

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

Maciel Nunes Lima Neves

Abordagem do tema Radiações Eletromagnéticas recorrendo a fatos e *fakes* presentes
nos meios de comunicação

Ituiutaba

2024

MACSIEL NUNES LIMA NEVES

Abordagem do tema Radiações Eletromagnéticas recorrendo a fatos e *fakes* presentes nos meios de comunicação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Luiz Gelamo

Ituiutaba

2024

MACSIEL NUNES LIMA NEVES

Abordagem do tema Radiações Eletromagnéticas recorrendo a fatos e *fakes* presentes nos meios de comunicação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Luiz Gelamo

Ituiutaba, 24/04/2024.

Banca Examinadora:

Emerson Luiz Gelamo – ICENP/UFU (Orientador)

Milton Antonio Auth – ICENP/UFU

Sandro Rogério Vargas Ustra – ICENP/UFU

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido a vida e me ajudado a trilhar minha jornada até o momento.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Manoel e Sildete, que me apoiaram incessantemente para que meus sonhos se tornassem realidade, principalmente o de me formar em Física. À minha irmã, Silma Carla, que me apoiou, de diversas maneiras, para que meus objetivos se concretizassem. À toda minha família, pelas palavras de incentivo para eu continuar na batalha e conseguir alcançar a vitória.

Agradeço também aos professores do curso de Física do ICENP/UFU pelas contribuições dadas à minha formação profissional, em especial, ao Prof. Dr. Emerson Luiz Gelamo, que muito me apoiou e me incentivou durante minha trajetória acadêmica, além de ter dado grandes contribuições no decorrer da elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo principal descrever uma atividade desenvolvida e apresentar algumas propostas de atividades que abordam o tema Radiações Eletromagnéticas (RE) no Ensino Médio, de maneira contextualizada, através do uso de notícias científicas veiculadas nos meios de comunicação e da utilização de recursos didáticos variados para potencializar o aprendizado do tópico. Foi dada ênfase na desmistificação de diversas *fake news* relacionadas ao uso/aplicação das RE em situações cotidianas, principalmente as propagadas durante a pandemia da COVID-19. Para a fundamentação teórica do tema, foram feitas Revisões Bibliográficas de trabalhos publicados nos eventos SNEF e EPEF, além de artigos científicos e e-books que tratam da parte técnica sobre as RE. Os resultados positivos obtidos pelo autor deste trabalho através de uma abordagem do tópico em um cursinho (AFIN) no ano de 2023, assim como as possibilidades e as potencialidades das atividades apresentadas e descritas nesta Monografia, evidenciam a importância de um ensino de Física voltado para uma sólida alfabetização científica dos estudantes, contribuindo para sua formação cidadã, conforme preconizado nas diretrizes educacionais da Educação Básica brasileira.

Palavras-chave: Ensino de Física, Radiações Eletromagnéticas, *Fake news*

ABSTRACT

The main goal of this work is to describe an activity developed and present some proposals for activities that approach the topic of Electromagnetic Radiation (ER), in high school, in a contextualized way, through the use of scientific news broadcast in the media and the use of varied teaching resources to enhance learning on the topic. Emphasis was placed on demystifying various pieces of *fake news* related to the use/application of ER in everyday situations, especially those propagated during the COVID-19 pandemic. In order to provide a theoretical foundation for the topic, we reviewed papers published at the SNEF and EPEF events, as well as scientific articles and e-books dealing with the technical side of ER. The positive results obtained by the author of this work through an approach to the topic in a course (AFIN) in the year 2023, as well as the possibilities and potential of the activities presented and described in this Academic Study, highlight the importance of teaching Physics aimed at a solid scientific literacy of students, contributing to their citizen formation, as recommended in the Educational Guidelines of Brazilian Basic Education.

Keywords: Physics Teaching, Electromagnetic Radiation, Fake News

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Aspectos gerais sobre a função da Escola, do aprendizado em física e as fragilidades de seu ensino na educação básica	10
2.2 Radiações eletromagnéticas e o espectro eletromagnético	12
2.3 Alguns fenômenos e aplicações envolvendo as Radiações eletromagnéticas	14
2.3.1 Uso dos Raios-x para diagnóstico	14
2.3.2 Esterilização	15
2.3.3 Termômetro digital infravermelho (TDI).....	16
2.3.4 Princípio de funcionamento do forno de micro-ondas	16
2.3.5 Arco-íris	17
2.4 Possibilidades e potencialidades de abordagens das RE através de notícias científicas	17
2.5 Dados publicados sobre o tema em eventos científicos na área de Ensino de Física .	18
3 METODOLOGIA	20
4 PROPOSTAS DE ATIVIDADES RELACIONADAS ÀS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS	21
5 CONCLUSÃO	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

Segundo Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2009), a Física pode ser entendida como uma Ciência que busca prever e descrever fenômenos naturais, muitos dos quais ocorrem no cotidiano das pessoas. Nesse sentido, “A necessidade do ser humano de compreender o ambiente que o cerca e explicar os fenômenos naturais é a gênese da Física” (Ramalho Junior; Ferraro; Soares, 2009, p.16). A Mecânica, a Óptica, a Termodinâmica, o Eletromagnetismo e a Física Moderna são algumas das grandes áreas estudadas pela Física, as quais se constituem como bases fundamentais para outras áreas/ciências. Conforme Young e Freedman (2008), a Física se constitui como uma Ciência fundamental, visto que cientistas de diversas áreas usam conceitos da Física em seus estudos. Para estes autores, “nenhum engenheiro pode projetar uma tela plana de TV, uma nave espacial ou mesmo uma ratoeira mais eficiente, sem antes entender os princípios básicos da Física” (Young; Freedman, 2008, p.01). No Brasil, de maneira majoritária, os alunos têm o primeiro contato com a Física (como disciplina escolar) no primeiro ano do Ensino Médio, se estendendo até o terceiro ano deste mesmo nível. Em alguns documentos normativos educacionais é comum fazer referência às Ciências da Natureza, das quais a Física é parte integrante. De acordo com os Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio (PNCCEM), “um dos objetivos da aprendizagem em Ciências da Natureza é a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade” (Brasil, 2000, p.20).

Assim como nos outros temas da Física, o estudo das Radiações Eletromagnéticas (RE) é de grande relevância, pelo fato destas estarem presentes em diversas situações do nosso dia a dia e de serem utilizadas/aplicadas em muitas áreas, tais como: comunicações, geração de energia elétrica, medicina, entre outras. O amparo normativo para o estudo das RE está fundamentado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), explicitando as habilidades que se objetiva desenvolver nos alunos através de tal estudo: “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica” (Brasil, 2017, p.541). Também, fica evidente neste documento a necessidade de abordar esse tópico de maneira contextualizada com o cotidiano dos estudantes. No entanto, o ensino de Física na Educação Básica brasileira tem se caracterizado pelo predomínio de aulas

expositivas, pela ênfase na memorização de fórmulas e na aplicação destas em problemas puramente matemáticos e descontextualizados. Conforme Moreira (2017), o ensino de Ciências no século XXI é centrado no docente, com foco na resolução de exercícios descontextualizados, com priorização da matemática em detrimento aos conceitos, tornando a aprendizagem pouco significativa. Diante do exposto, é importante enfatizarmos que as más condições de trabalho dos professores contribuem para que as metodologias de ensino citadas anteriormente ainda sejam predominantes nas aulas de Física. Dessa forma, os baixos salários, a desvalorização da carreira docente e o pouco tempo disponível (dentro e fora da sala de aula) para planejamento, elaboração e consecução de atividades mais amplas refletem negativamente na qualidade da educação escolar. De acordo com Moreira (2017), para que haja uma melhoria na educação, dentre outros fatores, é necessário que tenha valorização do professor e melhorar suas condições de trabalho. Assim, seria fundamental que, além da melhoria de vários aspectos, os professores dispusessem (institucionalmente) de um tempo mais amplo para a realização de atividades mais significativas. Neste sentido, Gelamo e Ustra (2016) também citam essas condições como elementos básicos para a melhoria dos resultados na educação básica.

Retomando o caso específico do estudo sobre as Radiações Eletromagnéticas na Educação Básica e levando em consideração os fatores adversos citados anteriormente, surgem então os seguintes questionamentos: é possível trabalhar esse tópico de maneira contextualizada? Se sim, de que maneira? Há materiais/manuais disponíveis que possam auxiliar os Professores na elaboração de atividades mais amplas? Quais recursos didáticos podem ser usados pelo Professor, e de que modo usá-los para possibilitar e/ou potencializar o aprendizado deste tópico pelos alunos?

As perguntas decorrentes das reflexões feitas no final do parágrafo anterior serviram de motivação para a elaboração trabalho, visto que, enquanto aluno do Ensino Médio, em nenhum momento este assunto foi explorado pelos professores. Já na condição de graduando em Física, como participante do Programa Institucional de Bolsas de iniciação à Docência (PIBID) e de quatro Estágios Supervisionados, não presenciei no acompanhamento aos professores nas escolas qualquer abordagem contextualizada sobre o tópico, nem mesmo atividades experimentais ou utilização de Recursos tecnológicos que permitissem potencializar a compreensão de fenômenos relacionados às RE. Em contrapartida, ao participar por dois anos consecutivos do projeto de Extensão denominado Ações Formativas Integradas de Apoio ao Ingresso no

Ensino Superior (AFIN), que se trata de um cursinho pré-vestibular desenvolvido no ambiente da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), destinado a alunos e egressos das escolas públicas da cidade de Ituiutaba e região, pode explorar conceitos e aplicações das RE de maneira contextualizada com situações envolvendo o cotidiano dos alunos, recorrendo principalmente a notícias científicas, constatando a importância desta atividade na formação dos estudantes, contribuindo para a alfabetização científica e a formação cidadã no que diz respeito à compreensão do universo que nos cerca e o combate às informações falsas amplamente divulgadas pela mídia em geral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais sobre a função da Escola, do aprendizado em física e as fragilidades de seu ensino na educação básica

Conforme está previsto na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), assim como na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 (Brasil, 1996), é função da Escola promover uma Educação pautada na formação da cidadania. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Nacionais Curriculares das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) destacam a importância da física nessa formação (Brasil, 2002). Neste documento, as habilidades e competências que se objetiva adquirir a partir dos estudos específicos sobre as RE são reunidas no tema estruturador intitulado Matéria e Radiação, conforme podemos observar na tabela 1:

Tema	Unidade temática	Habilidades e competências
Matéria e Radiação	Radiações e suas interações	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar diferentes tipos de radiações, sua sistematização no espectro e sua utilização através das tecnologias a elas associadas, como: forno de microondas, tomografia etc.. • Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais e os fenômenos envolvidos em fotocélulas, radiografias, dentre outros. • Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

Tabela 1: Tema estruturador Matéria e Radiação / Fonte: PCN+ (adaptado)

Nesta tabela, o destaque à importância atribuída à necessidade de contextualização dos tópicos vistos em aula com situações do cotidiano corrobora com a

afirmação feita no tópico anterior. Chassot (2003) também destaca ser fundamental que nossos alunos sejam alfabetizados cientificamente, de modo que:

Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isto é, a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida. Isso é muito significativo. Aqueles que se dedicam à educação ambiental têm significativos estudos nessa área (Chassot, 2003, p.91).

