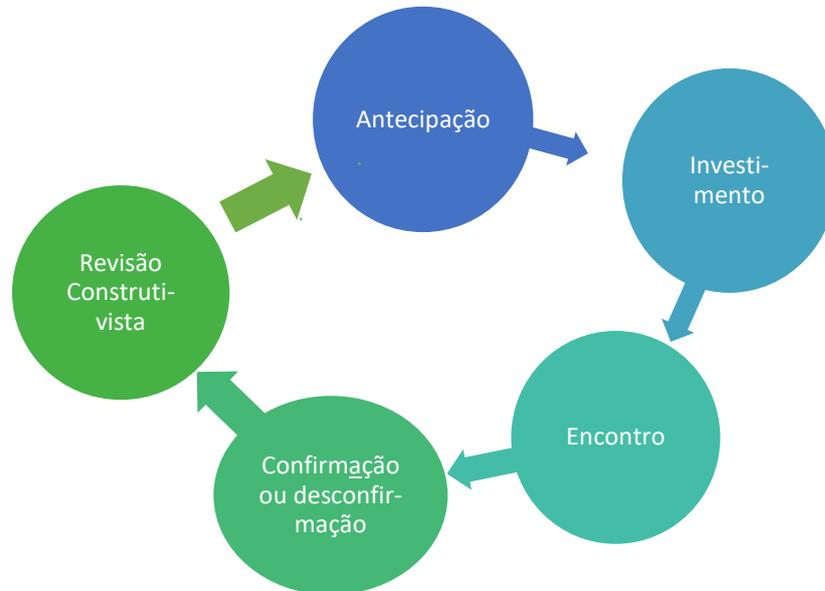


Figura 2.1 Momentos do processo de aprendizagem, segundo Kelly

Fonte: próprio autor

- 1- Antecipação: o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre determinado evento
- 2- Investimento: busca de informações para que o indivíduo possa se fundamentar melhor e participar do evento (pesquisa em revistas, livros, internet e outros meios de informação)
- 3- Encontro: realização do evento propriamente dito: uma sala de aula, um museu, um laboratório, um jogo didático ou ainda uma Webconferência/sala virtual
- 4- Confirmação ou desconfirmação: neste momento o indivíduo testa suas hipóteses confirmando-a ou negando-a
- 5- Revisão Construtivista: é o momento da revisão dos conhecimentos que foram construídos anteriormente, poderia ser uma retrospectiva dos pontos chaves das etapas anteriores

A premissa da teoria dos construtos pessoais de George Kelly era direta e radical. Ele afirmava que as pessoas nunca conhecem o mundo diretamente, mas apenas através de imagens que criam dele. Dessa forma, ele concebe o ser humano como um cientista que constrói e modifica os seus conhecimentos e hipóteses de acordo com a sua experiência, formando um ciclo que pode sempre se reiniciar na antecipação, conforme indicado na Figura 2.1.

2.3 Ondas

Uma onda pode ser definida como qualquer perturbação que se propaga através de um meio no tempo. E podemos considerar que a propriedade fundamental da onda é o fato de que toda onda transporta energia, sem transportar matéria. As ondas podem ser caracterizadas pelo seu comprimento de onda, amplitude e período (ou frequência). O **comprimento de onda** (λ) é a distância de um ciclo da onda em qualquer ponto, pode ser exemplificada como a distância entre dois pontos que estão em concordância de fase, como nos pontos A e B ou C e D da Figura 2.2.

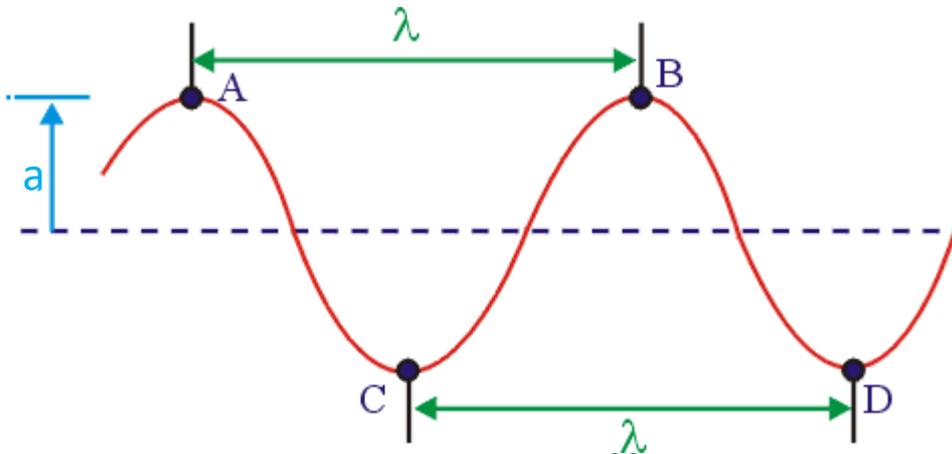


Figura 2.2: exemplo de uma onda e identificação do comprimento de onda e amplitude.
Fonte: adaptado pelo autor de <http://www.10emtudo.com.br>

Onde:

A e B são as **cristas** da onda (estão em concordância de fase)

C e D os são **vales** da onda (também estão em concordância de fase)

A **Amplitude (a)** é a máxima elongação sofrida por um ponto, exemplificada na figura 2.2, como sendo o deslocamento (a) que vai da origem até a crista da onda (ou da origem até o vale da onda). O **Período (T)** é o tempo decorrido para que um ponto sofra uma oscilação completa. Embora não explicitado na Figura 2.3.1, podemos exemplificar como sendo o tempo necessário para que o ponto A se desloque até o ponto B ou o tempo para que o ponto C se desloque até o

ponto D. E a **Frequência (f)** é o número de oscilações completas por unidade de tempo e é constante para uma onda, independentemente do meio em que se propague. A equação 1 mostra matematicamente como podemos determinar a frequência em função do tempo de oscilação.

$$f = \frac{n}{\Delta t} \rightarrow f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Onde:

f = frequência em hertz (Hz)

n = número de oscilações

Δt = intervalo de tempo para o número de oscilações em segundos (s)

T = período: tempo para uma única oscilação

A equação 2 representa a unidade no sistema internacional (SI) de unidades para a grandeza frequência. A equação 3 permite determinar a velocidade de uma onda em função da frequência determinada na unidade de tempo medida para uma oscilação.

$$f = \left[\frac{1}{s} \right] = s^{-1} = Hz \quad (2)$$

Onde:

s = segundos – unidade de tempo no SI

Hz = hertz (ou o inverso do segundo) – unidade de frequência no SI

Podemos relacionar estas características de uma onda, de forma que podemos determinar a velocidade da onda (v), que indica a rapidez com que a perturbação percorre o meio. Depende do meio e do tipo de onda. A equação 3 é considerada como sendo a Equação fundamental da ondulatória.

$$v = \lambda/T = \lambda f \quad (3)$$

Onde:

v = velocidade (m/s)

f = frequência em hertz (Hz)

λ = comprimento de onda (m)

T = período(s)

As ondas também podem ser classificadas quanto à natureza ou quanto à direção perturbação ou seja, quanto ao seu modo de propagação. Quanto a natureza: podem ser ondas mecânicas, ondas eletromagnéticas ou ondas de matéria.

As ondas Mecânicas são as perturbações se propagam de partícula a partícula do meio material, portanto *não ocorrem no vácuo*. O som é uma onda mecânica. O som não se propaga no vácuo. A Figura 2.3 demonstra uma oscilação de uma onda em uma corda esticada.

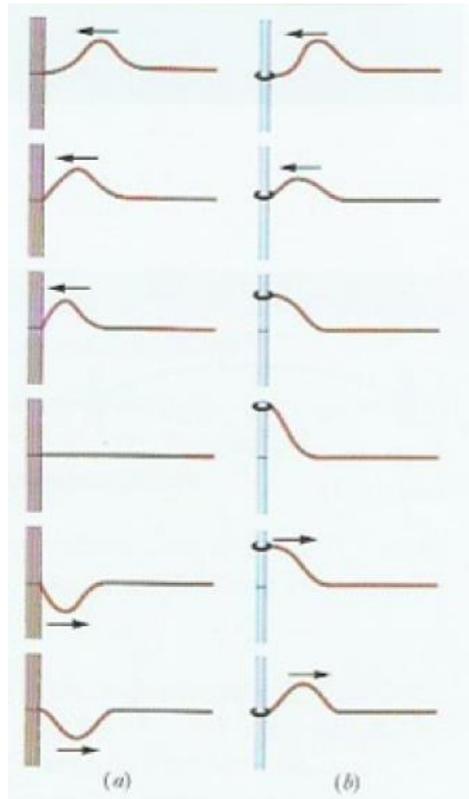


Figura 2.3 : Representação da oscilação causada por uma onda em uma corda esticada, quando (a) a extremidade da corda está fixa e (b) quando a extremidade da corda está livre para se mover.

Fonte: Halliday, 2014

As ondas Eletromagnéticas são as perturbações se propagam através de campos elétricos e magnéticos, portanto propagam-se no vácuo e nos meios materiais. A luz é uma onda eletromagnética. A luz pode se propagar no vácuo, diferentemente do som. A velocidade do som no ar (25°C) é de aproximadamente 340 m/s e a velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente 300 000 km/s.

As ondas de matéria além de transportar energia e momento também transportam massa e carga elétrica, embora os livros didáticos para o Ensino Médio não abordem as ondas de matéria, podemos defini-las a partir da ideia de que se um feixe luminoso é uma onda, mas transfere energia e momento à matéria através dos fótons (pacotes de energia) podemos pensar em um elétron (ou qualquer outra partícula), como uma onda de matéria. Este fato foi

comprovado experimentalmente em 1927, nos laboratórios Bell (Aberdeen, Escócia), num experimento de fenda dupla onde observou-se a difração de elétrons (Halliday, 4)

Quanto à direção das ondas em termos de perturbação – propagação as mesmas podem ser classificadas em ondas transversais ou longitudinais. As ondas Transversais tem sua direção de propagação perpendicular à direção de vibração (Ex.: ondas em cordas, luz), como pode ser visto na Figura 2.4.

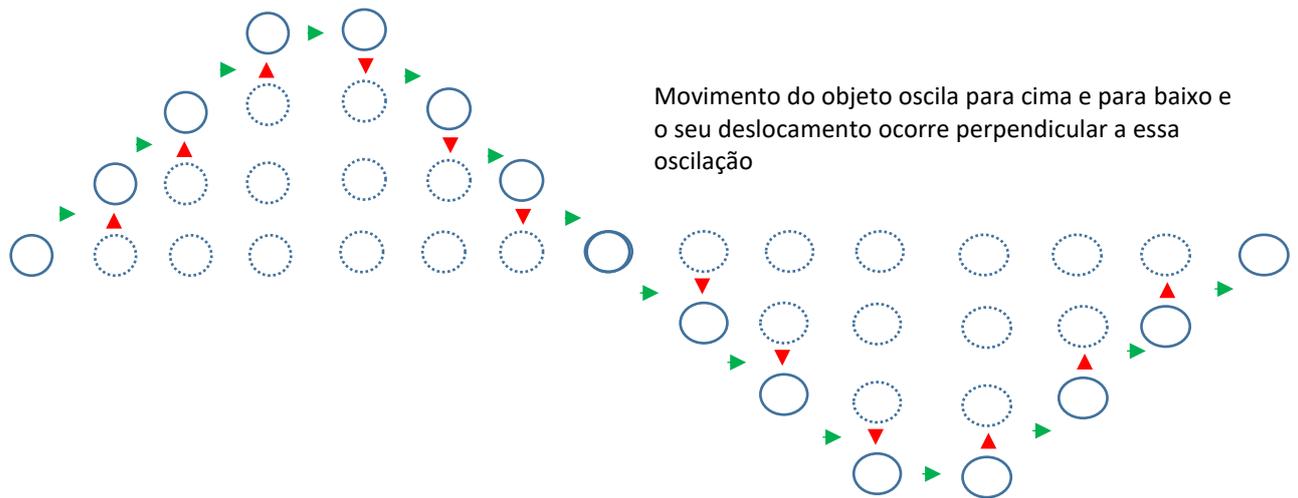


Figura 2.4 Demonstra o movimento de vibração do ponto p e o movimento de propagação sendo perpendiculares.
Fonte: próprio autor

Em relação as ondas Longitudinais, a direção de propagação da onda é paralela à direção de vibração (Ex.: onda se propagando em uma mola, som), como mostra a Figura 2.5 .

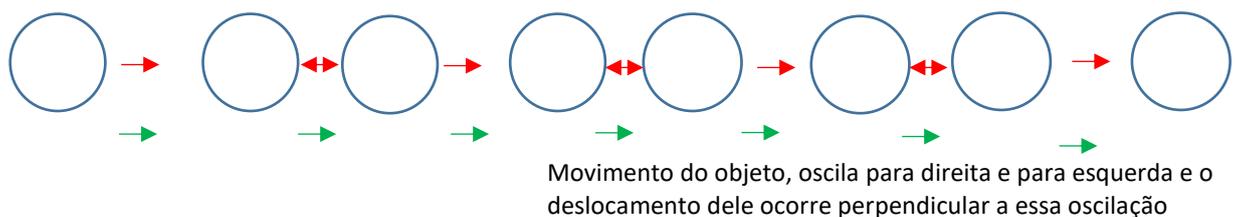


Figura 2.5 Demonstração do movimento de vibração do ponto p e o movimento de propagação sendo paralelos.
Fonte: próprio autor

Podemos exemplificar as ondas eletromagnéticas como ondas transversais, porque temos uma combinação de campos elétricos e magnéticos que também são perpendiculares entre si, enquanto que as ondas sonoras são longitudinais. Um exemplo de ondas que podem ser tanto longitudinais como transversais são as ondas mecânicas. O som é um exemplo de onda mecânica longitudinal e a luz, um exemplo de onda eletromagnética transversal.

No caso do som, quando uma onda longitudinal se propaga no ar e atinge nosso ouvido, pode produzir a sensação de ouvir; nesse caso a onda é chamada de som. A Figura 2.6 mostra a faixa audível para o ser humano, que se situa entre 20 Hz (som grave) e 20 000 Hz (som agudo).

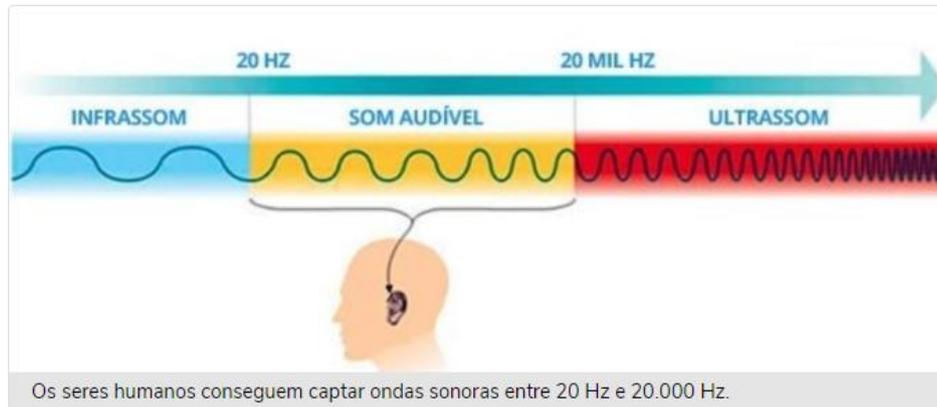


Figura 2.6: Intervalo audível entre 20Hz e 20000Hz
 Fonte: <https://conhecimentocientifico.r7.com/ondas-sonoras/>

A Tabela 2.1 fornece as qualidades de altura, intensidade e timbre indicando os parâmetros físicos e como podemos distinguir cada uma das qualidades citadas. Assim, podemos concluir que quando dizemos para alguém: "*Por favor, abaixe o som do rádio*"; o correto seria pedir: "*Por favor, diminua a intensidade da frequência sonora*". Pois baixar o som significa torná-lo mais grave! Podemos ter como exemplos que o som grave está relacionado ao uma baixa frequência enquanto que o som agudo é referente a uma alta frequência.

Tabela 2.1 Qualidades fisiológicas do som

QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM	INDICA	PERMITE-NOS DISTINGUIR
Altura	Frequência do som	Sons graves dos agudos
Intensidade	Amplitude (energia) do som	Sons forte dos fracos
Timbre	Quantidade de harmônicos do som	Sons de mesma frequência enunciados por diferentes fontes

Fonte: do próprio autor

No caso da luz temos ondas eletromagnéticas que são transversais e visíveis aos seres humanos, que se propaga no tanto no vácuo como nos meios materiais. A Figura 2.7 mostra a frequência das ondas eletromagnéticas que são visíveis ao olho humano e estão entre $3,95 \times 10^{14}$ Hz (vermelho) e $7,6 \times 10^{14}$ Hz (violeta).



Figura 2.7 Intervalo da frequência do visível
Fonte: próprio autor

A luz de frequência mais baixa é a vermelha e a de frequência mais alta é a violeta. Se colocarmos as cores do arco-íris em ordem crescente de frequência obtemos: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil, violeta. As ondas eletromagnéticas que têm frequências menores do que o vermelho ou maiores do que o violeta não são "enxergadas" pelo olho humano. Em Ordem Decrescente de Frequência, temos no Espectro das Ondas Eletromagnéticas - Raios gama, raios x, ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio (TV, FM, AM). Todas as ondas eletromagnéticas possuem no vácuo a mesma velocidade ($300\,000\text{ km/s}$) e nos meios materiais esta diminui dependendo da frequência da radiação.

Uma característica importante de ser ressaltada é a dispersão, na qual podemos observar a decomposição de radiação policromática em suas monocromáticas componentes, por refração. A Figura 2.8 mostra a dispersão da luz branca em um prisma, onde podemos identificar as cores do "arco-íris". Existem vídeos que mostram essa dispersão e que podem ser disponibilizados para os estudantes.

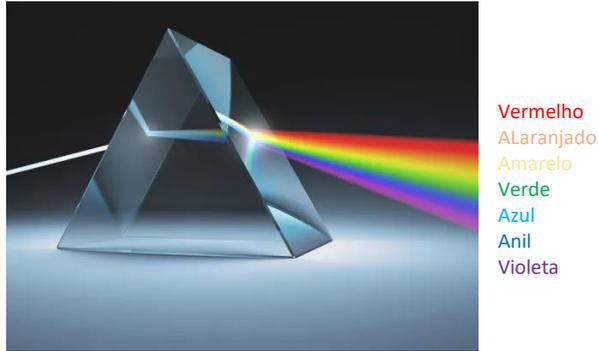


Figura 2.8 Esquema da dispersão da luz branca através de um prisma.
 Fonte: Júnior, Joab Silas da Silva. "Cor da luz"; Brasil Escola. Disponível em:
<https://brasilecola.uol.com.br/Física/cor-luz.htm>. Acesso em 18 de junho de 2021.

Analisando a Figura 2.8 podemos visualizar que o menor desvio é o que ocorre com a cor vermelha, quando a luz sai do prisma para o ar e o maior desvio ocorre na violeta.

As ondas eletromagnéticas fazem parte do nosso cotidiano e podem ser exemplificadas em função da sua frequência ou do seu comprimento de onda, como mostrado na Figura 2.9. Elas podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Sua energia é variável desde valores pequenos até muito elevados. Mais conhecidas são: luz visível, micro das ondas de rádio AM e FM, radar, laser, raios X e radiação gama.

No caso das radiações corpusculares (compostas por partículas), temos as que possuem massa e carga elétrica, como os feixes de elétrons, feixes de prótons, radiação beta, radiação alfa; e também temos as radiações corpusculares que não possuem carga elétrica, como o nêutron.

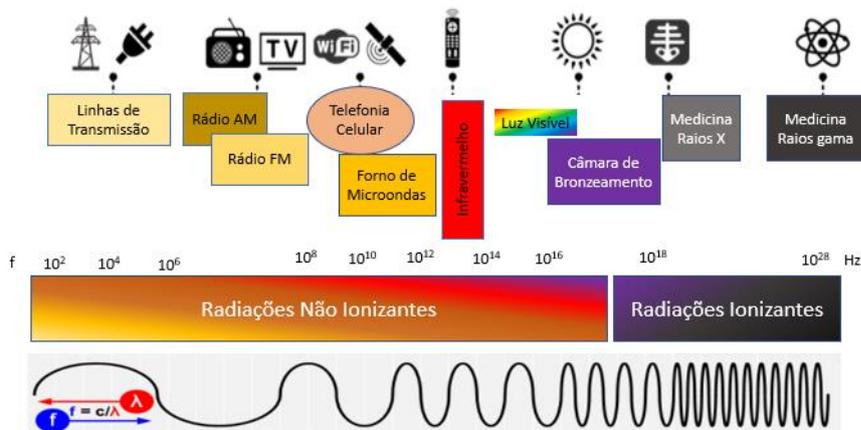


Figura 2.9: Espectro eletromagnético
 Fonte: adaptado pelo autor de <http://labcisico.blogspot.com/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>

Podemos ainda dividir as ondas eletromagnéticas em radiações não ionizantes e radiações ionizantes, quando as mesmas se tornam mais energéticas (maior frequência e menor comprimento de onda), conforme a equação 4:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{eq.4})$$

Onde:

E = Energia (J)

f = frequência em hertz (Hz)

λ = comprimento de onda (m)

c = velocidade da luz ($3,0 \times 10^8 \text{m/s}$)

h = constante de Planck ($6,62607004 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$)

Radiações podem ser ondas eletromagnéticas ou partículas em alta velocidade portando energia, e que, ao interagir com a matéria podem produzir variados efeitos sobre a mesma.

2.4 RADIAÇÕES

O termo radiação é comumente exemplificado como sendo um dos meios de transferência de energia térmica, quando definimos transferências por (HALLIDAY, 2014): Condução, convecção ou radiação. A condução ocorre em qualquer estado da matéria (sólido, líquido, gasosos), mas não requer qualquer movimento macroscópico de massa da matéria condutora. Desta forma, geralmente exemplificamos como o contato das partículas no meio sólido pelo aquecimento da ponta de uma colher de metal no fogo no qual o calor se propaga até a outra extremidade. Na convecção temos um meio de transferência de energia comumente observado em líquidos e gases, tomando como exemplo um copo contendo gelo, a parte mais quente do líquido sobe e mais fria desce, ou seja, a transferência de energia de um lugar para outro pelo deslocamento de meio material. A radiação é o meio de transferência de energia que não depende de um meio (sólido, líquido ou gasoso) para ocorrer, usando um exemplo clássico a energia solar, em que as ondas eletromagnéticas atravessam o espaço sideral e chegam até nosso planeta. E aqui a sugestão é de relacionar o conteúdo de energia (transferência) com o de ondas (eletromagnéticas) introduzindo aspectos relativos a Física Moderna, sem deixar de abordar os assuntos de energia (térmica) e ondas como proposto no currículo da escola.

Mas quando abordamos a questão sobre radiação, temos o exemplo das radiações eletromagnéticas, que são trabalhadas justamente como o conteúdo de ondas. Assim, o tema

gerador sobre radiações ionizantes pode estar associado tanto ao estudo da termologia como no estudo de ondas.

2.4.1 RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES

A definição de radiação não ionizante ocorre quando as ondas eletromagnéticas não possuem energia suficiente para arrancar elétrons das suas camadas de ligação nos átomos, sendo assim uma radiação de baixa frequência e baixa energia, também denominada de campo eletromagnético, que se propaga através de uma onda eletromagnética, constituída por um campo elétrico e um campo magnético, podendo ser provenientes de fontes naturais e não naturais.

A exposição aos campos não ionizantes não são um fenômeno recente, embora a exposição não natural tenha aumentado no século XXI em função das demandas por eletricidade, aprimoramento tecnológico e mudanças no comportamento social. Quanto maior a intensidade do campo magnético externo maior a circulação de corrente no interior do corpo humano. Tanto os campos elétricos como magnéticos podem, quando suficientemente intensos, produzir estimulação em nervos e músculos ou afetar outros processos biológicos.

As evidências sugerem que a exposição crônica à radiação não ionizante de baixa frequência e fontes de campos eletromagnéticos de frequência extremamente baixa pode aumentar o risco de câncer em crianças e adultos (TAUHATA, 2013).

Podemos considerar algumas faixas de energia do espectro eletromagnético, conforme Figura 2.9, subdividindo-o em diferentes regiões:

- Campos Eletromagnéticos de frequência extremamente baixa:

Nesta faixa encontramos as ondas de rádio - oriundos da rede elétrica e dos equipamentos elétricos e eletrônicos.

- Radiofrequência/micro-ondas:

Telefones celulares e sem fio, antenas de telefonia celular instaladas nos aparelhos móveis e nas torres, radares e transmissões de rádio e TV, luz elétrica, torres de transmissão e distribuição elétrica, fiação elétrica em construções, redes Wi-Fi.

- Luz infravermelha:

Começou a ser usada na década de 1950, com a invenção do controle remoto. Recentemente, no entanto, esse tipo de radiação passou também a ser mais usado na área da saúde, como em termômetros e massajadores. Também temos os termômetros de

infravermelho, que foram e continuam amplamente utilizados em entradas de lojas, supermercados, clubes, shopping. Devido a pandemia do Covid (HOC, 2020).

Uma postagem que circulou pelas redes sociais alegava que termômetros infravermelhos fazem mal ao cérebro. A informação é falsa e a Anvisa garante que o uso do aparelho não é prejudicial à saúde, em especial à região da glândula pineal. A glândula tem função de produção e regulação de hormônios e fica localizada próximo ao tálamo e hipotálamo, na parte mais central do cérebro. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA,2020) afirma, com base em referências bibliográficas e recomendações sobre esses produtos, que termômetros infravermelhos não emitem radiação, como afirma a publicação nas redes sociais. O aparelho somente capta o calor emitido pelo corpo humano na forma de radiação infravermelha.

Assim sendo, esses usos na área da saúde passaram a abranger tratamentos com luz infravermelha para rejuvenescer a pele, para tratar tendinites, estimular a circulação sanguínea, aliviar a dor e outros. Além disso, os benefícios do uso das lâmpadas infravermelhas são muitos e estão sendo aprimorados, assim como os possíveis malefícios do seu uso.

- Luz visível:

é a região do espectro eletromagnético que somos capazes de enxergar, que é capaz de iluminar objetos tornando-os visíveis, e no caso da luz solar, ela corresponde a cerca de 40% da radiação total que chega ao planeta. Além de ser uma radiação solar, a luz visível também é proveniente da iluminação por lâmpadas artificiais bem como equipamentos eletrônicos como TV, celular, computadores e tablets. Por este motivo, é importante se proteger mesmo sem se expor diretamente ao sol.

Como toda as radiações, a luz visível atinge o corpo humano e reage com nossas células iniciando diferentes reações no organismo. A principal reação benéfica da luz visível é estabelecer os ciclos circadianos, ou seja, ela estabiliza os processos naturais e internos do corpo que regula o dormir e o acordar, interferindo diretamente na saúde dos seres vivos.

Por ser uma radiação de médio poder energético, consegue atingir camadas intermediárias da pele onde é responsável por desencadear diferentes danos, como geração de radicais livres levando ao envelhecimento precoce e, principalmente, a pigmentação irregular. Vários estudos demonstram que a luz visível estimula a produção exacerbada de melanina na pele e tem um impacto negativo sobre o melasma.

- Luz ultravioleta (UV):

Pode ser entendida como toda a radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 200 e 400 nanômetros (nm) e de frequência maior que a luz visível. Ela possui essa

denominação porque violeta é a cor de maior frequência que a visão humana consegue enxergar. De toda a energia do Sol que chega à superfície terrestre, cerca de 9% corresponde à luz ultravioleta. A luz ultravioleta pode ser classificada em três tipos: UVA, UVB e UVC. Os raios UVA possuem um comprimento de onda de 320 a 400 nm e são os de maior incidência na superfície da Terra, uma vez que não são absorvidos pela camada de ozônio. Eles correspondem à maior porção do espectro ultravioleta e incidem uniformemente durante todo o dia e em todas as estações do ano, incluindo dias nublados e com baixa luminosidade.

Os raios UVB, com comprimento de onda na faixa de 280 a 320 nm, são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio. Por isso, apresentam maior incidência durante o verão, principalmente no período das 10h às 16h, em regiões de altitudes elevadas e próximas à linha do Equador.

Os raios UVC, por sua vez, apresentam um comprimento de onda menor que 280 nm, sendo a radiação que menos se aproxima da luz visível. São muito nocivos à biosfera, mas não acometem a Terra porque são completamente absorvidos pela camada de ozônio. Vale ressaltar que esse tipo de radiação pode ser aplicado na esterilização de materiais cirúrgicos e em processos de tratamento de água, graças à sua propriedade bactericida. A luz ultravioleta possui ação germicida, sendo amplamente utilizada na descontaminação de superfícies e materiais em laboratório. Essa radiação provoca alterações fotobioquímicas que promovem a inviabilidade ou morte dos micro-organismos atingidos. Nesse cenário, a disseminação do novo coronavírus colocou a luz ultravioleta em destaque como uma alternativa para a esterilização de ambientes e objetos.