Observa-se, portanto, que as considerações feitas por Chassot convergem com o que é estabelecido nos documentos normativos relacionados acima, ou seja, além de entender a ciência, é fundamental que o aluno, através dos conhecimentos científicos, consiga contribuir positivamente no contexto sociocultural/socioambiental do qual faz parte. Nesse sentido, um ensino focado na transmissão de conteúdos, com ênfase em “decorebas” de fórmulas e a ausência de contextualização com situações do cotidiano destoa do que é preconizado e objetivado nos manuais educacionais brasileiros.

Dessa maneira, é imprescindível buscarmos contribuir com a ruptura do ensino por transferência de conhecimento, muito comum nas aulas de Física. Conforme Freire (1987), há um equívoco no modelo de Educação “bancária”, na qual o educador detém o conhecimento e os “deposita” aos que nada sabem, o que é claramente oposto aos objetivos estabelecidos nos PCN, no qual se afirma que a Ciência é resultado de uma construção de acordo com o momento histórico e as necessidades sociais. Para obter uma melhoria no Ensino de Física, Moreira (2018) considera necessário haver abordagens de situações-problema que façam sentido para o aluno, levando em conta situações cotidianas do aluno e suas concepções prévias sobre o tópico em estudo, tornando a aprendizagem realmente significativa.

De acordo com Zabala (1998), a quase totalidade de abordagem de conteúdos conceituais, em detrimento dos atitudinais e procedimentais, característicos da educação básica, desfavorece um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo, capaz de promover uma educação científica para o exercício da cidadania. Mendes, Nossa e Londero (2019) analisaram a presença destes três tipos de conteúdos em notícias científicas sobre radiações ionizantes e destacaram a importância de abordagens dessas tipologias de conteúdos e as potencialidades das notícias científicas como ferramenta para o aprendizado da Física.

2.2 Radiações eletromagnéticas e o espectro eletromagnético

Segundo Halliday e Resnick (2016), uma Onda Eletromagnética (OE) é formada por campos Elétrico e Magnético, perpendiculares entre si e que variam com o tempo, transportando energia na sua direção de propagação. A figura 1 a seguir mostra a representação esquemática de uma OE.

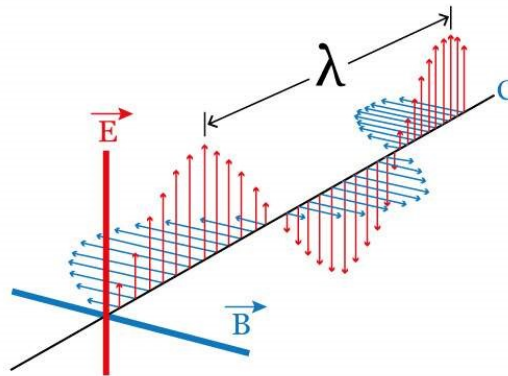


Figura 1: Representação de uma Onda Eletromagnética / Fonte: Educa Mais Brasil

As Radiações Eletromagnéticas, ou Ondas Eletromagnéticas, se propagam, no vácuo, com a velocidade da luz (c) e diferenciam-se uma das outras pela sua frequência. Para a propagação dessas ondas, no vácuo, é válida a seguinte relação: $C = \lambda \cdot f$, sendo C a velocidade da luz no vácuo, λ o comprimento de onda e f a frequência. As fontes dessas radiações podem ser naturais ou artificiais. Um exemplo de fonte natural das radiações eletromagnéticas é Sol, o qual emite uma grande variedade de RE, tais como: Ondas de Rádio, Micro-ondas, Infravermelho (radiação térmica), luz visível, Ultravioleta, dentre outras (Carvalho; Oliveira, 2017). O conjunto de todas as RE é reunido no que chamamos de Espectro Eletromagnético, conforme podemos ver na figura 2 a seguir:



Figura 2: Espectro Eletromagnético / Fonte: Mundo Educação UOL

Conforme podemos observar, cada uma das Radiações que compõem o Espectro mostrado na figura 2 tem frequência distinta uma da outra e, conseqüentemente, energias diferentes, tendo em vista a relação $E=h \cdot f$, sendo E a energia do fóton da radiação, h a constante de Planck e f a frequência. Dessa forma, temos que quanto maior a frequência da Radiação Eletromagnética, maior será a sua energia. A frequência de uma RE também a determina se é classificada como Ionizante ou não Ionizante. Neste trabalho, as RE ionizantes encontram-se no intervalo compreendido entre o Ultravioleta tipo C (UV-C) ¹ até os raios gama. Segundo o Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR), “Quando a radiação possui energia suficiente para “arrancar” um dos elétrons orbitais de átomos neutros, diz-se que ela é ionizante” (CBR, 2022, p.08). A figura 3 a seguir mostra uma representação esquemática dos efeitos da radiação ionizante numa molécula de DNA:

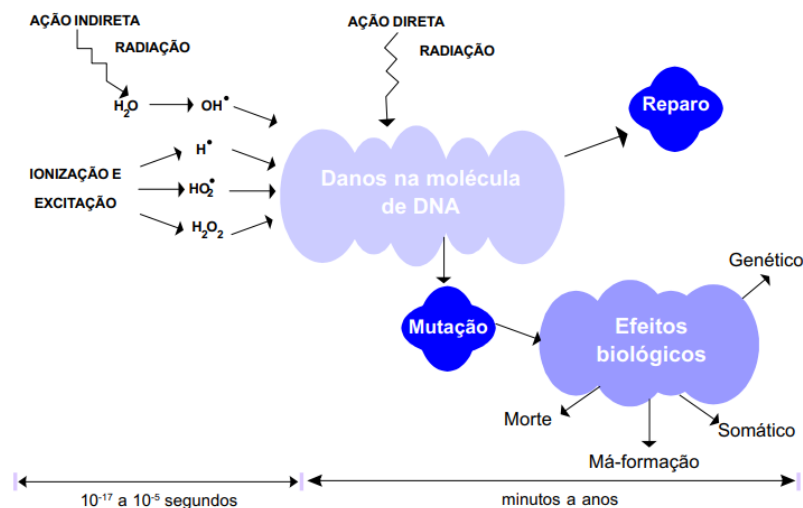


Figura 3: Conseqüências da Irradiação da Molécula de DNA / Fonte: CNEN

As RE não ionizantes, ao contrário do tipo anterior, não têm energia suficiente para arrancar um dos elétrons dos orbitais de átomos neutros, ou seja, têm frequências/energias menores que as Ionizantes. Nesse sentido, no intervalo compreendido das Ondas de Rádio até o Ultravioleta tipo B (UVB) temos as Radiações não ionizantes. Apenas uma minúscula faixa do Espectro Eletromagnético pode ser visto, denominado de Luz visível. Para frequências menores ou maiores desse intervalo

¹ Há divergências na literatura quanto à classificação das radiações ionizantes. Algumas fontes indicam que apenas os raios-x e os raios gama são ionizantes, enquanto outras indicam que os raios ultravioletas tipo C (UV-C) também são ionizantes, pela sua alta energia e capacidade de ionização, como consta no trabalho de Fernandes, Neto e Santos (2023). Para todos os fins, adotaremos a Radiação UV-C como sendo ionizante.

temos as RE não visíveis, como as Ondas de Rádio, Infravermelho, Ultravioleta e Raios-x.

Como dito anteriormente, as Radiações Eletromagnéticas assumem papel de suma importância na vida das pessoas, visto que diversos fenômenos naturais e diversas aplicações tecnológicas dependem delas, tais como: Comunicações, sensores, processos biológicos, diagnósticos e tratamentos de diversas doenças. Nos itens subsequentes trataremos com mais detalhes algumas das diversas aplicações dessas radiações, sua importância, suas restrições e de que maneira podem ser mais bem estudadas em sala de aula na Educação Básica.