Ao interagir com o material genético de um vírus ou uma bactéria, a radiação causa um dano que impede o micro-organismo de se reproduzir - ou se multiplicar, no caso de vírus, que dependem das células de um hospedeiro para fazer a replicação de seu DNA ou RNA. Assim, ele fica inativo e não consegue dar início ao processo de infecção. De acordo com pesquisadores, o nível de inativação depende da dose de radiação. Quanto maior for a dose, maior é a probabilidade de inativar mais micro-organismos. Mas não é possível uma inativação total. A radiação mais eficiente nesses casos é a UVC.

Diversas entidades já foram capazes de validar o uso de lâmpadas que emitem luz ultravioleta para eliminar o Sars-cov-2, como o Centro de Pesquisa Radiológica da Universidade de Columbia e a Universidade de Boston (ULTRAVIOLETA, 2020). No Brasil, algumas empresas começaram a vender máquinas de luz ultravioleta voltadas para a esterilização de superfícies e salas.

A radiação solar é a energia emitida pelo Sol na forma de radiação eletromagnética não ionizante e é a principal fonte de exposição humana à radiação ultravioleta (UV). O nível de radiação solar que atinge a superfície da Terra varia de acordo com alguns fatores ambientais, tais como altura do sol, apresentando maior intensidade nos horários entre dez da manhã e quatro da tarde; a latitude, pois quanto mais próximo à linha do equador, mais elevados são os níveis de radiação UV; céu encoberto por nuvens, poluição atmosférica, névoas ou neblinas, que reduzem os níveis de radiação UV; altitude elevada, onde há menor filtração da radiação UV; e ozônio, que absorve alguma quantidade de radiação UV.

2.4.2 RADIAÇÕES IONIZANTES

As radiações são chamadas de ionizantes quando possuem energia suficiente para arrancar elétrons de átomos ou molécula produzindo íons: radicais e elétrons livres na matéria que sofreu a interação. As Radiações Ionizantes podem ser bastante penetrantes por causa do seu pequeno comprimento de onda ou alta energia. Assim, quanto maior a energia ou menor o comprimento de onda maior será a probabilidade dela penetrar no meio. As radiações tanto corpusculares como eletromagnéticas que possuem energia suficiente para atravessarem a matéria ou penetrar na matéria, ionizando átomos e moléculas, ou seja, retirando elétrons. Modificando assim seu comportamento químico o que pode ocasionar mutações genéticas e modificações nas células vivas. Em geral essas radiações produzem efeitos semelhantes nos seres vivos porém cada uma dela possui característica própria. *“Radiação ionizante, por sua vez, é qualquer radiação, com ou sem massa de repouso, que pode remover elétrons de átomos e moléculas”* (OKUNO e YOSHIMURA, 2010 pág.109.).

A interação das partículas carregadas rápidas com a matéria é subdividida em dois grandes grupos:

- ❖ Partículas carregadas como partículas alfa, íons e produtos de fissão e
- ❖ Partículas levemente carregadas como elétrons e pósitrons, *“Entre as radiações ionizantes o elétron é a partícula carregada de menor massa de repouso, de maneira que sua energia cinética, em geral, não é desprezível se comparada com a energia de repouso.”* (OKUNO e YOSHIMURA, 2010 pág112.)

A radiação está presente em nosso cotidiano, seja natural ou de forma artificial e com avanço na área tecnológica ela tem se apresentado em diversos aspectos na vida das pessoas como no exame de raios X, radioterapia, gamagrafia, tratamento de alimentos por radiação e esterilização de insetos. Frequentemente em meio às aulas de Física surge questionamento e discussões sobre assuntos de Física moderna e radiação seja pelo fato de vivenciar

cotidianamente ou por ter tido conhecimento através de revistas, telejornais ou ainda por terem familiares que já se submeteram a exames ou tratamento, os alunos sempre se interessam em conhecer melhor e até entender os princípios físicos envolvidos (OLIVEIRA, 2007).

Tipos de Radiações Ionizantes

Embora existam muitas aplicações para as radiações corpusculares, o foco deste trabalho está nas radiações eletromagnéticas. Assim neste subitem, o enfoque será dado para os exames de raios X, justamente para contextualizar a Física Moderna aplicada a prevenção do câncer de mama.

❖ Radiações eletromagnéticas: raios X e radiação gama

a) Raios X

Wilhelm Conrad Roentgen, físico alemão, ao realizar o experimento com uma ampola de Crookes, chamada também de raios catódicos, conforme ilustra a figura 2.10, percebeu que aparecia um tipo novo de radiação mais penetrante, capazes de atravessar folhas de papel. Por não saber sua origem ele os chamou de Raios X.

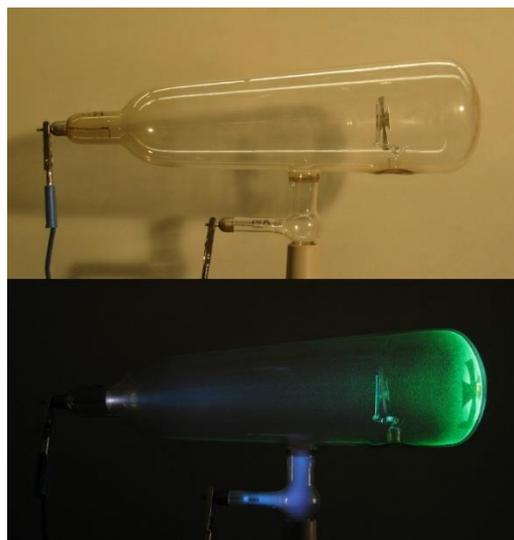


Figura 2.10: Ampola de Crookes
Fonte: InfoEscola

A descoberta de Roentgen permitiu fotografar o interior de muitos objetos e o corpo

humano. A primeira radiografia realizada no corpo humano foi a mão de sua esposa Anna Bertha que aparece na Figura 2.11. As primeiras aplicações dos aparelhos de raios-x foram na medicina, para diagnóstico de fraturas ósseas e também para a Odontologia. (OKUNO, YOSHIMURA 2010).

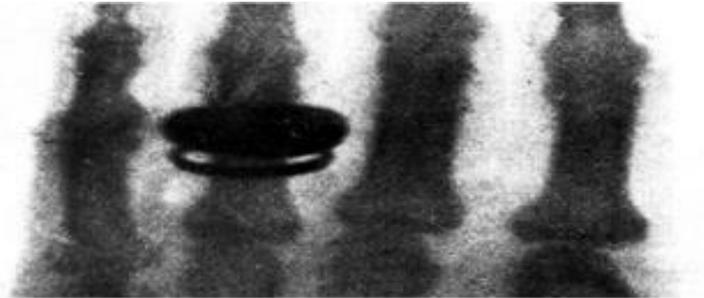


Figura 2.11.: A primeira radiografia foi a mão de Anna Bertha esposa de Roentgen
Fonte: OKUNO, YOSHIMURA

Hoje sabemos que os raios X, assim como a luz e as ondas de rádio, são ondas eletromagnéticas. Mas os raios X são muito mais penetrantes do que a luz e as ondas de rádio (i. e., são mais energéticos), e é esta característica que permite a sua aplicação na medicina, como nos exames de radiografia, tomografia, mamografia e é explorada na indústria nas técnicas de caracterização de materiais. A Figura 2.12 ilustra um esquema para geração dos raios X para radiografia.

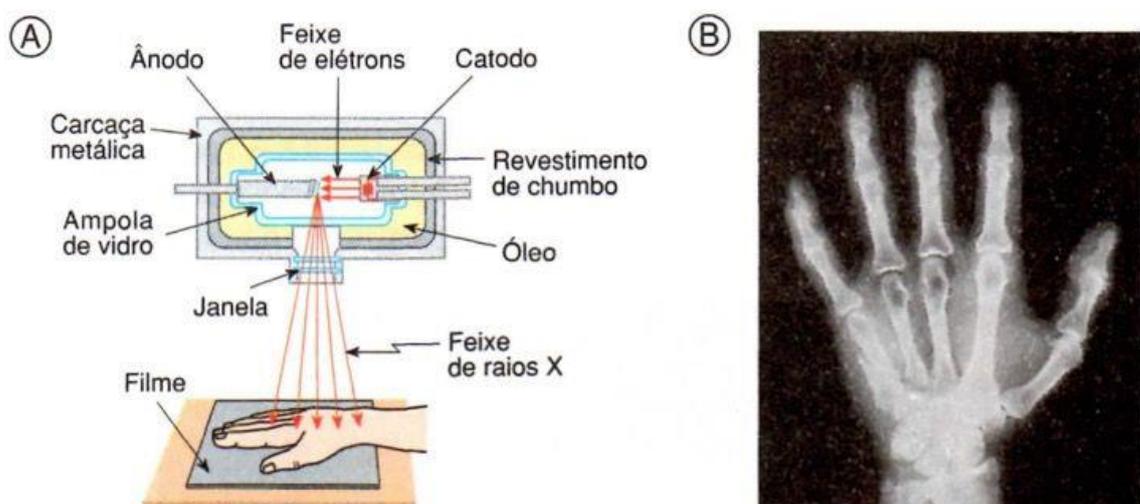


Figura 2.12: Tubo de Raio X.
Fonte: Raio X Por: Paulo Magno da Costa Torres

Raios X específicos para os exames de Mamografia

O mamógrafo, mostrado na Figura 2.13, é um tipo especial de aparelho de raios X, configurado para a obtenção de imagens das mamas com alto contraste e resolução. A radiação é produzida na porção superior do aparelho, no tubo. Nesse processo um feixe de elétrons é emitido do catodo (emissão termo-iônica). Devido à diferença de voltagem (pelo menos 25.000 V ou 25 kV) entre o catodo (negativo - repele os elétrons) e o anodo (positivo - atrai os elétrons), os elétrons são direcionados e se chocam contra o ponto focal do anodo.

Cerca de 99% da energia resultante do choque dos elétrons é convertida em calor. Até 1% da energia é convertida em fótons (raios-x). O raio X convencional a diferença de potencial vai de 40.000 V ou 40 kV até 150.000V ou 150 kV, dependendo do modelo do equipamento, mas em um mamógrafo esse potencial varia entre 22 e 40 kV. Essa diferença se deve, principalmente, porque a mama não possui estrutura óssea que permita um contraste diferencial devido aos tecidos que são importantes de aparecer nas imagens para o laudo médico.

Existem outras diferenças entre os equipamentos de raios X convencional e mamografia, como o material no qual é feito o anodo do tubo de raios X, justamente em função da energia necessária para obtenção das imagens. No caso do raios X convencional o anodo é constituído de tungstênio ou uma liga de tungstênio e Rênio e no caso da mamografia o anodo é feito de Molibdênio ou Ródio. Essa diferença ocasiona uma diferença no espectro do feixe de raios X, importante na diferencia que existe entre a imagem que obtemos para cada tipo de exame, pois raios X convencional em geral temos uma estrutura óssea que contrasta na imagem, já na mamografia, não existe estrutura óssea para radioagrar, apenas tecido fibroglandular, tecido muscular, tecido adiposo e o tecido neoplásico se for o caso.

Além do fato que é muito importante a compressão da mama, para uniformizar as estruturas internas da mama (inclusive pelo formato cônico da mama) e com isso, permitir uma visualização adequada destas estruturas. Pois as semelhanças de número atômico das estruturas da mama necessitam de uma resolução de imagem mais aprimorada que no raios X convencional, e com isso há uma diferença também no tamanho do foco do equipamento. Enquanto no raios X convencional o foco fino é de 0,6mm e o foco grosso pode chegar a 1,8 mm; na mamografia o foco fino é de 0,1 mm e o foco grosso pode chegar a 0,45mm.

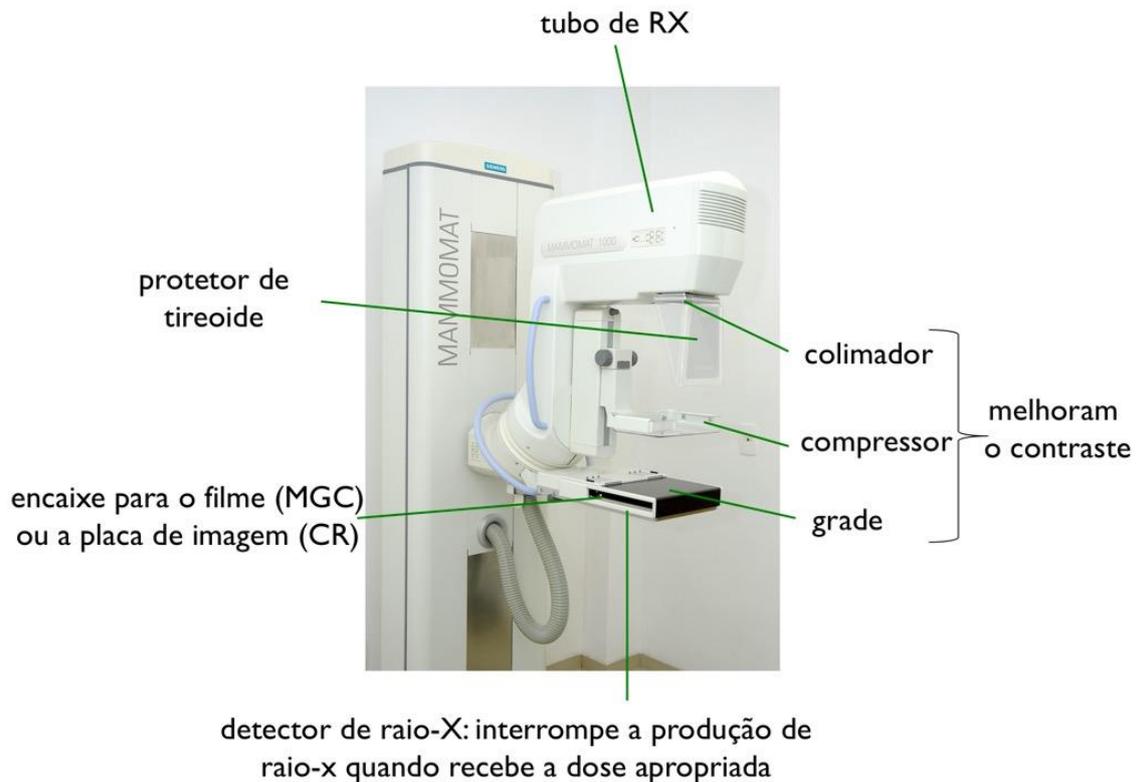


Figura 2.13. Mamógrafo
 Fonte: <http://www.fcm.unicamp.br>

b) Radiação gama

Raios gama são ondas eletromagnéticas extremamente penetrantes. Elas interagem com a matéria através do efeito fotoelétrico, pelo efeito Compton ou pela produção de pares, e nesse efeito, são emitidos elétrons ou pares de elétron pósitron que por sua vez, ionizam a matéria. Um fóton de radiação gama pode perder toda ou quase toda energia numa única interação, e a distância que percorre antes de interagir não pode ser prevista. “As ondas de maior energia do espectro eletromagnético são chamadas de raios gama.

As radiações gama foram descobertas logo após a descoberta dos raios X. Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel descobriu que os minerais de urânio poderiam expor uma placa fotográfica através de outro material. Becquerel presumiu que o urânio emitisse alguma luz invisível semelhante aos raios X, que foram recentemente descobertos por Willian Conrad Roentgen. Ele chamou de “fosforescência metálica”. Na verdade, Henri Becquerel tinha encontrado radiação gama emitida pelo radioisótopo ^{226}Ra (rádio - 226), que faz parte da série do decaimento do urânio. Foi observado que uma das características da radiação gama é que essa radiação não pode ser desviada por um campo magnético, o que indicava que eles não tinham carga. Em 1914, observou-se que os raios gama refletiam-se nas superfícies de cristal, provando que deviam ser radiação eletromagnética, mas com maior energia (maior frequência e

comprimentos de onda mais curtos). (RADIATION, 2020)

As aplicações mais conhecidas das radiações gama na área médica são em radioterapia e medicina nuclear:

- Radioterapia

A radioterapia externa ou teleterapia é realizada com equipamentos que geram feixes de radiação cuja fonte fica posicionada a certa distância da superfície do paciente. Diferentes equipamentos podem ser utilizados, sendo um dos mais tradicionais a bomba de cobalto (Figura 2.14) que utiliza um material radioativo, o cobalto-60, para gerar feixes de fótons (energia média de 1,25 MeV) e que possui geometria semelhante à do acelerador linear. Outro equipamento disponível no mercado, bem mais sofisticado, que também utiliza fontes de cobalto-60, é o Gamma Knife. Essa máquina é destinada a tratamentos de lesões localizadas no cérebro, cabeça e zonas altas da coluna cervical. Por possuir alta precisão e proporcionar um acentuado decaimento de dose, semelhante ao que ocorre na braquiterapia, permite o tratamento de múltiplas lesões e reirradiações com mais segurança. O Gamma Knife viabiliza, ainda, alguns tratamentos não oncológicos, de lesões vasculares e patologias funcionais. Há, ainda, equipamentos como a tomoterapia, o CyberKnife e equipamentos de prótonterapia, que são aceleradores de partículas. Porém, o equipamento mais utilizado na teleterapia é o acelerador linear de elétrons (Figura 2.15). O acelerador linear é um dispositivo utilizado dentro do serviço de radioterapia, que tem como função emitir a radiação utilizada em diversos tratamentos, as radiações emitidas por ele são os raios X de alta energia ou elétrons acelerados (partícula beta) e ambos são provenientes do processo de conversão de energia elétrica em energia radiante.



Figura 2.14: Aparelho de radioterapia Cobalto 60.

Fonte: Universidade Federal de Santa

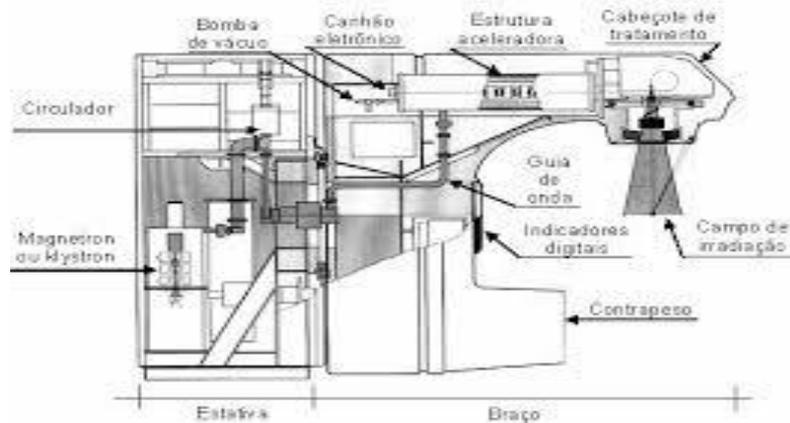


Figura 2.15. Componentes do acelerador linear para uso em radioterapia
Fonte: SCAFF, 1997

- Medicina Nuclear

A Medicina Nuclear é uma especialidade médica que utiliza métodos seguros, praticamente indolores, não invasivos para fornecer informações da fisiologia e funcionamento dinâmico dos órgãos através do emprego de fontes radionuclídicas. Habitualmente os materiais radioativos são administrados *in vivo*, por via venosa, oral, inalatória ou subcutânea, e apresentam distribuição para órgãos ou tipos celulares específicos, não havendo risco de reações alérgicas. Esta distribuição pode ser ditada por características do próprio elemento radioativo, que pode ser aplicado diretamente no corpo humano como no caso do tecnécio 99 metaestável (Tc-99m) para estudo ósseo. Outras vezes, o mesmo é ligado a um outro grupo químico, formando um radiofármaco, com afinidade por determinados tecidos.

A radioatividade da maioria dos elementos empregados cai para a metade (meia-vida) em questão de horas ou dias e a radiação emitida é do tipo gama, similar aos raios X. O tempo de permanência dos materiais radioativos no corpo do paciente é ainda mais reduzido considerando-se que muitas vezes ocorre eliminação deste pela urina, fezes e pelo suor. (SBMN, 2020)

- Radiações corpusculares:

- a) Próton

A prototerapia é uma especialidade nova na área da Radioterapia. O próton para tratamento de certos tipos de câncer já está sendo usado embora em apenas alguns países, como os Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Rússia, Inglaterra, Suíça e França. No Brasil ainda não temos esta tecnologia pelo elevado custo associado e falta de treinamento qualificado para este tipo de tratamento. Os prótons têm características Físicas que diferenciam dos fótons gama ou

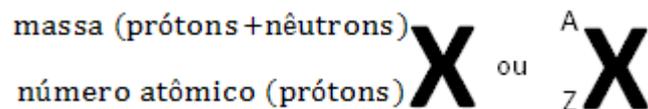
X usados na radioterapia convencional e permitem uma melhor proteção dos órgãos críticos. Esta proteção ocorre em decorrência da interação dos prótons no tecido e da curva de distribuição de doses em função desta interação.

b) Radiação alfa

Embora não aplicadas na medicina cotidiana como é o caso das radiações eletromagnéticas e beta (elétrons), seu conhecimento é importante para outras aplicações.

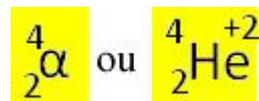
As partículas alfas são como o núcleo do átomo de Hélio, compostas por dois prótons e dois nêutrons. Uma partícula alfa é muito mais pesada que um elétron e ela descreve uma trajetória retilínea no meio material com um poder de penetração no meio muito pequeno, podendo inclusive ser barrada por poucos centímetros de ar. A partícula alfa interage com os átomos por ionização, a distância percorrida por uma partícula antes de parar é chamada de alcance. Portanto aumentando a energia das partículas alfa aumenta-se o alcance para um dado meio. Por outro lado uma partícula com energia fixa em um dado meio que tem aumentado sua densidade diminui-se o alcance. O alcance das partículas alfa é bem pequeno por isso é facilmente blindado, por isso não conseguem atravessar a pele humana. Porém a ingestão de uma fonte emissora de partícula alfa por uma pessoa poderá causar dano ao corpo humano (SOUSA 2009).

A simbologia usada para qualquer átomo ou partícula subatômica é:



Simbologia usada em representação de átomos e partículas subatômicas

Desse modo, as partículas alfa podem ser representadas da seguinte forma:



Os elementos radioativos possuem um núcleo instável, assim, quando eles emitem uma partícula alfa, eles se transmutam em outro elemento com massa menor 4 unidades e número atômico menor 2 unidades. Veja um exemplo abaixo:



c) Radiação Beta

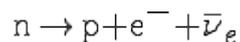
Em geral é utilizada na medicina para terapia com radiações ionizantes: radioterapia (braquiterapia) e medicina nuclear (iodoterapia)

Partículas betas são elétrons, ou pósitrons (partícula igual ao elétron exceto no sinal de carga) e são mais penetrante que as partículas alfa. A radiação beta ao passar por um meio material também perde energia ionizando os átomos que encontra no caminho. As partículas betas são um pouco mais penetrantes que as partículas alfa, assim apenas alguns centímetros de ar não são capazes de detê-las, pode ser utilizado alguns milímetros de material plástico ou alumínio (OKUNO, 1982).

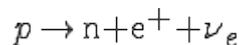
As partículas betas podem ser representadas por:



Os núcleos instáveis tendem a se rearranjar para adquirir estabilidade, dessa forma, um ou mais de seus nêutrons sofrem uma transformação em 1 próton, 1 neutrino e 1 elétron. O próton permanece no núcleo, o neutrino e o elétron (partícula beta) são emitidos pelo núcleo. No caso do decaimento β^- , um dos nêutrons do núcleo emite um elétron e um antineutrino, e se transforma em um próton:



Já no decaimento β^+ , um dos prótons do núcleo emite um pósitron e um neutrino:



As representações gerais do decaimento β^- e β^+ são escritas como:

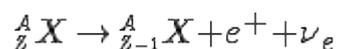
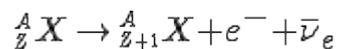
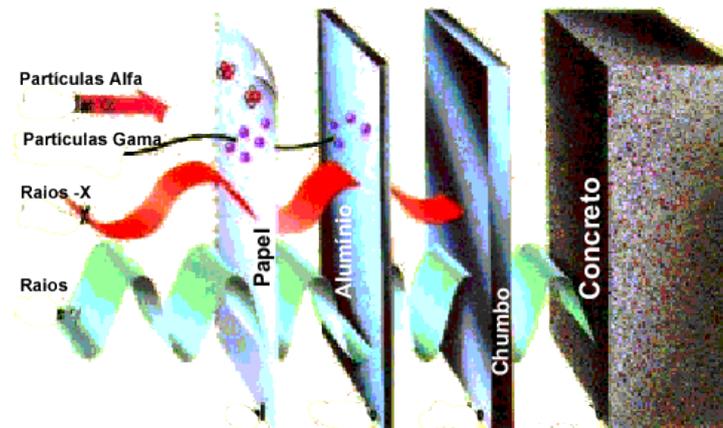


Figura 2.16., Esquema para visualizar o poder de penetração.



Fonte: Fiocruz.br

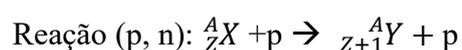
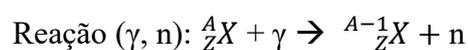
d) Nêutrons

Os nêutrons são partículas sem carga por isso não produzem ionização diretamente, porém a ionização ocorre indiretamente, o que acontece é uma transferência de energia para outras partículas carregadas que, podem produzir ionização. Os nêutrons percorrem grandes distâncias através da matéria antes de interagir com o núcleo dos átomos que compõem o meio. São muito penetrantes, mas podem ser blindados por materiais ricos em hidrogênios (OKUNO 1982). Em relação ao nêutron temos a chamada neutronterapia, que consiste em uma terapia de captura do nêutron pelo boro (BNCT na sigla em inglês). Essa terapia foi concebida como um tratamento alternativo para o câncer podendo, em determinados casos, substituir a cirurgia, quimioterapia e radioterapia. Na BNCT, o fármaco atuante é o boro 10 que, após ser injetado no paciente, é submetido à radiação de um feixe de nêutrons de baixa energia proveniente de um reator nuclear. Ainda que hoje a BNCT não substitui totalmente outras terapias, é um bom exemplo da aplicação dos conceitos da Física moderna na medicina.

Ativação, ou seja, o bombardeamento de núclídeos estáveis com uma partícula de energia adequada ou com fótons de alta energia para induzir uma transformação nuclear, com Nêutron importante na produção de radionuclídeos usados para:

- Feixes externos
- Braquiterapia
- Medicina nuclear

E as reações mais comuns para a produção de neutrons a partir da radiação gama e de prótons, são:



2.4.3 INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA

É um dos estudos mais importantes e relevantes para quem for atuar na área das radiações ionizantes. É justamente em função deste processo que detectamos a radiação e podemos fazer as suas diversas aplicações. É através dessas interações com o meio (seja ele vivo ou inerte) os efeitos biológicos servem para os tratamentos com uso desta radiação, como a radioterapia. Ou observando alterações no meio inerte, como no caso da ionização do ar (e com isso as medições com detectores Geiger-Müller -por exemplo) ou na formação das imagens para o diagnóstico médico. Interação é o termo que representa na Física, a ação de uma força e o efeito causado por essa ação. Por exemplo, duas partículas carregadas em repouso interagem pela ação da força Coulombiana, radiação ionizante, por sua vez e qualquer radiação, com ou sem massa de repouso, que pode remover elétrons de átomos e moléculas. Dentro do estudo usual das radiações ionizantes encontra-se: radiações eletromagnéticas, partículas eletricamente carregadas e nêutrons livres. Essas classificações têm fundamentação nas forças responsáveis pelas interações utilizadas para as descreverem e nos efeitos que iremos observar no meio.

2.4.4 IRRADIAÇÃO E CONTAMINAÇÃO

É comum as pessoas terem medo das radiações ionizantes por causa de acidentes nucleares que houveram no passado como os horrores da segunda guerra mundial com as bombas de Hiroshima e Nagasaki, o acidente da usina nuclear de Chernobyl (OKUNO, 2018) e o tsunami que assolou a usina de Fukushima (Efeitos de Fukushima chamam atenção da ciência, IPEN, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares). No Brasil também tivemos um acidente radioativo com repercussão internacional (IAEA, 1988), ocorrido em Goiânia, no ano de 1987 (DYTZ, 2021), quando uma fonte de radioterapia (contendo cloreto de céscio radioativo) foi abandonada e pouco tempo depois violada, tendo seu conteúdo disperso e contaminado diversas pessoas, havendo a intervenção da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 1997).