2.3 Alguns fenômenos e aplicações envolvendo as Radiações eletromagnéticas

São inúmeras as aplicações das Radiações no cotidiano, porém, neste trabalho são citadas apenas cinco consideradas mais importantes e voltadas ao cotidiano dos alunos:

2.3.1 Uso dos Raios-x para diagnóstico

Materiais e tecidos biológicos com diferentes densidades atenuam as radiações também de maneiras distintas. Normalmente, tecidos menos densos apresentam uma menor atenuação que os tecidos mais densos. Dessa maneira, no corpo humano a radiação consegue penetrar mais nos tecidos moles do que nos ossos, permitindo que a partir da incidência de raios-x consegue-se obter imagens anatômicas e identificar a existência ou não de anomalias (Carvalho; Oliveira, 2017). Além da densidade do material/tecido irradiado, a atenuação pode depender da energia da radiação incidente e da espessura do material em análise. No caso dos raios-x, a intensidade da radiação que atravessa o material/tecido biológico obedece a Lei de Lambert-Beer dada pela equação abaixo:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Em que a (I_0) é a intensidade emitida pelo tubo de raios-x, x é a espessura do tecido, μ , o coeficiente de atenuação linear e I , a intensidade da radiação que atravessa o material (CBR, 2022, p.13). A figura 4 a seguir mostra um esquema de obtenção de imagem através da utilização dos raios-x:

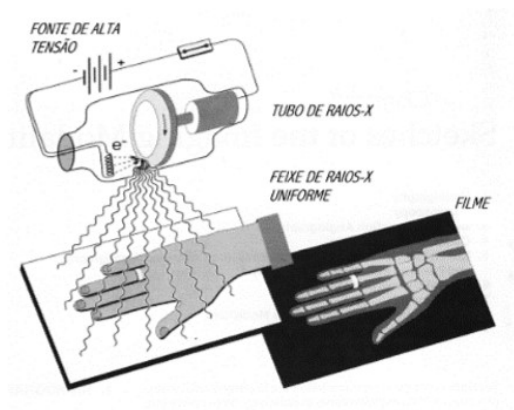


Figura 4: esquema de geração de raios-x, sua aplicação e imagem obtida / Fonte: CBR (2022) ²

É importante lembrar que os raios-x são radiações ionizantes. Nesse sentido, ao mesmo tempo em que é usado para obtenção de imagens médicas, é necessário tomar as devidas precauções estabelecidas pelos órgãos competentes para que sua utilização não venha causar danos aos pacientes. Por isso, é comum durante um exame de Radiografia dentária, por exemplo, proteger as partes que não estão em análise (principalmente as mais sensíveis, como a tireoide) com coletes, geralmente feitos de chumbo. No caso de gestantes, é orientado que não realize exames que utilizem esses tipos de radiação, visto que o feto é bastante vulnerável às RE ionizantes, segundo o Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN, s.d.).

2.3.2 Esterilização

Outra aplicação das radiações ionizantes é a esterilização de objetos e até mesmo ambientes, principalmente os relacionados à área da saúde, como kits e ambientes cirúrgicos. “A radiação ionizante age nos micro-organismos quebrando suas cadeias moleculares e induzindo reações dos fragmentos com o oxigênio atmosférico ou compostos oxigenados, matando os micro-organismos ou inviabilizando sua reprodução” (IPEN, s.d.). Um dos exemplos é a utilização da radiação ultravioleta C (UV-C) para esse fim, contribuindo para descontaminação de alimentos, superfícies, diversos tipos de materiais e até mesmo órgãos para transplante, conforme o (CEPOF – USP, 2021). No caso das RE não ionizantes há uma grande quantidade de aplicações e fenômenos do nosso cotidiano, como nas Telecomunicações e nos sensores. Detalharemos a seguir duas das diversas aplicações.

² A imagem foi retirada do e-book do CBR (2022), no entanto, a fonte original é Walter Huda, W Review of Radiologic Physics Ed Wilkins

2.3.3 Termômetro digital infravermelho (TDI)

Este tipo de termômetro usa um sensor para detectar a radiação térmica (infravermelho) emitida pelo corpo que se objetiva saber sua temperatura. Geralmente, é usada uma luz vermelha de baixa energia (não ionizante) apenas para direcionar melhor o ponto de medição, não oferecendo, portanto, nenhum risco à saúde da pessoa (ANVISA, 2020). A figura 5 a seguir mostra a esquematização do funcionamento do TDI.

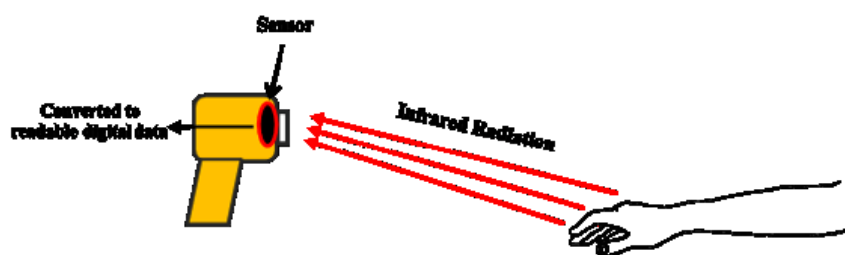


Figura 5: representação do funcionamento do Termômetro Digital Infravermelho / Fonte: Interrisk Asia

2.3.4 Princípio de funcionamento do forno de micro-ondas

Ao colocarmos um alimento dentro do forno de micro-ondas, uma radiação eletromagnética na faixa das micro-ondas é lançada pelo Magnetrón, de maneira que essa RE interage com as moléculas dos alimentos aumentando sua energia de vibração e, conseqüentemente, sua temperatura (Carvalho; Oliveira, 2017). A figura 6 a seguir mostra a representação esquemática do processo descrito acima:

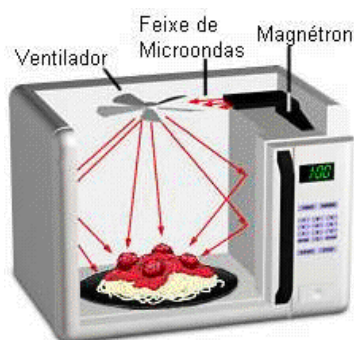


Figura 6: Funcionamento do micro-ondas / Fonte: Brasil Escola

O aquecimento decorrente desse processo não ocasiona nenhum dano à saúde das pessoas, visto que as micro-ondas são radiações não ionizantes. No entanto, há alguns cuidados a serem tomados quanto aos materiais colocados dentro do forno de

micro-ondas. Nesse sentido, o uso de objetos metálicos é contra indicado, visto que pode ocasionar incêndios, devido ao seu caráter refletor da radiação.

2.3.5 Arco-íris

Até o momento, todos os exemplos trazidos são vivenciados no cotidiano das pessoas e se constituem de RE não visíveis. Há também algumas situações que presenciamos em nosso dia a dia que estão relacionados à interação da RE visível com a matéria, como a formação do arco-íris. A figura 7 abaixo mostra a decomposição da luz branca nas cores formadoras do arco-íris:

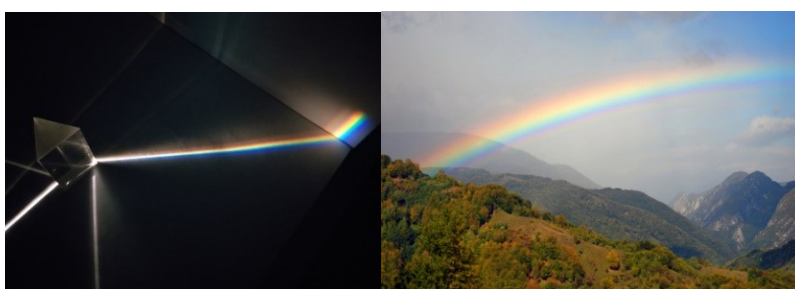


Figura 7: dispersão Óptica num prisma (esquerda) e arco-íris (direita) / Fonte: Arquivos do autor (esquerda) e UOL (direita)

Ao entrar em contato com as gotas de água, a luz branca proveniente do sol se refrata, reflete e dispersa resultando na formação do arco-íris, fenômeno similar ao mostrado na figura 7.

2.4 Possibilidades e potencialidades de abordagens das RE através de notícias científicas

Nos dias atuais, os alunos (e a sociedade em geral) têm acesso a uma grande quantidade de informações e, concomitante à evolução desta, houve um considerável crescimento da propagação de falsas notícias (*fake news*) e até mesmo do negacionismo científico, evidenciando, assim, a necessidade de construirmos uma educação científica sólida. Conforme trazido no início deste trabalho, a experiência de desenvolvimento de algumas atividades nos Projetos e Programas institucionais nos quais participei possibilitou a verificação de algumas abordagens que potencializaram o aprendizado dos conteúdos conceituais e procedimentais dos estudantes. Uma das diversas opções é trabalhar notícias científicas em sala de aula, fomentando discussões acerca das fontes seguras de informação e como “filtrá-las”, além do debate dos conceitos físicos

envolvidos nas notícias e suas aplicações e implicações no cotidiano dos alunos. A BNCC também traz orientações nesse sentido, de modo que:

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade (Brasil, 2017, p. 544)

Neste mesmo documento, uma das habilidades objetivadas é expressa abaixo:

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Figura 8: uma das habilidades expressas pela BNCC / Fonte: BNCC (2017)

Ainda nesse sentido, Londero, Sorpreso e Mosinahti (2015) destacam que:

No caso do contexto escolar, sabemos que a aprendizagem em sala de aula engloba a vivência de cada aluno. Assim, é fundamental que os professores não desconsiderem a interferência das notícias científicas no processo de mediação escolar e a concepção de ciência presente nas mesmas (Londero et al., 2015, p.231).

Dessa maneira, este tema relacionado ao ensino de Física através de notícias sobre assuntos científicos cotidianos é o foco principal deste trabalho, conforme justificado e detalhado nos itens subsequentes.

2.5 Dados publicados sobre o tema em eventos científicos na área de Ensino de Física

Considerando o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) como os dois principais eventos na área de ensino de Física, fizemos o levantamento da quantidade de trabalhos (das últimas 3 edições publicadas) sobre o tema Radiação e quais as propostas feitas pelos autores desses trabalhos. É importante enfatizarmos que os dados apresentados nas tabelas abaixo correspondem a resultados obtidos a partir da busca de acordo com as palavras-chave: Radiação Eletromagnética/Radiação/Física das Radiações/Ondas Eletromagnéticas.

SNEF			
Ano	Quant. de trabalhos	Propostas apresentadas pelos autores	Total
2017	13	DC(1), PAE(2), TEF(1), SD(4), RB(3), PE(1), PA(1)	31
2019	8	LB(1), PA(1), SD(2), RB(1), PQL(1), PE(1), PME(1)	
2021	10	PA(2), SD(2), PE(1), LB(1), PB(1) TEF(1), PQL(1), PAE(1)	
EPEF			
Ano	Quant. de trabalhos	Propostas apresentadas pelos autores	Total
2018	4	LB(2), PAE(1), RB(1)	9
2020	4	PD(1), PE(1), RB(2)	
2022	1	PE(1)	

Tabela 2: Trabalhos publicados no SNEF e EPEF sobre Radiações Eletromagnéticas

Fonte: levantamento feito pelo autor

DC: Atividade de Divulgação Científica, PAE: Proposta de Atividade Experimental, TEF: uso das Tecnologias no Ensino de Física, SD: Sequência Didática, RB: Revisão Bibliográfica, PE: Proposta de Ensino, PA: Proposta de Atividade, PQL: Pesquisa Qualitativa, PME: Proposta de Metodologia de Ensino, PD: Proposta Didática, LB: Levantamento Bibliográfico.

Conforme apresentado na tabela 2, propostas de Sequências Didáticas (SD) corresponderam ao maior número de trabalhos sobre as RE presentes nas edições analisadas do SNEF, seguido por Revisões Bibliográficas (RB). Já no EPEF, as RB apareceram com maior frequência e, ao contrário do SNEF, não houve nenhuma proposta de SD, o que pode ser justificado pelo foco maior do EPEF em trabalhos de pesquisa. Pelos dados levantados, é possível observar também que no intervalo analisado não houve um crescimento (linear) da quantidade de trabalhos publicados sobre o tópico no SNEF e uma diminuição da quantidade no último EPEF, em relação ao penúltimo. Ao fazer a análise dos trabalhos, principalmente no SNEF, observou-se que em boa parte deles era feita menção da necessidade/importância de abordar as Radiações de maneira contextualizada, convergindo com o que defendemos nesta monografia. Além disso, diversos trabalhos apresentaram explicitamente a proposta de abordagem das Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Nesse sentido, destacamos o trabalho de Mendes e Santos (2021) que trata das *fake news* relacionadas ao uso do Termômetro Infravermelho, que é também explorado nesta monografia.

Um levantamento (anterior e mais detalhado ao feito nesta monografia) sobre os trabalhos relacionados aos estudos sobre o ensino de física das Radiações, publicados

no SNEF, foi realizado por Mendes e Londero (2017), conforme podemos observar na tabela 3 a seguir:

Nº de Ordem	Edição / Ano	Frequência por edição	Frequência por década
01	XXI / 2015	10	28
02	XX / 2013	07	
03	XIX / 2011	11	
04	XVIII / 2009	11	27
05	XVII / 2007	04	
06	XVI / 2005	04	
07	XV / 2003	04	
08	XIV / 2001	04	
09	XII / 1997	02	08
10	XI / 1995	01	
11	X / 1993	01	
12	IX / 1991	04	
Total	12	63	63

Tabela 3: Publicações relacionadas aos estudos sobre o ensino da física das radiações nos anais do SNEF / Fonte: Mendes e Londero (2017)

Cabe destacar que não é coerente fazer a comparação entre as tabelas 2 e 3, visto que, nesta última, a busca dos autores foi feita usando as seguintes palavras-chave: *Radioatividade, Radiação, Física Nuclear, Decaimento Radioativo, Marie Curie, Bequerel e Usinas de Energia Nuclear* (Mendes; Londero, 2017). Recorrendo aos dados obtidos por esses autores, conforme apresentado na tabela 3, no período em análise houve um crescimento na quantidade de trabalhos relacionados ao tópico. É importante destacarmos que, apesar de constar apenas 28 trabalhos na última década analisada pelos autores, houve mais duas versões do evento, sendo os SNEF 2017 e SNEF 2019, cujo levantamento consta na tabela 2. Assim, evidencia-se o aumento da quantidade de trabalhos publicados no SNEF na última década analisada, em relação à anterior.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta Monografia foram feitas Revisões Bibliográficas de trabalhos publicados sobre o ensino das Radiações Eletromagnéticas (RE) nos anais das três últimas edições dos principais eventos na área de Ensino de Física (SNEF e EPEF). Inicialmente, o intuito foi verificar a quantidade de trabalhos publicados e quais as propostas apresentadas pelos autores, principalmente no que tange à abordagem do tópico recorrendo a *fake News* veiculadas nos meios de comunicação. Considerando os resultados obtidos desta pesquisa inicial (pequena quantidade de trabalhos sobre *fake news* envolvendo as RE) e levando em consideração a experiência docente do autor deste trabalho, o passo seguinte consistiu em descrever uma atividade desenvolvida no

projeto de extensão denominado AFIN, da UFU, e propor três atividades sobre as RE. Para o desenvolvimento destas, foram apresentadas notícias científicas sobre o tema e elaborados recursos didáticos para mediar o aprendizado do tópico. Para a fundamentação teórica dos conceitos e aplicações das RE apresentada neste trabalho, recorreu-se a livros, artigos e e-books especializados na área. Considerando a proposta de fazer uma abordagem do tópico de maneira contextualizada e com a utilização de notícias científicas, a fundamentação foi feita com base nos principais documentos normativos da Educação Básica brasileira, como os PCNEM, PCN+ e a BNCC, assim como artigos dos principais pesquisadores na área de ensino/ensino de Física.

4 ATIVIDADES RELACIONADAS ÀS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS

Trouxemos inicialmente neste item a descrição de uma atividade desenvolvida pelo autor deste trabalho no AFIN em 2023, cujo objetivo principal foi usar o conhecimento científico (discutidos em aula) sobre os princípios e aplicações das Radiações Eletromagnéticas de modo a conseguir refutar informações contidas em falsas notícias sobre o uso dos termômetros digitais infravermelho. Nesse sentido, considerando a motivação dos alunos para o aprendizado de tópicos relacionados com situações do cotidiano, assim como os resultados positivos decorrentes da referida abordagem feita no AFIN, também foram propostas três atividades fazendo uso de notícias sobre temas relacionados às RE publicadas nos meios de comunicação.

Atividade desenvolvida: Abordagem das RE através das *fake news* sobre o termômetro digital infravermelho

Contexto: Durante a pandemia da COVID-19 circulou na internet a informação de que o uso termômetro digital infravermelho poderia causar alguns danos à saúde das pessoas, incluindo o desenvolvimento do câncer. Nesse sentido, diversos portais de notícias trouxeram especialistas para comentar sobre o assunto, como Médicos e Físicos de algumas universidades renomadas. Assim, considerando as notícias, apresentadas na Figura 9, para ampliar o aprendizado de conceitos, propriedades e aplicações das RE, assim como a necessidade de aprender como verificar a veracidade das fontes de informação, foi trabalhado o tópico da seguinte maneira:



Figura 9: notícias sobre o termômetro Infravermelho / Fontes: G1, Folha de São Paulo, Jornal da USP, Metrôpoles e Jornal A Gazeta.

Considerando que em aulas anteriores já havia sido explicado o conceito de Radiação Eletromagnética, a disposição das mesmas no Espectro Eletromagnético e sua classificação como Ionizante ou não ionizante, foram feitos alguns questionamentos iniciais aos alunos, conforme elencados abaixo:

- Com base no que foi estudado, é verdade ou é mito que o Termômetro digital infravermelho causa danos à saúde das pessoas? Justifique!
- Os informativos apresentados (figura 9) afirmam que as notícias sobre os malefícios do uso do termômetro infravermelho são *fake news*. Esses informativos são de fontes confiáveis? Como identificar?!
- A radiação térmica (Infravermelho) é ionizante ou não ionizante?

- A luz vermelha direcionada à testa de uma pessoa durante a medição da temperatura causa algum dano à saúde? É ionizante ou não ionizante? Qual sua função?

A verificação das respostas dos alunos aos questionamentos feitos acima foi realizada de maneira informal (de forma verbal), visto que a quantidade de alunos na turma era de, aproximadamente, 15 alunos, possibilitando assim a utilização desse método. Após o momento destinado para a apresentação das concepções prévias e argumentos iniciais, a maioria dos alunos afirmou que o termômetro digital infravermelho não causaria dano à saúde das pessoas, visto que a Radiação Infravermelha é não ionizante, por ter energia menor que a luz visível (não ionizante também). No entanto, acharam que o termômetro digital emitia a Radiação infravermelha para conseguir determinar a temperatura da pessoa. Uma pequena quantidade de alunos ficou em dúvida sobre o tema e alguns relataram que o “laser” vermelho emitido pelo termômetro poderia sim causar algum dano. Por outro lado, outros alunos chegaram a dizer que a luz vermelha é visível e que não causaria nenhum dano, por ser não ionizante. No que tange à confiabilidade dos informativos apresentados, a maioria acreditou ser fontes confiáveis, visto que eram sites conhecidos. Nesse momento, analisamos e discutimos melhor os sites e a origem das fontes. Os alunos foram instruídos a verificar a veracidade das informações, assim como pesquisar a formação de alguns dos responsáveis pela explicação do tema nos sites G1 e Jornal da USP, por exemplo.

As concepções apresentadas pelos alunos e as discussões levantadas no decorrer da aula foram de suma importância para estabelecer uma motivação pelo aprendizado, aspecto considerado essencial para um processo de ensino-aprendizagem significativo. Nesse sentido, a atuação do autor deste trabalho foi na função de professor-mediador, de maneira a construir coletivamente com os alunos um conhecimento sólido sobre o tema. Ao final das análises e discussões, os alunos conseguiram entender o funcionamento do termômetro digital infravermelho, compreendendo que tal equipamento apenas faz a captação da radiação térmica (infravermelho) emitida pelo corpo da pessoa e que a luz vermelha (não ionizante) serve apenas para melhor direcionar o ponto de medição da temperatura corporal. No que tange ao aprendizado de conteúdos procedimentais, a proposta de orientação dos alunos na busca pela veracidade das fontes foi de suma importância, contribuindo para um processo de ensino-aprendizagem significativo e uma sólida alfabetização científica.