Quando ocorre um acidente com material radioativo, diz-se normalmente que a área está muito radioativa, devido à quantidade de radiação detectada no local. O que realmente ocorre é que o material radioativo pode apenas irradiar ou também contaminar o meio ambiente, ou pessoas que tiverem contato, ou seja, o local pode apresentar certa dose de radiação, sendo necessário o isolamento entorno do material radioativo, já na contaminação de pessoas se dá quando alguém ingere, inala ou absorve em seu organismo, de alguma forma o material radioativo. Sendo assim, a pessoa terá dentro de si núcleo instável, tornando a mesma uma

fonte radioativa. Com isso, estará sofrendo de maneira contínua os efeitos da radiação e as pessoas em contato com ela serão também irradiadas. Já uma pessoa irradiada sofre efeitos da radiação de uma fonte externa, mas quando distante desta a irradiação como a pessoa não emite nem causa efeito algum sobre os que se aproximarem dela. A contaminação por micro-organismos, conceito mais conhecido pela população, nos induz à falsa conclusão de que a contaminação radioativa também poderia proliferar em nosso organismo e passar para outros seres vivos, provocando uma epidemia.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

O presente produto foi aplicado em uma turma de 2º ano de Ensino Médio no Colégio Cassiano do Nascimento, na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, situada na Avenida Dom Joaquim, 671; bairro Três Vendas; cep: 96020-260. A escola é pública estadual e centenária, iniciando suas atividades em 17 de junho de 1913; atendendo cerca de 980 alunos em três turnos (manhã, tarde e noite), com a seguinte seriação: ensino fundamental séries iniciais e finais no turno da tarde; Ensino Médio nos turnos da manhã e noite; possuindo também curso técnico subsequente ao Ensino Médio (pós-médio) de contabilidade – eixo gestão de negócios.

Escola:	Colégio Estadual Cassiano do Nascimento
Nível escolar:	Educação básica, Ensino Médio, ensino técnico pós médio
Coordenadoria de educação:	5ª CRE
Endereço:	Avenida Dom Joaquim, 671, bairro Três Vendas; c.e.p.: 96020-260; Pelotas R/S.
Equipe Diretiva:	Diretora: Professora Deise Bonnel Amado Vice diretores: Professores Monica, Cristiane Peres de Vasconcellos e Carlos Bartz. Supervisores: Professores Rosana Machado Moreira Gonçalves e Robson Bauer Zilli
Número de alunos em toda escola:	980
Número de alunos no Ensino Médio:	500
Missão e valores:	Ser referência pela qualidade e excelência dos serviços educacionais prestados, transparência e compromisso com a gestão pública democrática e por ações de educação integral humanizada visando à formação cidadã do aluno,
Objetivos da escola:	O desenvolvimento integral do ser humano, a profissionalização e

valorização dos profissionais da educação.

Estruturas de apoio:

20 salas de aula
2 salas de vídeo
1 laboratório de informática
1 laboratório de ciências
2 bibliotecas

4. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

4.1 Metodologia Aplicada

Será apresentado, nesse capítulo, como o produto educacional foi desenvolvido na escola tentando se enfatizar as técnicas, os critérios e os instrumentos utilizados para analisar as atividades propostas.

O público alvo deste trabalho foram os alunos das turmas do segundo ano do Ensino Médio, turno manhã, do Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, na cidade de Pelotas, RS, o produto foi aplicado no segundo semestre, no período de setembro até outubro de 2020 pelo sistema remoto (não presencial), num total de 8 períodos. O trabalho foi feito paralelamente e durante as aulas de Física ondulatória, não causando prejuízo no conteúdo trabalhado com os alunos. O trabalho foi feito com 63 alunos, foram utilizados 8 períodos contando com as aulas de Física ondulatória. A idade média dos alunos era de 16 anos, não discriminando o gênero.

Seguindo a premissa da teoria dos construtos pessoais de Kelly em **um primeiro momento**, este produto educacional inicia com um questionário sobre o conhecimento (construtos pessoais) sobre o raio X e suas aplicações com ênfase a mamografia, os alunos vão responder conforme a sua experiência de vida ou expectativa conforme a afirmação de Kelly, sem cobrança de nota, apenas com o intuito de verificar (tanto para os próprios alunos como para o professor) os conhecimentos sobre o assunto, neste ponto temos a **Antecipação**, segundo Kelly: o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre determinado evento. Assim, na primeira aula de ondas foi entregue um questionário, conforme mostrado no item 4.2.2, solicitando que os alunos respondessem conforme seu conhecimento prévio. Foi estabelecido que a participação fosse voluntária, não valendo nota, nem causando prejuízo na avaliação. Não foi antecipado o tema, para que as respostas fossem baseadas nos conhecimentos e crenças (conhecimento prévio).

Em **um segundo momento** do trabalho são disponibilizados e apresentados alguns vídeos sobre a campanha do câncer de mama e relatos de pacientes que passaram pelo tratamento, pois conforme Kelly desde que nascemos, estamos desenvolvendo um conjunto de construtos pessoais. São essencialmente representações mentais que usamos para interpretar eventos e dar significado ao que acontece. Eles se baseiam em nossas experiências e observações, dessa forma é disponibilizado para todos novas experiências e observações para um desenvolvimento de novos construtos de uma realidade não vivida por muitos. Neste segundo momento temos o **Investimento** segundo Kelly: os alunos buscam as informações propostas pelo professor

Em **um terceiro momento** os alunos vão ter contato com os conhecimentos científicos que envolvem o tema, através de palestras de pessoas graduadas na área bem como aulas sobre a Física por trás do conhecimento técnico científico ajudando aos alunos construírem uma organização hierárquica do conhecimento, pois conforme Kelly acreditava que nossas formas de ver o mundo tendem a ser organizadas hierarquicamente. Assim, poderemos encontrar construções mais básicas na base da hierarquia; enquanto as construções mais complexas e abstratas seriam colocadas em níveis superiores. Assim, neste terceiro momento identifica-se o **Encontro**, segundo Kelly: momento em que os alunos esclarecem suas dúvidas e expõe suas percepções acerca do tema trabalhado

Em **um quarto momento** - para os encontros presenciais havia sido programado uma apresentação dos trabalhos feitos em grupos sobre o tema de radiações ionizantes, com escolha livre do tópico a ser trabalhados desde que não se repetissem estes tópicos nos grupos. Para esta proposta deveria ser feita uma roda de conversa sobre o tema, para fazer a revisão construtivista. No caso do sistema remoto foi realizada uma revisão dos conhecimentos por encontros síncronos para discutir os pontos chaves das etapas anteriores. Então, adaptando-se para o sistema remoto, o quarto momento foi quando os alunos responderam novamente o questionário inicial para verificar a mudança dos seus construtos pessoais que devem ter se dado através do trabalho proposto no segundo e terceiro momento, mostrando que conforme Kelly, a recorrência de uma situação desempenha um papel importante na teoria das construções pessoais. Os construtos surgem porque refletem coisas que se repetem frequentemente em nossa experiência. **Confirmação ou desconfirmação:** os alunos percebem que seus conceitos do primeiro momento (antecipação) estão em conformidade ou não com todas as novas informações recebidas acerca do tema trabalhado com eles.

Em **um quinto momento** – avaliação e comparação do questionário quando aplicado antes e depois dos conceitos propostos para os 6 encontros. No final do trabalho foi refeito o mesmo questionário, para verificar a construção do conhecimento, após a análise e cruzamento das respostas, foi feita uma aula síncrona com a participação da professora orientadora Aline Dytz como convidada, com as aulas no Meet, fica muito facilitada essas participações, para esclarecer possíveis dúvidas dos alunos, ficando gravada para assistir depois quantas vezes for necessário. Neste último encontro, segundo Kelly, foi feita uma **Revisão Construtivista:** ao responder o questionário, uma nova avaliação dos conceitos e novas respostas podem ser obtidas em função da possível mudança de paradigmas que o trabalho propiciou aos alunos.

O uso da Teoria de Kelly na aplicação do produto educacional também está pautada na problematização e na contextualização na qual foi associado conhecimentos de ondas e

termodinâmica como base para o entendimento da Física Moderna no que diz respeito a parte das radiações ionizantes que são comumente utilizadas como o caso de exames de raios X, como sugere Freire (referencia) em relação a problematização. Assim, para Freire, a problematização consiste em abordar questões que emergem de situações que fazem parte da vivência dos educandos e relacionados às contradições existenciais, sendo essa o ponto inicial de um processo voltado para se exercer uma análise crítica sobre a “realidade problema”, para que o educando perceba esta questão e reconheça a necessidade de mudanças. Seriam, neste momento, de acordo com Freire (1987), exploradas aquelas situações que se colocam como fronteira para a compreensão da realidade em que vivem os sujeitos, ou seja, as “situações-limites”. É na escolha e definição do problema, através da Investigação Temática, e na problematização da sua compreensão pelo aluno, que começa a formação da nova percepção e do novo conhecimento ligado à consciência máxima possível (é uma categoria que (FREIRE, 1987)) utiliza com base em Goldman para projetar o indivíduo para além da consciência real efetiva, situação em que os indivíduos têm sua percepção reduzida as situações-limite, de modo a vislumbrar novas e mais amplas compreensões). Pela abordagem de Freire o produto utiliza como situação problema a campanha de prevenção ao câncer de mama, OUTUBRO ROSA*. Durante a aplicação do produto se utilizou o mês de outubro para os alunos se integrarem sobre a campanha do Outubro Rosa (investigação temática), onde muitos tinham ou tiveram casos de câncer na família, mesmo os que não tinham experiência se inteiraram sobre a doença (realidade problema). No decorrer do produto se descobriu que devido a pandemia tínhamos quase 3000 exames de mama esperando no HU (Hospital Universitário), porque as mamografias estavam suspensas desde março, o que criou uma nova situação problema o que produziu segundo Freire á consciência máxima possível, e numa nova investigação se chegou ao IBA (Instituto Buquê do Amor) que pagava mamografias particulares para os casos de urgência.

** OUTUBRO ROSA: é uma campanha anual realizada mundialmente em outubro, com a intenção de alertar a sociedade sobre o diagnóstico precoce do câncer de mama. A mobilização visa também à disseminação de dados preventivos e ressalta a importância de olhar com atenção para a saúde, além de lutar por direitos como o atendimento médico e o suporte emocional, garantindo um tratamento de qualidade. Durante o mês, diversas instituições abordam o tema para encorajar mulheres a realizarem seus exames e muitas até os disponibilizam. Iniciativas como essa são fundamentais para a prevenção, visto que nos estágios iniciais, a doença é assintomática.*

4.2 Implementação da Proposta e Análise dos Resultados

Primeiro Encontro: QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DO CONHECIMENTO PRÉVIO

Inicialmente foi explicado aos alunos que neste encontro eles iriam ter que responder um questionário para fins de análise do conhecimento prévio deles sobre o tema de radiações ionizantes. Aqui podemos identificar o primeiro momento de aprendizagem, segundo Kelly, visto que foi uma maneira dos alunos fazerem um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre as radiações ionizantes. A proposta do questionário foi justamente perceber esse momento em termos das respostas dos alunos. Eles foram informados que o questionário não iria valer nota para a disciplina, mas que era muito importante responderem para avaliação dos conhecimentos prévios deles, sem precisar fazer uma pesquisa para responderem as questões que não tivessem familiarização.

O tema sobre radiações ionizantes foi escolhido por ser assunto de Física Moderna e estar relacionado com o conteúdo de ondas. Foi explicado que a proposta do questionário seria de se explorar os conhecimentos sobre o assunto, buscando a contextualização das aulas com aspectos importantes de nossas vidas, no caso, relacionando a prevenção de doenças e diagnóstico por imagem das mesmas.

Após a conscientização sobre um questionário, que embora não valesse nota seria importante para avaliação da inserção dos conhecimentos de Física Moderna, foi aplicado o questionário sobre aplicações dos raios X na medicina, bem como as suas aplicações mais comuns. A proposta foi feita justamente para salientar e vincular a campanha de prevenção do câncer de mama, Outubro Rosa, como tema gerador também em outras disciplinas.

Como as aulas eram totalmente na plataforma Google Classrom, o questionário foi feito antes de começar o conteúdo de ondulatória para que as respostas fossem o mais fidedignas possível quanto ao conhecimento prévio dos alunos.

Questionário sobre radiações

Como já foi exposto, esse questionário foi feito antes das aulas específicas e após encerramento das atividades didáticas, para realizar um feedback do aprendizado sobre o tema. Devido as aulas remotas o questionário foi feito como um QUIZ com respostas de múltiplas escolhas para facilitar o recolhimento das respostas. Os alunos foram bastante alertados que as respostas deviam ser feitas sem consultas, tendo em vista que por estarem no ensino remoto não seria difícil eles procurarem informações onde quisessem. Não foi atribuído nota para o questionário e se fez uma

ênfase no caráter de pesquisa do questionário. Participaram 60 alunos do Colégio Cassiano do Nascimento e 30 alunos do IEEAB (Instituto Estadual de Educação Assis Brasil) não havendo discrepância considerável entre as respostas das duas escolas, as turmas foram escolhidas aleatoriamente, todas do 2º ano do Ensino Médio, onde teriam o conteúdo de ondas, o que foi modificado para o 3º ano do Ensino Médio conforme a nova matriz de referência para o modelo híbrido de 2021 do governo do estado do Rio Grande do Sul.

QUESTÕES:

1. Você sabe o que é um raio X?

- Sim
- Não

2. O raio X é uma onda eletromagnética?

- Sim
- Não

3. Você já fez algum exame de raio X? Se a resposta for positiva responda qual dele(s) você já foi submetido:

- fratura ou entorse
- pulmão
- dentário
- outros

4. Você foi orientado sobre a proteção quanto ao exame de raio X ?

- sim, responda a questão 5
- não, passe pra questão 6

5. Se foi orientado, usou algum traje para proteção de parte do corpo, colete ou protetor de tireoide(pescoço) ?

- Sim
- Não

6. O exame de raio X emite alguma radiação?

- Sim, responda a questão 7
- Não, passe pra questão 8

7. Após ter feito o raio X você fica contaminado com essa radiação e pode contaminar pessoas e animais?

- Sim
- Não

8. Uma mulher grávida ou com suspeita de gravidez pode fazer exame de raio X?

- Sim
- Não

9. A tomografia computadorizada é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

10. A ressonância magnética é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

11. A mamografia é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

12. Alguém da sua família já realizou um exame de mamografia?

- Sim
- Não

13. Você sabia que o mês de outubro tem a campanha para prevenção para o câncer de mama chamada Outubro Rosa?

- Sim, responda a questão 14
- Não, passe pra questão 15

14. Você já participou de algum evento da campanha Outubro Rosa?

- Sim
- Não

15. Um homem também pode desenvolver câncer de mama?

- Sim
- Não

16. As cirurgias feitas com imagens com utilização do equipamento arco cirúrgico ou também chamado de arco C é um raio X?