A abordagem descrita acima (feita no AFIN/2023) foi motivada pelos excelentes resultados obtidos em uma oficina sobre Ondulatória, desenvolvida no ano de 2022 no AFIN. Um dos tópicos abordados nesta oficina foram as relações CTSA envolvendo as Ondas Eletromagnéticas, contextualizando-as com as *fake news* sobre o uso do termômetro digital infravermelho. O trabalho intitulado “Abordagem CTSA das Radiações Eletromagnéticas através de uma oficina sobre Ondulatória” (Neves, 2023) detalha o desenvolvimento das atividades. A figura 10 a seguir mostra uma das transparências apresentadas durante a oficina desenvolvida no AFIN, em 2022:

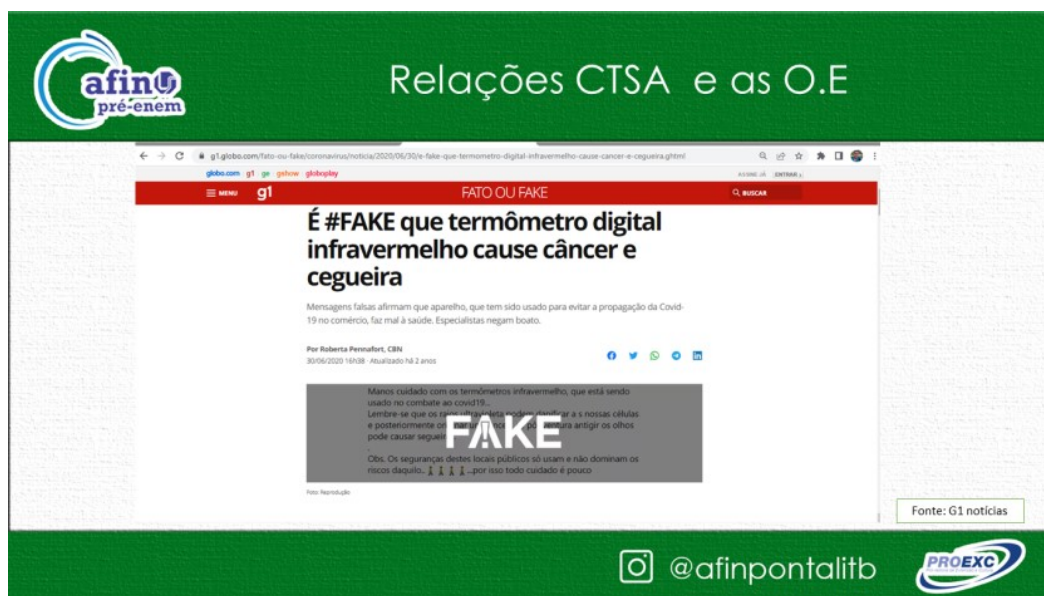


Figura 10: Abordagem das relações CTSA e as Ondas Eletromagnéticas durante uma oficina no AFIN 2022

Fonte: Arquivos do autor

Apesar dos bons resultados obtidos através da oficina desenvolvida em 2022, buscou-se uma abordagem ainda mais significativa para os alunos na edição subsequente do Projeto (AFIN 2023). Nesse sentido, foi dada maior ênfase nos questionamentos iniciais sobre o tópico, buscando uma maior participação dos alunos, assim como possibilitar o aprendizado de conteúdos procedimentais pelos mesmos. Na figura 11 a seguir, são elencadas as principais características das abordagens do tópico feitas no AFIN, ficando em destaque aquelas que foram acrescentadas e/ou enfatizadas nas atividades desenvolvidas no AFIN em 2023.

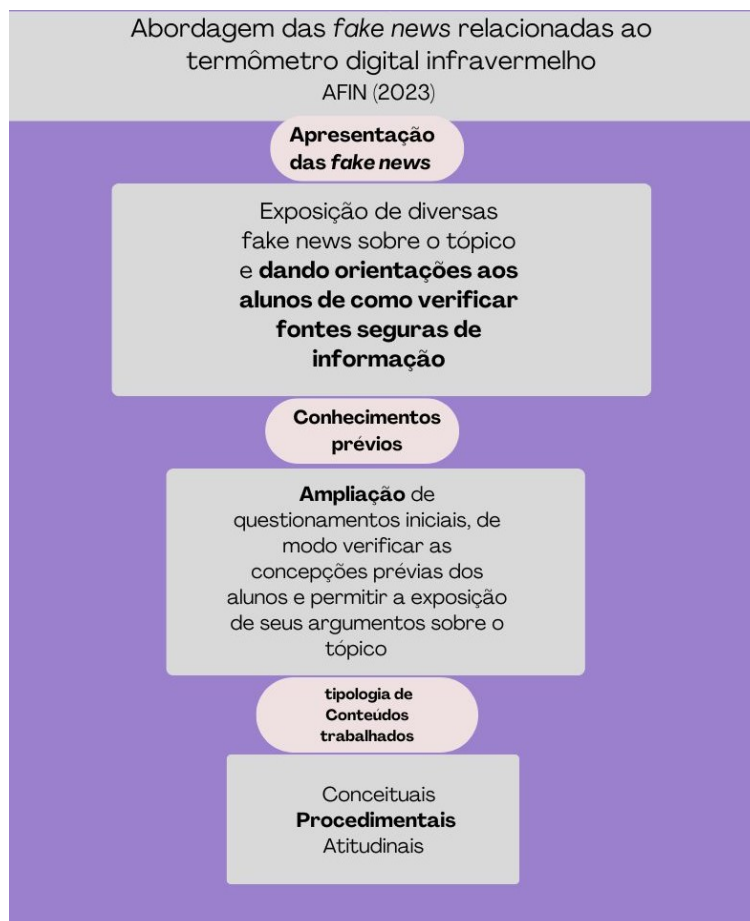


Figura 11: esquematização contendo as principais características da abordagem feita no AFIN em 2023 / Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canva

Conforme apresentado na figura 11, a abordagem do tópico nas aulas do AFIN 2023 buscou uma participação mais ativa dos alunos, levando em consideração suas concepções prévias, e promovendo também o aprendizado de conteúdos procedimentais. No que tange aos conceitos, propriedades, aplicações das Radiações Eletromagnéticas e suas implicações na sociedade, ficou evidente para o autor deste trabalho que a abordagem feita em 2023 possibilitou um aprendizado mais amplo dos alunos, contribuindo para a construção de uma alfabetização científica nos mesmos. O trabalho intitulado “*A POLÊMICA DO TERMÔMETRO INFRAVERMELHO A PARTIR DA ABORDAGEM CTS NO CONTEXTO DE PANDEMIA*” de autoria de Mendes e Santos (2021), publicado no SNEF 2021, aborda as *fake news* envolvendo os TDI recorrendo às relações CTSA. Por outro lado, acreditamos que para um processo de ensino e aprendizagem ainda mais significativo, seria fundamental que discussões adicionais fossem feitas, de modo a fazer com que os alunos relacionassem a situação em estudo

com outras envolvendo as radiações eletromagnéticas e suas implicações na vida das pessoas.

Diante do exposto, considerando os resultados obtidos com a atividade desenvolvida no AFIN 2023, conforme descrita acima, e as observações feitas no final do parágrafo anterior, propomos a abordagem de três outros tópicos relacionados às RE, também envolvendo notícias veiculadas na internet. O objetivo é que, a partir do conhecimento científico construído nas aulas, os alunos tenham capacidade de discernir a veracidade ou não de notícias/situações veiculadas nos meios de comunicação e relacionar o tópico com outras situações similares presenciados em seus cotidianos. A primeira atividade proposta refere-se ao uso do micro-ondas e é descrita a seguir:

Proposta de atividade 1: O uso do forno de micro-ondas

Contexto: diversas pessoas têm receio de usar o forno de micro-ondas ou comer comidas preparadas nele, sob a justificativa de que a radiação usada no processo de preparação/aquecimento dos alimentos pode causar algum dano à saúde. Nesse sentido, o tópico foi abordado recorrendo, também, a notícias veiculadas na internet, conforme descrito abaixo:

Etapa 1: Exposição das notícias e questionamentos iniciais



Figura 12: Notícia envolvendo o uso do aparelho micro-ondas / Fonte: BBC News Brasil

De modo a verificar as concepções dos alunos sobre o tópico, é viável levantar alguns questionamentos iniciais:

- Com base nos conceitos estudados sobre as Radiações Eletromagnéticas, você saberia dizer se o uso do micro-ondas é prejudicial à saúde das pessoas? Qual a sua resposta à pergunta apresentada na figura 12?
- Apresente suas justificativas do porquê o uso do micro-ondas é ou não prejudicial à saúde

Esses questionamentos podem ser feitos de maneira oral, ou até mesmo escritos na lousa. Para a verificação das respostas dadas pelos alunos, o professor pode optar por formar alguns grupos³, de acordo as respostas fornecidas, conforme exemplificado abaixo:

Grupo A: alunos que acreditam ser prejudicial o uso do micro-ondas e apresentam suas justificativas iniciais

Grupo B: alunos que acreditam ser prejudicial o uso do micro-ondas, mas não sabem dizer o porquê.

Grupo C: alunos que acreditam não ser prejudicial o uso do micro-ondas e apresentam suas justificativas iniciais

Grupo D: alunos que acreditam não ser prejudicial o uso do micro-ondas, mas não sabem dizer o porquê

Etapa 2: análises e discussões dos argumentos apresentados pelos alunos

Esta etapa tem por objetivo possibilitar que, através de argumentos apresentados, os alunos justifiquem suas respostas iniciais dadas. Assim, o professor deve buscar promover discussões entre os grupos, atuando como mediador nesse processo. Após isso, uma das possibilidades para o desenvolvimento da etapa seguinte (etapa 3) da atividade seria uma retomada de conceitos e propriedade das RE feita de forma expositiva pelo professor, de modo que os alunos recapitassem o que foi estudado em aulas anteriores. No entanto, propomos que a retomada dos conceitos e das propriedades

³ A formação de grupos, de acordo com as respostas dadas pelos alunos, foi uma estratégia adotada pelo ator deste trabalho, em outras atividades do AFIN, para a verificação (informal) das concepções e argumentos iniciais fornecidos pelos alunos, justificando, assim, o uso desse método na proposta apresentada.

das RE seja feita a partir de um diálogo em forma de quadrinhos, elaborado pelo professor (autor deste trabalho), conforme justificado e apresentado a seguir.

Etapa 3: apresentação de um diálogo sobre o uso do micro-ondas em forma de quadrinhos

O objetivo de trazer esse recurso é fazer com que a retomada do conhecimento sobre alguns aspectos fundamentais das RE seja feita de maneira ativa pelo estudante; ou seja, ao invés do professor transmitir os conhecimentos necessários para subsidiar a solução do problema relacionado ao uso do micro-ondas, os alunos devem ler atentamente os diálogos apresentados, de modo que estes contribuam para a resposta final a ser dada por eles, assim como seus novos argumentos (caso tenham) apresentados.

Recurso didático preparado pelo professor para mediar o aprendizado de conceitos:

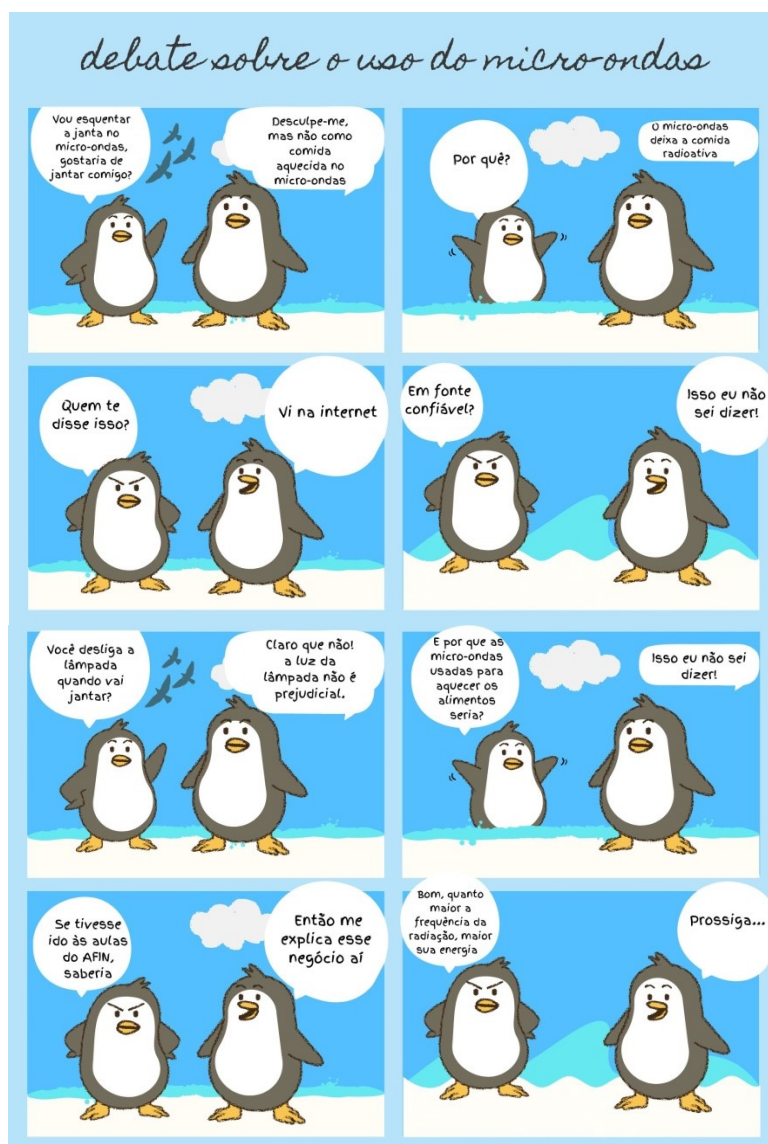




Figura 13: diálogo sobre o uso do forno de micro-ondas em forma de quadrinho

Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canva

Conforme apresentado na figura 13, a parte inicial do diálogo destaca a crença de um dos personagens em uma das *fake news* propagadas sobre o uso do micro-ondas, que é deixar a comida radioativa. Além disso, busca mostrar a importância de saber diferenciar fontes seguras de fontes não seguras de informação. Nas partes subsequentes do diálogo, evidencia-se a necessidade de conhecimento da relação entre a frequência e a energia das RE, sua disposição no Espectro Eletromagnético e a identificação das RE como ionizantes ou não ionizantes. Os alunos que lerem atentamente o diálogo conseguem os subsídios necessários para chegarem à conclusão de que o uso do micro-ondas não causa danos à saúde das pessoas, visto que as micro-ondas não têm energia suficiente para provocar ionização/deixar a comida radioativa.

Etapa 4: retomada aos questionamentos iniciais e avaliação do aprendizado

Após a apresentação do diálogo mostrado na figura 13, o professor deve retomar aos questionamentos iniciais, de modo a verificar as possíveis mudanças (ou não) de opinião dos alunos, possibilitando que apresentem novos argumentos ou mantenham sua posição inicial em relação ao tópico.

Na atividade descrita anteriormente, assim como nesta proposta, a ideia inicial é fazer com que a avaliação do aprendizado seja feita de maneira mais informal, conforme procedido pelo autor deste trabalho nos projetos/programas institucionais citados anteriormente; visto que, procedendo assim, percebeu-se que ao avaliá-los de maneira mais informal, havia uma maior motivação para participação nas discussões e na busca pelas soluções dos problemas/situações-problema. Quanto à avaliação formal do aprendizado conceitual, normalmente exigida nas escolas, a aplicação de testes/provas é uma das opções, assim como a produção de um relatório sobre o assunto. No entanto, é fundamental que as questões propostas sejam contextualizadas com situações envolvendo o cotidiano dos estudantes, conforme preconizado nos documentos normativos da Educação Básica e consonante ao que defendemos nesta monografia. Conforme relatamos anteriormente, é fundamental que os alunos sejam despertados a buscarem elencar outras situações envolvendo as RE em seus cotidianos e/ou noticiadas nos meios de comunicação. Nesse sentido, propomos uma abordagem de um tema bastante relevante, o qual foi veiculado em diversos meios de comunicação durante a pandemia da COVID-19 e que tem várias implicações positivas na vida das pessoas, conforme apresentado abaixo:

Proposta de atividade 2: Trabalhando com notícias relacionadas ao uso de rodo Ultravioleta C (UV-C) para a descontaminação de ambientes hospitalares durante a pandemia da Covid-19

Etapa 1: exposição de notícias relacionadas ao tema e questionamentos iniciais



Figura 14: notícias relacionadas ao uso dos raios UV-C durante a pandemia / Fontes: Folha de São Paulo (esquerda) e Jornal da USP (direita)

Alguns questionamentos iniciais a serem feitos:

- As notícias apresentadas acima são de fontes seguras?
- Com base nos estudos feitos sobre as Radiações Eletromagnéticas, é possível saber se o uso do Ultravioleta tipo C (UV-C) é eficaz para eliminar vírus e bactérias?
- As notícias apresentadas na figura 14 são verdadeiras ou *fake news*? Justifique!
- Há alguma diferença entre as RE Ultravioleta e a luz visível? Se sim, qual/quais?
- Você saberia dizer quais são os cuidados e as limitações citados em uma das notícias da figura 14?

Etapa 2: análises e discussões dos argumentos apresentados pelos alunos

Após os questionamentos iniciais feitos na etapa anterior, as análises e discussões dos argumentos apresentados pelos alunos constituem esta etapa, que pode ser procedida de maneira similar à proposta anterior.

3ª etapa: apresentação de ilustrações sobre os efeitos das RE em vírus e bactérias

O objetivo da sequência de ilustrações é fazer com que, a partir da interpretação das situações apresentadas, os alunos consigam compreender/ou recapitular os efeitos das RE em vírus e bactérias. Conforme apresentado a seguir, a ideia é mostrar que as radiações não ionizantes não possuem energia suficiente para causar danos aos vírus e bactérias, ao contrário da radiação UV-C, que possui energia suficiente para ionizá-los.

Justificativas: apresentamos aqui uma maneira de fazer com que os alunos consigam compreender/revisar os principais fundamentos das RE, de modo a retomar aos questionamentos iniciais com novos argumentos. Dessa maneira, fazemos com que o aprendizado seja feito de maneira ativa, exigindo do estudante o uso do raciocínio, das habilidades e competências para compreender a lógica das ilustrações.

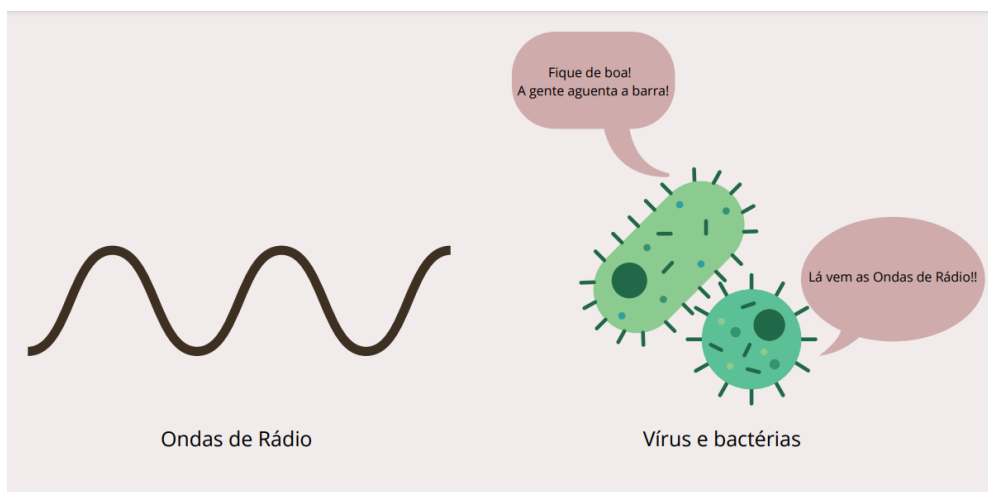


Figura 15: ilustração inicial sobre os efeitos das RE em vírus e bactérias / Fonte: elaborado pelo autor (utilizando o Canva)