- Sim
- Não

Segundo Encontro: ESTUDO DE ONDAS

O segundo e o terceiro encontros foram marcados como o segundo momento das Teorias dos constructos de Kelly, o momento do encontro onde foram desenvolvidos os conceitos da Física que formam parte do entendimento do uso das radiações ionizantes na Medicina.

Nesse segundo encontro foi desenvolvido o conceito de ondas e suas características, usando-se o espectro eletromagnético para exemplificar as ondas que seriam estudadas na parte da Física Moderna.

Foi dada ênfase ao infravermelho, luz, ultravioleta, raio X e raio Gama para ambientar os alunos com radiações de interesse do produto.

No momento dos exemplos e na apresentação do espectro eletromagnético houveram muitas interações oriundas do questionário feito no encontro anterior. Como por exemplo:

“ O raio X para acidentados é o mesmo do dentista?”

“ Qual diferença entre tomografia e ressonância?”

“ Raio X faz mal”

Havia grande expectativa nas questões sobre as radiações ionizantes e suas aplicações, onde foi feita um esclarecimento na diferenciação das radiações ionizantes das radiações não ionizantes. Maiores esclarecimentos acerca das radiações ionizantes foram abordados no terceiro encontro. Foi colocado Links sobre o câncer de mama e a campanha do Outubro Rosa para visualização após a aula.

* Link sobre do Instituto Buquê do amor Link:
<https://www.facebook.com/fenadoce/videos/1655573621145936>

* Link sobre o depoimento de uma pessoa que teve o câncer de mama:
<https://www.facebook.com/AngellicaSilva/videos/1313123395419871/>

No terceiro encontro do projeto foi feito o estudo sobre as radiações ionizantes, nesse momento foi explorado todos os contextos de sua utilização desde raios X de aeroportos até tratamentos e exames na medicina. Foi o momento para explorar os conteúdos presentes no questionário de maneira indireta para evitar responder diretamente e atrapalhar sua aplicação como feedback do aprendizado. Neste momento foi proposto um trabalho conjunto com a disciplina de Química (que trabalhou o efeito químico das radiações, principalmente a ionização das moléculas de água) e de Biologia (que trabalhou o efeito biológico, principalmente a ionização nas moléculas de DNA). Devido ao trabalho remoto, não se pode envolver outras disciplinas, mas é amplamente aberto. A História (descoberta das radiações e suas evoluções históricas), Geografia (mapeamento dos casos de câncer e distribuição dos serviços médicos

no Brasil), Matemática (cálculo das porcentagens e gráficos do serviço na cidade) são alguns exemplos que poderiam se aprofundar com reuniões com os colegas de outra área.

Quarto Encontro: INTERAÇÃO COM A COMUNIDADE

Para ampliar o tema foi feito uma Live, cuja imagem de divulgação pode ser vista na Figura 4.1, sobre o Outubro Rosa com a participação de um cirurgião oncológico (Dr. Mario Casales Schorr), a representante da ONG Buquê do Amor (Raquel Oliveira), as colegas (Professora Carla Lacau, Professora Maria Aparecida Caldeira e a servidora Clarisse Cunha) que fizeram tratamento de Câncer de mama com seus depoimentos, eu e a professora Renata Bojjis como mediadora. Na Live cada um falou sobre o tema na sua área e depois tivemos os depoimentos das colegas que passaram pelo tratamento.

A live, que pode acessada em <https://youtu.be/4khih587vI8>, foi aberta a comunidade escolar com a participação dos alunos e pais. Percebeu-se um envolvimento das famílias no projeto da Live que culminou com os trabalhos em grupo sobre a prevenção do Câncer de maneira geral e sobre os serviços oferecidos na cidade para diagnóstico e tratamento. Foi deixado livre a escolha do tema pelo grupo, tivemos trabalhos sobre câncer de mama, colo de útero, próstata e pulmão, muitos usaram exemplos da sua família, também sobre os serviços de Quimioterapia e Radioterapia oferecidos na cidade e casas de acolhimento para pacientes de outras cidades.

A partir destes trabalhos, os alunos mostraram interesse em uma outras Lives que abordassem esses temas. Porém, como o evento foi no final de outubro e os trabalhos entregues no final de novembro para apreciação, não foi possível contactar profissionais e marcar essas lives. Houve uma aula síncrona pelo Google Meet sobre o tema com a participação da Prof. Dra. Aline Guerra Dytz, para um maior aprofundamento em questões sobre a Física Médica. Como o encontro síncrono foi gravado e ocorreu em horário diferente das aulas a maioria dos alunos optou por assistir a aula gravada.



Figura 4.1. Imagem do banner de divulgação do evento (live)
Fonte: o próprio autor

OBS: A Live foi gravada pelo link da escola, e ficou inacessível ao público, desta forma foi regravada a partir do link da escola e redirecionada no youtube, no canal da Professora Aline (Dytz, 2021b).

Como resultado da apresentação das lives e do envolvimento da comunidade (alunos e familiares) nestes temas sobre radiações ionizantes e a questão da campanha de prevenção do câncer de mama, houveram questionamentos e depoimentos que indicam a relevância da participação dos alunos e da importância de contextualização dos conteúdos na escola.

Foram escolhidos três questionamentos e três depoimentos realizados pela comunidade participante da LIVE.

Como questionamentos escolhidos para exemplificar e ampliar alguns debates sobre o assunto com os alunos, tivemos:

“ Vi na internet que mamografia causa câncer, está correto?”

“ Qual a diferença entre quimioterapia e radioterapia?”

“ Qual o melhor exame para câncer de mama?”

Como depoimentos que os alunos trouxeram, podemos perceber que realmente a LIVE e o tema escolhido para este produto educacional foi relevante e motivador para os alunos, assim, destacamos:

“ Minha mãe teve câncer de mama e tratou na antiga FAU (Fundação de Apoio Universitário)”.

Hoje Hospital Escola (EBSERH)

“ Não sabia que existia casas de acolhimento para pacientes em tratamento. Levamos donativos em uma delas.”

“ Uma vizinha tava precisando de um exame de mamografia, falei pra ela da ONG (Buquê do Amor) . “

Quinto Encontro: REVISÃO E DEBATE

Proposta que havia sido feita para encontros presenciais, antes da pandemia:

Em um quinto encontro os alunos iriam apresentar trabalhos feitos em grupos sobre o tema, a escolha é livre desde que não se repita nos grupos. Após a apresentação dos trabalhos seria feita uma roda de conversa sobre o tema, para fazer uma revisão construtivista. Seria o momento da revisão dos conhecimentos que foram construídos anteriormente, podendo ser uma retrospectiva dos pontos chaves das etapas anteriores, nesse momento o professor seria um mediador do conhecimento que veio se concretizando ao longo do processo, porém devido ao começo do sistema de ensino remoto não foi possível a realização da roda de conversa.

Como o quinto encontro procedeu no sistema remoto:

Foi proposto que os alunos fizessem o trabalho, mas em função das dificuldades encontradas no sistema remoto não foi realizado por todos alunos. Assim, para concretizarmos o quinto encontro e o momento quatro (de revisão e dos construtos pessoais de Kelly) a alternativa que surgiu foi de disponibilizar uma aula síncrona para discussões e reaplicar o questionário inicial, com os alunos respondendo novamente as mesmas questões, para verificar a mudança de paradigmas, que na teoria de Kelly, seria a mudança dos seus construtos pessoais.

4.3 Perspectivas e desafios futuros

Pretende-se nesse ano de 2021 reaplicar o produto com as correções e adições necessárias, como fazer a Live no início de outubro para poder realizar uma outra após a apreciação dos trabalhos e com participação de outros componentes curriculares conforme prevê as matrizes de referência para o modelo híbrido de 2021 do governo do estado do Rio Grande do Sul. A Tabela 4.1 mostra a matriz do 3º ano, embora o produto tenha sido implementado no 2º ano do Ensino Médio conforme a base de 2020, a Física ondulatória fazia parte desta matriz, e a partir de 2021 passou-se para o 3º ano. Este fato não fará diferença na aplicação do produto, desde que seja de preferência paralelo a Física ondulatória ou subsequente, enquadra-se também no final do 3º ano após eletromagnetismo.(MATRIZES, 2021)

Tabela: 4.1: Matrizes de Referência para o Ensino Médio (3º ano), a partir de 2022, do Estado do Rio Grande do Sul



3º Ano – EM	
FÍSICA	
HABILIDADES	SUGESTÕES DE OBJETOS DE CONHECIMENTO
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	Termometria Temperatura, termômetros e escalas termométricas

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	Calorimetria Calor específico, capacidade térmica e quantidade de calor, transferência de calor, mudança de estado físicos, calor latente de fusão. Termodinâmica Ondas Acústica
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.	Eletricidade Eletrostática Eletrização e carga elétrica Noção de Força, Campo elétrico, Eletrodinâmica Corrente e resistência elétrica Efeitos da corrente elétrica Fenômenos ondulatórios
(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade Física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	Prevenção de acidentes com eletricidade

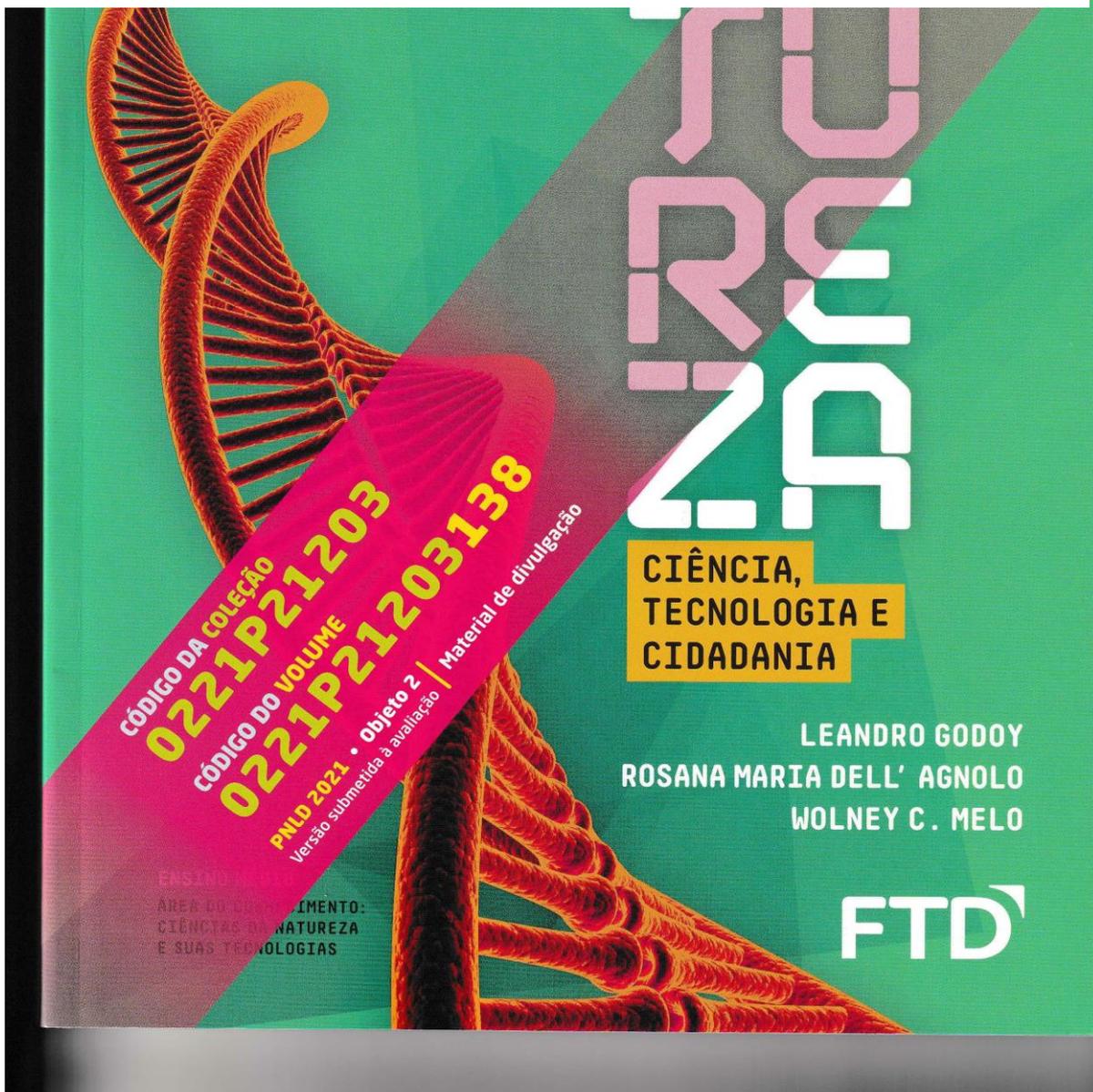
Fonte: <https://educacao.rs.gov.br> > arquivos > 202103

A pertinência e atualidade do produto é perceptível visto que não existe material didático que contemple essa nova matriz de referência para o modelo híbrido de 2021 do governo do estado do Rio Grande do Sul, como as habilidades EM13CNT103 descritas na tabela 4.1. Conforme a matriz “ Para Educação Integral do estudante o currículo deve integrar os potenciais educativos a fim de ampliar as ferramentas de contextualização no processo de produção do conhecimento potencializando, entre outras coisas, a articulação entre escola e famílias, assim como entre escola e comunidade. Um currículo composto por práticas pedagógicas que articulam saberes locais e potenciais educativos visando a aprendizagem dos estudantes e a transformação do território é um currículo integrador.” Durante a aplicação do produto educacional, e especialmente, no projeto do Outubro Rosa, ficou evidenciada que a articulação entre escola e família aconteceu na interação dos alunos com a família com as perguntas dos casos de câncer e tratamentos feitos, bem como na participação da família na live aberta. A articulação entre escola e comunidade aconteceu com a presença do cirurgião oncológico, a ONG Buquê do Amor e articulação dos alunos com as casas de acolhimento como APECAN e

serviços oncológicos da cidade de Pelotas - RS.

Todo o trabalho foi pautado na participação e construção do conhecimento com os alunos como sujeitos do conhecimento, com apropriação e discussão, que só não foi maior devido as dificuldades de um sistema de ensino em implantação de forma rápida e não planejada, que foi se adequando com o passar do tempo, para professores, alunos e gestores. Entende-se que os momentos da Teoria dos Constructos de Kelly serviram como parâmetros de avaliação do produto educacional, seguindo-se os cinco momentos em um total de seis encontros com os alunos, sendo o momento do encontro realizado em duas oportunidade. A pesquisa dos alunos foi na sua maioria realizada por telefone e acessos a páginas de instituições devido o distanciamento implantado pela pandemia.