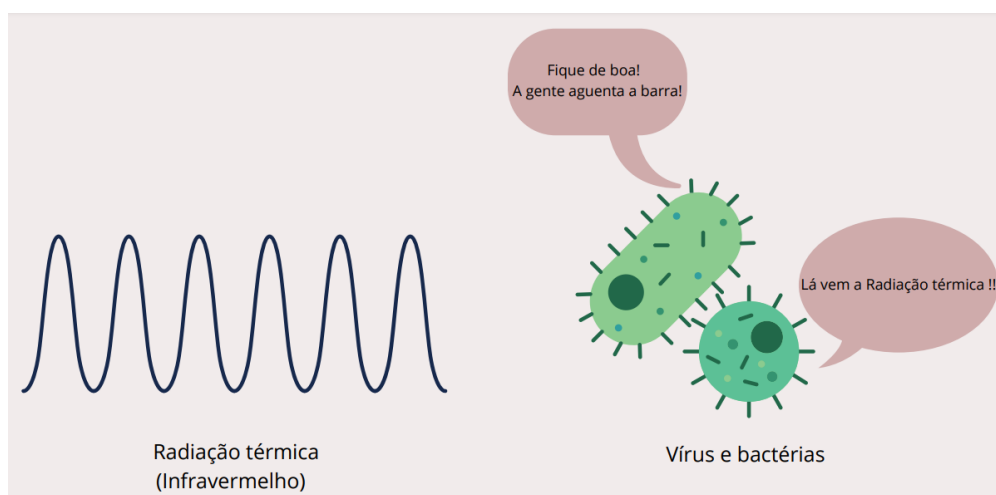


Figura 16: segunda parte da ilustração sobre os efeitos das RE em vírus e bactérias / Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canva

Conforme apresentado nas figuras 15 e 16, por se tratar de radiações não ionizantes, as Ondas de Rádio, assim como o Infravermelho, não causam qualquer dano ao material genético dos vírus e bactérias, sendo, portanto, ineficientes à descontaminação de ambientes hospitalares, por exemplo. Por outro lado, o carácter ionizante das radiações

ultravioletas tipo C (UV-C) faz com que esta seja usada para tal função, conforme esquematizado na figura 17 abaixo:

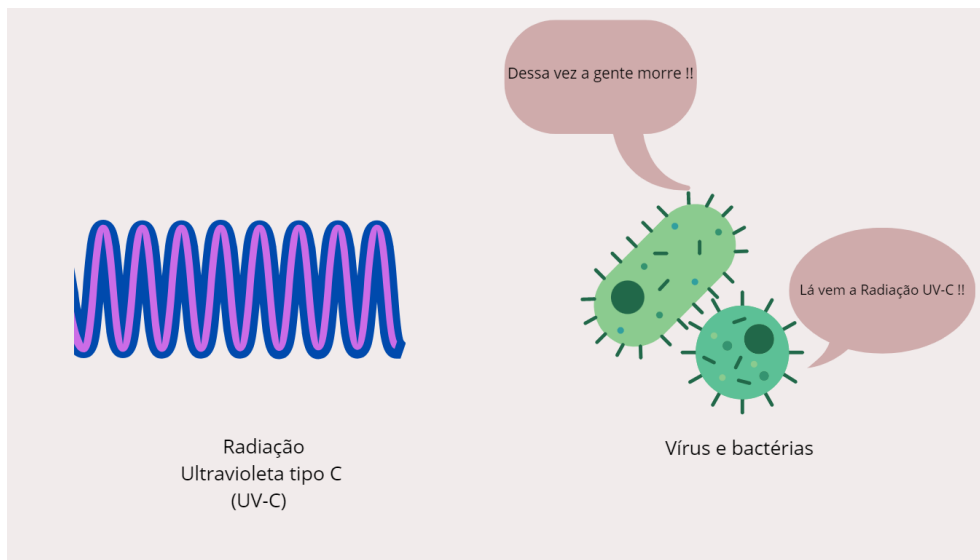


Figura 17: terceira parte da ilustração sobre os efeitos das RE em vírus e bactérias /

Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canvas

É importante que algumas considerações sejam feitas em relação às ilustrações apresentadas acima, tais como: as cores das ondas nas imagens não correspondem à realidade, uma vez que todas as três RE estão fora da faixa do visível e as Ondas Eletromagnéticas se propagam em três dimensões.

Etapa 4: retomada aos questionamentos iniciais e avaliação do aprendizado

É importante fazer com que os alunos retomem aos questionamentos iniciais e apresentem novos argumentos, mantendo ou não suas concepções apresentadas na primeira etapa. Em sequência, o professor deve novamente mediar discussões, de maneira a possibilitar aos estudantes o aprendizado significativo dos conceitos e propriedades das RE, contribuindo para uma sólida alfabetização científica. Nas duas propostas anteriores a ideia foi fazer a avaliação de maneira mais informal. Para este caso, pode ser adotada a mesma forma de avaliação, no entanto, trazemos abaixo uma maneira de avaliar formalmente os alunos, recorrendo a questionários interativos usando o Wordwall, que é um Recurso Educacional Digital (RED) gratuito e de livre acesso. A figura 18 a seguir mostra uma atividade interativa em formato de *Flash Cards*, na qual o aluno primeiramente deve analisar a proposição, conforme mostrado abaixo:



Figura 18: questão interativa sobre as RE / Fonte: elaborada pelo autor usando o Wordwall⁴

Ao clicar em **virar**, aparece uma alternativa correspondente à proposição apresentada, tendo o aluno que analisá-la e respondê-la como correta ou incorreta, indicada pelos ícones ✓ e ✗, respectivamente. A figura 19 a seguir mostra a alternativa correspondente à proposição apresentada na figura anterior:



Figura 19: resposta interativa sobre o caráter não ionizante do Infravermelho
Fonte: elaborada pelo autor usando o Wordwall

Como a alternativa apresentada acima está coerente, o aluno que clicar no ícone ✓ acertará a questão, conforme exemplificado na figura 20 a seguir:

⁴ Esse recurso foi usado pelo autor desta Monografia no cursinho AFIN e no PIBID. O trabalho de Neves e Gelamo (2021), intitulado Recursos Educacionais Digitais: uma ação do PIBID explorando o Wordwall, mostra as possibilidades e potencialidades desse recurso; justificando, portanto, seu uso como ferramenta de avaliação do aprendizado nas propostas aqui apresentadas.



Figura 20: Correção dada automaticamente pelo Wordwall, indicado pelo ícone ✓ abaixo da alternativa / Fonte: elaborada pelo autor usando o Wordwall

A questão apresentada acima tem por objetivo verificar se o aluno compreendeu a diferença entre as radiações ionizantes e as não ionizantes, sendo representadas, respectivamente pelo ultravioleta tipo C (UV-C) e o infravermelho, assim como seus efeitos em vírus e bactérias, conforme abordado nas aulas descritas anteriormente. A figura 21 a seguir mostra outra questão sobre o tópico, também elaborada no Wordwall:



Figura 21: questão sobre as aplicações do UV-C contra vírus e bactérias / Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Wordwall

O objetivo da questão acima é verificar se o aluno compreendeu que o uso dos raios UV-C necessita de algumas precauções, visto que se trata de uma Radiação bastante energética (ionizante). Sendo assim, é fundamental que os raios UV-C não sejam aplicados diretamente na pele das pessoas, ou em outras partes do corpo que sejam sensíveis, devido a seu caráter ionizante. Em relação à sua eficiência, é necessário que o

tempo de aplicação e a distância entre a fonte dos raios UV-C e a superfície que se deseja descontaminar sejam bem calculadas/estabelecidas, conforme orientações do CEPOF-USP⁵. Nesse sentido, como a proposição afirma que não há precauções a serem tomadas, nem limitações da aplicação do UV-C para a finalidade em questão, ao relatar essa incoerência, a alternativa apresentada na figura 22 abaixo está correta, conforme visto a seguir:



Figura 22: resposta interativa sobre as orientações de uso do UV-C para combate a vírus e bactérias / Fonte: elaborada pelo autor usando o Wordwall

Nesse caso, ao clicar no ícone ✓ ao lado da alternativa apresentada, o aluno acertará a questão, visto que a afirmação feita na proposição correspondente é de fato inconsistente (conforme mostra a alternativa). Novamente, ao acertar a questão, o Wordwall mostra instantaneamente o ícone ✓ logo abaixo da alternativa. A figura 23 traz outra questão relacionada ao tópico:



Figura 23: questão interativa elaborada no Wordwall / Fonte: elaborado pelo autor

⁵ As informações trazidas pelo Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica da USP podem ser verificadas no endereço eletrônico: <https://youtu.be/H1Foql6SVQ4?si=4EdpiYhpOtk8LiUZ>

Para a questão (proposição) apresentada na figura acima, foi apresentada uma alternativa com justificativas coerentes, conforme mostrado na figura 24 a seguir:



Figura 24: resposta interativa sobre as RE / Fonte: elaborado pelo autor no Wordwall

* o ícone **x** abaixo da alternativa indica que o aluno errou a questão, e não que a alternativa está errada

Os alunos que porventura acharem que a alternativa não está coerente errarão a questão, conforme mostrado pelo ícone **x** logo abaixo da alternativa acima. De fato, as micro-ondas têm frequência bem menor que os raios UV-C e, conseqüentemente, energia bem menor também, justificando, portanto, a coerência das informações apresentadas na alternativa da figura 24. É importante observarmos que a partir do acerto ou do erro da questão é possível também verificar se o aluno consegue recorrer às informações não verbais fornecidas na alternativa para subsidiar a solução do problema, uma vez que a imagem mostra que o comprimento de onda das micro-ondas é maior que o do Ultravioleta e, conseqüentemente, sua frequência é menor, vista a relação $C=\lambda \cdot f$. Destaca-se também a retomada de um tópico já trabalhado anteriormente, que é em relação ao uso do aparelho de micro-ondas.

É possível configurar o Wordwall de modo que a quantidade de questões acertadas pelos alunos seja verificada/compartilhada com o professor elaborador das questões, dando assim, um indicativo da necessidade ou não da elaboração de uma avaliação/ atividade diagnóstica. Ainda cabe destacar que, dependendo da quantidade de alunos e dos recursos disponíveis, há a possibilidade dessa avaliação ser feita no momento da aula; caso contrário, pode-se optar por fazer uma avaliação informal na sala e a utilização dessa ferramenta (Wordwall) para uma avaliação assíncrona. Aos que não possuem acesso às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) é fundamental que o professor disponibilize um material impresso com estrutura similar

ao elaborado digitalmente, conforme procedido pelo autor deste trabalho em situações semelhantes.