Conforme a nova BNCC no ensino das Ciências da Natureza : “A integração de Biologia, Física e Química deve proporcionar a ampliação das habilidades investigativas e também se aprofundar conceitualmente nas temáticas exploradas pela Base do Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo”. Isso foi feito quando a Física focou nas radiações eletromagnéticas, a Química focou nos elementos radioativos e a Biologia focou na radiosensibilidade celular, desta forma os alunos ampliaram suas habilidades investigativas e aprofundaram a temática explorada, isso também evidenciou o caráter multidisciplinar da vida. O novo material didático para 2022 em todo Brasil já contempla as modificações que estão sendo implementadas no estado do Rio Grande do Sul, que se adiantou na implementação do “novo Ensino Médio” e a proposta deste produto educacional se enquadra neste contexto. As Figuras 4.2 e 4.3 contemplam as capas e sumários do material didático para ser implementado a partir de 2022 pelo novo Ensino Médio do Brasil, pelas editoras FTD e Moderna, respectivamente. As imagens ficaram ampliadas para que o leitor possa visualizar os conteúdos do sumário e com isso evidenciar este tema de Física Moderna com o produto aplicado, antes do conhecimento destas propostas para o Ensino Médio.



CÓDIGO DA COLEÇÃO
0221P21203
CÓDIGO DO VOLUME
0221P21203138
PNLD 2021 - Objeto 2 | Material de divulgação
Versão submetida à avaliação

**CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E
CIDADANIA**

LEANDRO GODOY
ROSANA MARIA DELL' AGNOLO
WOLNEY C. MELO

FTD

ENSINO MÉDIO
ÁREA DO CONHECIMENTO:
CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS

Miguel Thompson
Eloci Peres Rios

Walter Spinelli
Hugo Reis
Blaidi Sant'Anna

Vera Lúcia Duarte de Novais
Murilo Tissoni Antunes

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Saúde e tecnologia



Área do conhecimento:
Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

**MANUAL DO
PROFESSOR**

 MODERNA

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO

Código da coleção:
0199P21203

Código da obra:
0199P21203135

11	Comunicando ideias	113
12	Agentes desinfetantes e antissépticos	114
14	Interligações – O etanol: um depressor do sistema nervoso	116
16	Higienização do corpo: uso do sabão	117
16	Comunicando ideias	118
17	Geometria molecular	119
17	Interações moleculares	122
19	Fique por dentro	127
20	Atividades finais	128
21	Próximos passos	130
22		
23		
24	Capítulo 6 Ondas eletromagnéticas e a Medicina	131
25	Como caracterizar uma onda?	131
26	Mas o que são ondas eletromagnéticas?	134
27	O que é o espectro eletromagnético?	135
28	Tipos de ondas eletromagnéticas	136
29	Ondas na Medicina	140
30	Os cuidados com a radioatividade	143
31	Interligações – Detectores de fumaça	147
32	Tipos de reações nucleares	148
33	Interligações – Radioatividade e conservação de alimentos	149
34	Fonte de energia: reatores nucleares	150
35	Interligações – Acidente nuclear em Goiânia: o céσιο-137	152
36	Fique por dentro	152
37	Atividades finais	153
38		
39	Ponto final	154
40	Respostas das atividades e atividades finais	155
41	Referências bibliográficas comentadas	160
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		

Figura 4.3 – Capa e Sumário do livro de Ciências da Natureza. Livraria: Moderna

5. Análise dos resultados do Questionário

Vamos fazer uma análise com a comparação sobre as respostas do questionário em um primeiro momento antes da aplicação do produto e no segundo momento após a aplicação do produto.

QUESTÃO 1

1. Você sabe o que é um raio X?

Sim

Não

Nessa questão tivemos todos os 90 participantes respondendo que sim, embora alguns depois me disseram que apenas conheciam o raio X devido a uso odontológico ou médico, porém não tinham lido nada científico sobre o raio X. Essa já era a resposta esperada, o que encaminha para a questão 2.

QUESTÃO 2

2. O raio X é uma onda eletromagnética?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 56 respostas que sim, o raio X é uma onda eletromagnética e 34 respostas que não era uma onda eletromagnética.

DEPOIS DO PRODUTO: Tivemos agora 90 respostas que sim, o raio X é uma onda eletromagnética.

QUESTÃO 3

3. Você já fez algum exame de raio X? Se a resposta for positiva responda qual dele(s) você já foi submetido:

fratura ou entorse

pulmão

dentário

outros

Nessa questão a ideia era fazer um ligação com o raio X e sua utilização na medicina para preparar os alunos para o produto. A resposta não era o importante.

QUESTÃO 4

4. Você foi orientado sobre a proteção quanto ao exame de raio X ?

sim, responda a questão 5

não, passe pra questão 6

Nessa questão tivemos 12 respostas que sim e 17 respostas que não.

Esta questão tem cunho provocativo sem ser uma questão avaliada com certa ou errada, apenas para os alunos pensarem a respeito.

Nas aulas a maioria que diz ter feito raio X odontológico sem orientação sobre o uso de proteção

QUESTÃO 5

5. Se foi orientado, usou algum traje para proteção de parte do corpo, colete ou protetor de tireoide(pescoço) ?

Sim

Não

Nessa questão foram apenas 4 respostas que sim e 8 que não.

QUESTÃO 6

6. O exame de raio X emite alguma radiação?

Sim, responda a questão 7

Não, passe pra questão 8

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 76 respostas que sim, emite radiação e 14 respostas que não emite nenhuma radiação.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 87 respostas que sim, emite radiação e 3 respostas que não emite nenhuma radiação.

Ficou demonstrado a evolução no conhecimento dos alunos após o produto.

QUESTÃO 7

7. Após ter feito o raio X você fica contaminado com essa radiação e pode contaminar pessoas e animais?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 31 respostas que sim fica contaminado e 59 respostas que não fica contaminado.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 1 respostas que sim, fica contaminado e pode contaminar e 89 respostas que não fica contaminado.

Novamente ficou demonstrado a evolução no conhecimento dos alunos após o produto.

QUESTÃO 8

8. Uma mulher grávida ou com suspeita de gravidez pode fazer exame de raio X?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 32 respostas que sim, e 58 respostas que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão não tivemos respostas que sim e todos que não.

OBS: Nessa questão durante o produto foi esclarecido que o raio X não pode sobre o útero da grávida e que deve avisar o médico e o radiologista sobre a gravidez para que sejam feitas as proteções necessárias.

QUESTÃO 9

9. A tomografia computadorizada é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 33 respostas que sim e 57 respostas que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 86 respostas que sim e 4 que não.

A maioria dos alunos antes do produto não tinha noção de como era feita uma tomografia computadorizada, não sabiam nem expressar o que entendiam sobre.

QUESTÃO 10

10. A ressonância magnética é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 68 respostas que sim, emite radiação ionizante e 22 respostas que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão não tivemos respostas que sim e todos marcaram não. De novo a maioria dos alunos antes do produto não tinham noção de como era feito uma ressonância magnética, embora a maioria sabia que não se tratava de um exame de raio X, houve alguns questionamentos a respeito de poder ou não fazer o exame com tatuagens.

QUESTÃO 11

11. A mamografia é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 17 respostas que sim era um exame de raio X e 73 respostas que não era um exame de raio X.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão todos os alunos responderam que era um exame de raio X.

Embora a resposta certa fosse esperada após o produto, confesso que me deixou feliz e orgulhoso, tendo em vista o engajamento dos alunos com todas as dificuldades do ensino remoto e participação que measurei em parâmetro global vários alunos que não responderam o questionário, mas participaram do produto.

QUESTÃO 12

12. Alguém da sua família já realizou um exame de mamografia?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 09 respostas que sim e 81 respostas que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 17 respostas que sim e 73 respostas que não. A mudança na resposta dessa questão foi devido ao contato posterior com a família e ao esclarecimento durante o projeto.

QUESTÃO 13

13 Você sabia que o mês de outubro tem a campanha para prevenção para o câncer de mama chamada Outubro Rosa?

Sim, responda a questão 14

Não, passe pra questão 15

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 56 respostas que sim e 34 que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão tivemos todos marcando sim.

A mudança para todos responderem sim era óbvia pois o tema “ OUTUBRO ROSA” foi amplamente divulgado e debatido, envolvendo os alunos e seus familiares.

QUESTÃO 14

14. Você já participou de algum evento da campanha Outubro Rosa?

Sim

Não

Nessa questão tivemos 05 respostas que sim e 85 que não.

Os alunos que participaram foi devido a familiares voluntários e alguns que tiveram câncer de mama.

QUESTÃO 15

15. Um homem também pode desenvolver câncer de mama?

Sim

Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão tivemos 2 respostas que sim, e 88 respostas que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Todos os alunos marcaram sim.

Essa foi uma questão bem emblemática pois a grande maioria da população acredita que câncer de mama seja uma doença exclusivamente feminina, devido ao impacto da informação que embora raro, também pode acometer uma parcela muito pequena dos homens, os alunos gravaram a informação.

QUESTÃO 16

16. As cirurgias feitas com imagens com utilização do equipamento arco cirúrgico ou também chamado de arco C é um raio X?

Sim

()Não

ANTES DO PRODUTO: Nessa questão 36 alunos marcaram que sim e 54 que não.

DEPOIS DO PRODUTO: Nessa questão 68 alunos marcaram sim e 22 que não.

O problema nessa questão era que boa parte dos alunos não conheciam o Arco C e mesmo após o produto muitos não tiveram a mudança no conhecimento. Um dos fatores é que o assunto foi tratado em uma aula que ficou gravada e muitos não acessaram por diversos problemas do sistema remoto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do desenvolvimento deste produto educacional foi feita em tempos de aulas presenciais, sem se imaginar que seríamos assolados por uma pandemia, que forçasse uma adequação deste produto para um sistema remoto, ou híbrido. As adequações que foram feitas permitiram o desenvolvimento do produto, inovando conceitos abordados em sala de aula pela introdução de aspectos da Física Moderna que temos no cotidiano, aproximando a comunidade de assuntos importantes em relação a saúde e reforçando a prevenção de doenças que podem ser fatais, como no caso do câncer de mama.

Este produto propôs a inserção da Física Moderna junto ao conteúdo de ondas e com isso houve uma contextualização dos estudo de ondas conforme proposto na nova BNCC, enfocando o conteúdo de radiações ionizantes para o processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física do Ensino Médio, através de uma abordagem adequada ao sistema remoto de ensino.

Ficou evidenciado a importância das radiações ionizantes no Ensino Médio para que os alunos tenham noção do seus efeitos no corpo humano. Tanto em exames diagnósticos como em tratamentos, bem como os possíveis e reais riscos à saúde, sem preconceitos e conceitos errados, amplamente disseminados nas redes sociais e internet. Nesse momento é importante uma abordagem interdisciplinar para o aluno entender a multidisciplinariedade do tema, e venha entender o porquê da abordagem multidisciplinar em saúde utilizada hoje em dia. Com o conhecimento adquirido fica importante a sua inserção na campanha de saúde “Outubro Rosa” para que ele possa vivenciar o conhecimento adquirido, na vida da sociedade e dos indivíduos.

7. REFERÊNCIAS

- (ANVISA,2020) <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/informacoes-tecnicas-sobre-termometro-infravermelho> Março/2020
- (BNCC, 2018) BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação. Brasília: SEB/MEC, 2018. Acesso em nov/2019 <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- (BRUM, 2021) BRUM, Fábio Lunelli da Silva, **Estudo da Interação de Prótons com o Meio Biológico Considerando Espalhamento Coulombiano e o Uso do Método Monte Carlo**, TCC, FURG, 2021 (ver link no SiB)
- (CNEN,1997) Comissão Nacional de Energia Nuclear e Coordenação de Rejeitos Radioativos, **Documentário do Acidente Radiológico de Goiânia**, CNEN, 1997. Acesso em maio/2020 <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/go10anosdep/Cnen/doc/manu41.PDF>
- (DYTZ, 2021) Dytz, Aline Guerra, **Um pouco sobre Goiânia 1987** (youtube, Física on line, 20 de março), 2021. 1 video 32 min 49s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português. Disponível em <https://youtu.be/BaT6KbMcuxY> Acessado em 18/06/2021.
- (EVOLUÇÃO, 2020) <http://portal.mec.gov.br/pet/33771-institucional/83591-conheca-a-evolucao-da-educacao-brasileira>
- (FREIRE, 1987) FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra,1987.
- (FREIRE, 1997) FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- (HALLIDAY, 2014) HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 2: Fluidos, ondas e termodinâmica**. 9ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Cap.15 a 17.
- (HALLIDAY, 2014) HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 4: Fluidos, Ótica e Física Moderna**. 9ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- (HOC, 2020) **Hospital Alemão Oswaldo Cruz** <https://www.hospitaloswaldocruz.org.br/imprensa/noticias/termometro-infravermelho>. Acesso em novembro/2020
- (IAEA, 1988) Agencia Internacional de Energia Atômica, **The Radiological Accident in Goiania**, Vienna, 1988. Acesso em maio/2020https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub815_web.pdf
- (KELLY, 1963) KELLY, G. A. **Theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963.
- (LDB, 1961) BRASIL. **Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Acesso em nov/2019..... <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>

(LDB, 1996) **Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Acesso em março/2020.....
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm

(MATRIZES, 2021) <https://educacao.rs.gov.br> > arquivos > 202103, acesso em março/21

(MOREIRA, 2010) MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Centauro, 2010. 196 p.

(MOREIRA E OSTERMANN, 1999) MOREIRA, M. OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas**, Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1999, 56 p. : il. (Textos de apoio ao professor de Física; n.10) Acesso em 24/01/2020
https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n10_moreira_ostermann.pdf

(MAXIMO,2017) MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Física - 2º Ano: Contexto & aplicações**, Ed.Scipione, 2017

(MATRIZES, 2021) **Matrizes de Referência para o Modelo Híbrido de Ensino do Estado do Rio Grande do Sul**, acessado em 30 de março de <https://educacao.rs.gov.br> > arquivos > 202103

(MEC,2020) **Conheça a história da educação brasileira** Acesso em março/2021
<http://portal.mec.gov.br/pet/33771-institucional/83591-conheca-a-evolucao-da-educacao-brasileira>

(OKUNO e YOSHIMURA, 2010) OKUNO E., YOSHIMURA E. , **Física das Radiações**, São Paulo: Edusp, 2010.

(OKUNO, 2018) Okuno, Emico. **Radiação : efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

(PCN) BRASIL.**Parâmetros Curriculares Nacionais – MEC**, Acesso em set/2019
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>

(PCNEMi, 2000) BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**, Parte I. Bases Legais. Brasília: SEB/MEC, 2000.

(PCNEMii, 2000) BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**, Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEB/MEC, 2000.

(PCN, 2002) BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEB/MEC, 2002.

(POPKEWITZ, 1997) **Reforma educacional: uma política sociológica: poder e conhecimento em educação-1997,**

(RADIATION, 2021), <https://www.radiation-dosimetry.org/pt-br/> acessado em março 2021.

(SAVIANI,2004) SAVIANI, Dermalval et all. **O legado educacional do século XX no Brasil.** Campinas 2004 Ed. Autores Associados.

(SBMN, 2020) www.sbm.org.br , acesso em março 2020

(TAUHATA, 2014) Tauhata, Luiz; Salati, Ivan; Di prinzio, Renato e Di Prizio, Antonieta **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**, Instituto de Radioproteção e Dosimetria - Comissão Nacional de Energia Nuclear Rio de Janeiro 10 a - revisão 2014. Acesso em <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/FundamentosCORv10.pdf>

(ULTRAVIOLETA, 2020)<https://www.ecycle.com.br/8800-luz-ultravioleta.html>, acesso em julho/2020.

(DYTZ, 2021b) Dytz, Aline Guerra, Outubro Rosa: live (youtube, Física on line, 27 de julho, 2021. 1 video 1h 23 min 52s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português. Disponível em <https://youtu.be/4khih587vI8> Acessado em 09/09/2021.

8. APÊNDICE : PRODUTO EDUCACIONAL

Radiações Ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de Ondas com uma abordagem multidisciplinar e integrada a campanha de prevenção do câncer de mama: Outubro Rosa

Introdução

Este trabalho faz parte da proposta do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física (MNPEF) e tem por finalidade proporcionar, por meio de uma unidade didática, um material que possa ser usado por professores a fim de criar um ambiente de estudo interessante e desafiador para os alunos, bem como que o mesmo seja integrado a comunidade escolar. O produto educacional pode ser adaptado a realidade de quem for aplicar, escolhendo se será usado na íntegra ou em partes. e contempla a proposta interdisciplinar da nova matriz de referência para o modelo híbrido de 2021 do governo do estado do Rio Grande do Sul.

Este produto educacional utilizou a teoria construtivista, em especial a teoria dos construtos pessoais de George Kelly foi o processo de aprendizagem utilizado para a implantação, elaboração e avaliação do produto. Com isso foram cinco momentos que se destacaram na aplicação do produto.

Que foram, a Antecipação: o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre determinado evento; o Investimento: busca de informações para que o indivíduo possa se fundamentar melhor e participar do evento (pesquisa em revistas, livros, internet e outros meios de informação); o Encontro: realização do evento propriamente dito: uma sala de aula, um museu, um laboratório, um jogo didático, uma webconferência/sala virtual; a Confirmação ou desconfirmação: neste momento o indivíduo testa suas hipóteses confirmando-a ou negando-a e a Revisão Construtivista: é o momento da revisão dos conhecimentos que foram construídos anteriormente, poderia ser uma retrospectiva dos pontos chaves das etapas anteriores.

Este produto educacional pode ser desenvolvido junto com o conteúdo de ondas eletromagnéticas, facilitando para o professor trabalhar com maior liberdade, possibilitando acrescentar ou retirar atividades conforme a demanda da turma e fazer as adequações necessárias. Contudo, também é possível adaptar o tema em outras situações, a exemplo quando se trabalha com termodinâmica, quando falamos dos processos transferência de energia: condução, convecção e radiação; as radiações ionizantes podem ser contextualizadas como um conhecimento da Física Moderna para ser trabalhado com os alunos do ensino médio.

O conceito central escolhido foi as radiações ionizantes e suas aplicações na medicina, sendo usado como pano de fundo (tema gerador) a campanha de prevenção do câncer de mama: Outubro Rosa. Também se aborda as radiações não ionizantes e sua presença no dia a dia.

O trabalho é uma proposta de adequação da Física as novas matrizes curriculares e BNCC, demonstrando a possibilidade do uso do material didático disponível no mercado, pois é paralelo

ao conteúdo de ondas eletromagnéticas, que se encontra em qualquer livro ou material didático utilizado na rede pública ou particular de ensino.

Este produto educacional foi feito para ser realizado em 6 encontros, sendo que cada encontro dispunha de horas/aulas diferenciadas. Podendo assim, o mesmo ser reaplicado com pequenas alterações de forma a se adaptar os 6 encontros a quantidade de horas/aulas que venham realmente a contribuir na formação dos alunos, na contextualização da Física Moderna e disponibilidade do professor.

Encontro 1

OBJETIVO

Conhecer as concepções prévias dos estudantes em relação aos conteúdos de radiações.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Abordar diferentes situações contextualizadas, por meio de questões objetivas referentes às questões cotidianas que envolvam conteúdos relacionados aos fenômenos de radiação;
- Verificar quais os conhecimentos prévios dos estudantes sobre radiações.

PROCEDIMENTOS

A atividade será realizada com a entrega de um questionário, com 16 questões, com a maioria das alternativas sendo sim ou não, objetivando as respostas. O questionário é individual para que o educador possa conhecer as ideias prévias de cada educando.

ATIVIDADE

Aplicação de um questionário para uma pré-avaliação dos conhecimentos prévios sobre o tema gerador. A avaliação do questionário consiste em levantar dados para aprimorar o material que será trabalhado, sem o intuito de dar uma nota pelas respostas dos alunos, podendo ser avaliada a participação deles no questionário. Assim o docente terá uma ideia em relação ao conhecimento prévio dos alunos.

QUESTIONÁRIO

Este questionário é parte do trabalho realizado pelo mestrando Luís Henrique Lucas Ferreira, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, realizado na Universidade Federal de Rio Grande, FURG.

1. Você sabe o que é um raio X?

- Sim
- Não

2. O raio X é uma onda eletromagnética?

- Sim
- Não

3. Você já fez algum exame de raio X? Se a resposta for positiva responda qual dele(s) você já foi submetido:

- fratura ou entorse
- pulmão
- dentário
- outros

4. Você foi orientado sobre a proteção quanto ao exame de raio X ?

- sim, responda a questão 5
- não, passe pra questão 6

5. Se foi orientado, usou algum traje para proteção de parte do corpo, colete ou protetor de tireoide(pescoço) ?

- Sim
- Não

6. O exame de raio X emite alguma radiação?

- Sim, responda a questão 7
- Não, passe pra questão 8

7. Após ter feito o raio X você fica contaminado com essa radiação e pode contaminar pessoas e animais?

- Sim
- Não

8. Uma mulher grávida ou com suspeita de gravidez pode fazer exame de raio X?

- Sim
- Não

9. A tomografia computadorizada é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

10. A ressonância magnética é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

11. A mamografia é um tipo de exame de raio X?

- Sim
- Não

12. Alguém da sua família já realizou um exame de mamografia?

- Sim
- Não

13 Você sabia que no mês de outubro tem a campanha para prevenção para o câncer de mama chamada Outubro Rosa?

- Sim, responda a questão 14
- Não, passe pra questão 15

14. Você já participou de algum evento da campanha Outubro Rosa?

- Sim
- Não

15. Um homem também pode desenvolver câncer de mama?

- Sim
- Não

16. As cirurgias feitas com imagens com utilização do equipamento arco cirúrgico ou também chamado de arco C é um raio X?

- Sim
- Não

GABARITO QUESTIONÁRIO

Este questionário é parte do trabalho realizado pelo mestrando Luís Henrique Lucas Ferreira, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, realizado na Universidade Federal de Rio Grande, FURG.

1. Você sabe o que é um raio X?

- Sim
- Não

2. O raio X é uma onda eletromagnética?

- Sim
- Não

3. Você já fez algum exame de raio X? Se a resposta for positiva responda qual dele(s) você já foi submetido:

- fratura ou entorse
- pulmão
- dentário
- outros

4. Você foi orientado sobre a proteção quanto ao exame de raio X ?

sim, responda a questão 5

não, passe pra questão 6

5. Se foi orientado, usou algum traje para proteção de parte do corpo, colete ou protetor de tireoide(pescoço) ?

Sim

Não

6. O exame de raio X emite alguma radiação?

Sim, responda a questão 7

Não, passe pra questão 8

7. Após ter feito o raio X você fica contaminado com essa radiação e pode contaminar pessoas e animais? *

Sim

Não

8. Uma mulher grávida ou com suspeita de gravidez pode fazer exame de raio X?

Sim

Não

OBS: Salienta-se aqui uma condição que deve ser sempre lembrada: salvo casos em que haja indicação do médico (que saiba que a paciente está grávida) na solicitação o exame poderá ser realizado com atenção a proteção pelo uso de vestimentas de proteção individual, conforme as recomendações médicas para a situação. A idéia desta pergunta é para provocar e fazer os alunos pensarem na resposta, relevando a possibilidade de exceções a critério médico e alertar a importância de relatar possível situação de gravidez para o médico!

9. A tomografia computadorizada é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

10. A ressonância magnética é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

11. A mamografia é um tipo de exame de raio X?

Sim

Não

12. Alguém da sua família já realizou um exame de mamografia?

Sim

Não

13 Você sabia que o mês de outubro tem a campanha para prevenção para o câncer de mama chamada Outubro Rosa?

Sim, responda a questão 14

Não, passe pra questão 15

14. Você já participou de algum evento da campanha Outubro Rosa?

Sim

Não

15. Um homem também pode desenvolver câncer de mama?

Sim

Não

16. As cirurgias feitas com imagens com utilização do equipamento arco cirúrgico ou também chamado de arco C é um raio X?

Sim

Não

Encontro 2

OBJETIVO

Aproveitar o conceito de ondas e sua classificação para, nos exemplos, fazer uma introdução sobre raio X, raios gama e sua natureza eletromagnética.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o raio X e gama como ondas eletromagnéticas;
- Estabelecer relações entre o conteúdo e as perguntas do questionário, trabalhadas na aula 1;
- Criar uma relação entre o conteúdo e a realidade social da sua comunidade.

PROCEDIMENTOS

Fazer uma aula expositiva dialogada sobre o conteúdo de ondas, explicar brevemente sobre as ondas eletromagnéticas no cotidiano (contextualizando o tema). Com isso pode-se fomentar discussão sobre algumas questões do questionário da aula anterior. Utilizar vídeos institucionais sobre campanha do câncer de mama e vídeos de relatos sobre esse assunto (preferencialmente iniciativas locais). Sugerir um trabalho, em grupo ou individualmente, sobre o tema de radiações ionizantes para ser apresentado pelos alunos no Encontro 5.

Exemplos de vídeos apresentados:

Vídeo da ONG Buquê do amor sobre o trabalho voluntário, que mostra uma potencialidade de ações que visam prevenir o câncer de mama, auxiliar pessoas que desenvolvem essa patologia e apoiar famílias que são surpreendidas com uma situação dessas:
<https://www.facebook.com/fenadoce/videos/1655573621145936>

Vídeo com depoimento da Angélica Silva, que teve o câncer de mama aos 27 anos e com isso foi escolhida pela pouca idade e por facilitar a identificação dos alunos com as possibilidades de que o câncer não acomete apenas pessoas de mais idade, além dela se propor de conversar com eles.

<https://www.facebook.com/AngellicaSilva/videos/3069490283116498/>

<https://angelicamsilva.blogspot.com/>

ATIVIDADE

Apresentação do conteúdo de ondas e propor aos alunos pesquisar sobre o tema “ Câncer de mama” na internet, na família e nos serviços locais para se inteirar sobre o tema e buscar subsídios para próxima aula.

Power Point utilizado para o conteúdo (Parte 1)

<https://slideplayer.com.br/slide/18081585/>

Encontro 3

OBJETIVO

Aprofundar o conhecimento sobre as radiações ionizantes e suas utilizações na medicina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Trabalhar o espectro eletromagnético;
- Exemplificar e contextualizar as radiações eletromagnéticas;
- Fazer a diferenciação entre o raio x e a radiação gama e seus usos na medicina.

PROCEDIMENTOS

Aula expositiva dialogada baseada no Power Point (Parte 2) disponibilizado abaixo

Power Point utilizado para o conteúdo (Parte 2):

<https://slideplayer.com.br/slide/18091501/>

Recomendado usar do slide 13 até o último slide.

Encontro 4

OBJETIVO

Fazer a união entre as disciplinas das ciências da natureza e a comunidade escolar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Trabalhar junto com os professores de química e de biologia de forma a executar um evento interdisciplinar, a partir de um debate;
- Trazer a comunidade escolar para o debate e aprendizado, de forma a viabilizar o conhecimento da ciência e suas tecnologias para a comunidade escolar.

PROCEDIMENTOS

Evento com a comunidade acadêmica, escolar e convidados da comunidade para tratar do tema gerador. Debate com profissionais da saúde, pacientes curados ou em tratamento, professores de Física, Química e Biologia, evidenciando diagnósticos, procedimentos e tratamentos são explorados a luz da ciência. Propor aos alunos se organizarem em grupos e realizar um trabalho livre sobre as radiações ionizantes e não ionizantes para apresentar em aula.

Encontro 5

OBJETIVO

Fazer um amplo debate sobre a Física das radiações e suas aplicações na vida cotidiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar as radiações;
- Explorar outros temas relacionados ao conteúdo;

PROCEDIMENTOS

Apresentação dos trabalhos sobre radiações feito em grupos, após a apresentação fazer uma roda de debates sobre os temas apresentados, procurando tirar todas as eventuais dúvidas que ainda possam ter restado.

Encontro 6

OBJETIVO

Avaliar conhecimentos adquiridos pela comparação das respostas da reaplicação do questionário. Bem como a mudança dos construtos pessoais dos alunos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Refazer o questionário;
- Corrigir o questionário logo após o término, comentando as questões;
- Verificar junto aos alunos a mudança nos seus construtos pessoais.

PROCEDIMENTOS

Reaplicação do questionário, após a aplicação do mesmo fazer a sua correção e comentários das questões, nesse momento os alunos podem corrigir as suas questões para poderem, eles mesmos verem o seu aprendizado e mudança dos seus construtos pessoais.

REFERÊNCIAS

(OKUNO, EMICO) **Radiação : efeitos, riscos e benefícios** / Emico Okuno. São Paulo : Oficina de Textos, 2018.

(MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.). **Física - 2º Ano: Contexto & aplicações** - Scipione Didáticos; 2ª edição (5 setembro 2017).

Dytz, Aline Guerra, Outubro Rosa: live (youtube, Física on line, 27 de julho, 2021. 1 vídeo 1h 23 min 52s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português. Disponível em <https://youtu.be/4khih587vI8> Acessado em 09/09/2021.

(OKUNO E., YOSHIMURA E). , **Física das Radiações**, São Paulo: Edusp, 2010.