Conforme relatado anteriormente, é importante que após a abordagem de um tópico específico, como o tratado acima, os alunos consigam fazer relações com outras situações/notícias veiculadas na internet e que são relacionadas às Radiações Eletromagnéticas. Nesse sentido, apresentaremos abaixo outro tema que pode ser trabalhado em sala de aula e suas potencialidades para promover um aprendizado mais amplo das RE pelos alunos, contribuindo para a alfabetização científica dos mesmos. Assim, um dos temas que gera bastante dúvida, e até mesmo apreensão nas pessoas, é o uso dos Raios-x em alguns exames médicos, como a Radiografia e a Tomografia Computadorizada. Portanto, propomos uma maneira de abordar o tópico, também recorrendo a notícias veiculadas nos meios de comunicação, e utilizando novas metodologias e recursos didáticos para subsidiar o aprendizado do tópico.

Proposta de atividade 3: Aplicação dos raios-x para a obtenção de imagens médicas

Justificativas: muitas pessoas podem ter receio de fazer radiografias, temendo que os raios-x causem danos à sua saúde. De fato, esse tipo de RE é bastante energética (ionizante) e exige os devidos cuidados. Dessa forma, é importante que a dose de radiação e o tempo de exposição sejam bem estabelecidos, a fim de evitar qualquer dano ao paciente.

Etapa 1: exposição de notícias relacionadas ao tema e questionamentos iniciais

The image shows two side-by-side screenshots of news articles. The left screenshot is from 'med-rad' and the right is from 'G1'. Both articles discuss the risks of radiation, particularly in the context of medical exams like X-rays. The 'med-rad' article is dated 07.06.2022 and has the headline 'Raio-x faz mal à saúde?'. The 'G1' article is dated 09/09/2015 10:44 and has the headline 'Saiba quais são os riscos da radiação'. The 'G1' article includes a video player showing a diagram of a human body with a play button, and a caption explaining the relationship between radiation, cells, and DNA.

med-rad 07.06.2022
Raio-x faz mal à saúde?

São raras as pessoas que não conhecem os exames de raio-x, já que trata-se de um procedimento presente no cotidiano humano há mais de 100 anos. É através dele que podemos desenvolver um diagnóstico de corpos por imagens em tempo real, detectando fraturas e doenças, e, conseqüentemente, salvando vidas.

Apesar de tão útil e importante, a principal característica do raio-x é sua emissão de radioatividade, fato que causa preocupação em diversas pessoas. Afinal de contas, o raio-x realmente faz às pessoas?

Entenda o que é o raio-x

Conhecido também como radiografia, o raio-x é de fato uma forma de radiação, com o potencial de penetrar o nosso corpo se limitando até os ossos — por isso só vemos a estrutura óssea nos exames — e, com a ajuda de equipamentos específicos, pode resultar na famosa imagem que tantos conhecemos.

Descoberto por Wilhelm Röntgen, o raio-x foi usado em hospital semanas após o seu descobrimento, por um paciente que caiu enquanto realizava uma pintura, em 1896, chamado Eddie McCarthy.

G1 BEM ESTAR
09/09/2015 10:44 - Atualizado em 09/09/2015 13:03
Saiba quais são os riscos da radiação
Radiação é acumulativa e ao longo do tempo pode alterar as células. Lembre-se de avisar o médico se já tiver feito exames que usam raio-x.

Do G1, em São Paulo

RADIÇÃO

CÉLULAS

DNA

A relação dos exames feitos com raios ionizantes e o câncer — esse foi o tema do Bem Estar desta terça-feira (9). Toda vez que você for fazer um exame de raio-x, não importa a parte do corpo, peça um protetor de tireoide. Isso porque a radiação é acumulativa e ao longo do tempo pode alterar as células do DNA e causar um câncer. Participaram do programa e explicaram um pouco mais sobre o assunto o oncologista Paulo Hoff e o médico radiologista Antonio Soares Souza. (Assista aos vídeos)

Figura 25: notícias informativas sobre o exame utilizando raios-x / Fontes: med-rad (esquerda) e G1(direita)

- Você acha que o exame de Radiografia (Raios-X) causa algum dano à saúde de quem o faz? Apresente suas justificativas!
- É comum algumas regiões do corpo serem protegidas durante uma Radiografia; nesse sentido, o que justifica a necessidade de tal proteção?
- A realização desse exame pode ser feita constantemente? Justifique?
- Quais os princípios físicos envolvidos no processo de obtenção de imagens a partir dos raios-x?

Etapa 2: análises e discussões dos argumentos apresentados pelos alunos

Esta etapa tem por objetivo possibilitar aos estudantes a apresentação de suas concepções prévias sobre o assunto, assim como seus argumentos iniciais aos questionamentos feitos. A partir disso, o professor deve buscar promover discussões entre os alunos, atuando novamente como mediador nesse processo. Nos sites das notícias apresentadas na figura 25 são trazidas diversas informações sobre o uso dos raios-x para a obtenção de imagens, principalmente na Radiografia (popularmente chamada de exame de Raio-x). As principais informações dadas são: como funciona o exame de Raio-x, suas funcionalidades, mitos e verdades sobre o exame, esclarecimentos adicionais sobre a dose de radiação exposta ao paciente e a indicação da periodicidade de realização do exame. Nesse sentido, o professor poderá trazer algumas questões levantadas nessas notícias a fim de fomentar as discussões decorridas durante a aula. É importante que venham à tona discussões as funcionalidades dos raios-x na obtenção de imagens médicas, seu caráter ionizante e os cuidados e precauções a serem tomados durante a realização do exame.

Etapa 3: apresentação de sequência de diálogos informativos sobre os Raios-x

Nesta etapa, o objetivo é trazer uma sequência de diálogos informativos sobre a importância dos raios-x para o diagnóstico de diversas doenças, algumas precauções a serem tomadas e os riscos associados à realização do exame. Assim, para um melhor aproveitamento do recurso didático trazido pelo professor, pode-se solicitar aos estudantes que façam anotações das dúvidas/ou questionamentos relacionados aos fundamentos da física envolvidos nos processos descritos no diálogo, de maneira que, posteriormente, sejam discutidos com o professor e os demais colegas de turma. A figura 26 mostra o primeiro diálogo elaborado pelo autor no Canva:

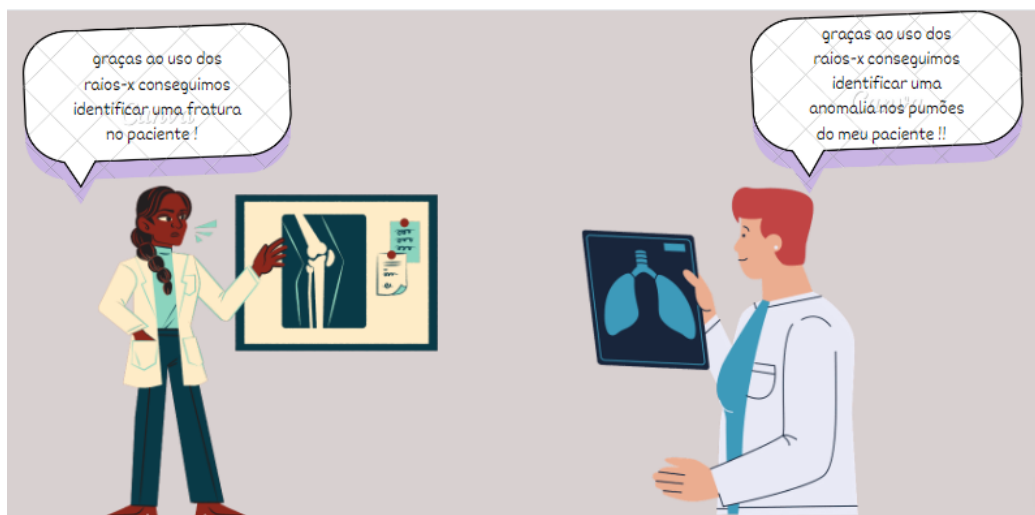


Figura 26: Diálogo sobre os benefícios do uso dos Raios-x / Fonte: elaborado pelo autor no Canva

O diálogo apresentado na figura acima mostra dois profissionais da saúde destacando as funcionalidades do uso dos raios-x para a obtenção de imagens. De fato, o uso dos raios-x possibilita aos médicos obterem uma grande quantidade de diagnósticos, não sendo usado apenas em exames de radiografias comuns, como também em tomografia computadorizada. No entanto, conforme já mencionado anteriormente, é importante que seja debatido em aula os cuidados relacionados à exposição aos Raios-x, uma vez que se trata de uma radiação bastante energética (ionizante). A figura 27 mostra uma ilustração elaborada a fim de mostrar a apreensão do paciente ao fazer uma radiografia e algumas informações passadas pelo técnico em Radiologia, principalmente quanto à dose aplicada ao paciente durante o exame.



Figura 27: diálogo entre paciente e técnico em radiologia durante uma Radiografia / Fonte: elaborado pelo autor no Canva

No caso da situação representada na figura 27, o professor poderá propor discussões do porquê os profissionais da Radiologia precisam evitar a exposição prolongada à radiação, se protegendo atrás de protetores de chumbo. Outro aspecto que pode ser explorado é a proteção de regiões sensíveis do corpo do paciente durante a realização do exame, feita, geralmente por aventais/coletes de chumbo que bloqueiam a radiação. A figura 28 abaixo mostra a preocupação do paciente com essas áreas sensíveis do seu corpo e as informações técnicas fornecidas pelo médico.



Figura 28: diálogo entre paciente e médico sobre a proteção contra a radiação / Fonte: elaborado pelo autor no Canva

Conforme falado anteriormente, por se tratar de radiação ionizante, é necessário ter os devidos cuidados e precauções; nesse sentido, não é aconselhado que gestantes façam radiografias, devido à vulnerabilidade que o embrião (ou feto) têm a esse tipo de radiação. A figura 29 a seguir mostra uma ilustração informativa sobre o tópico:

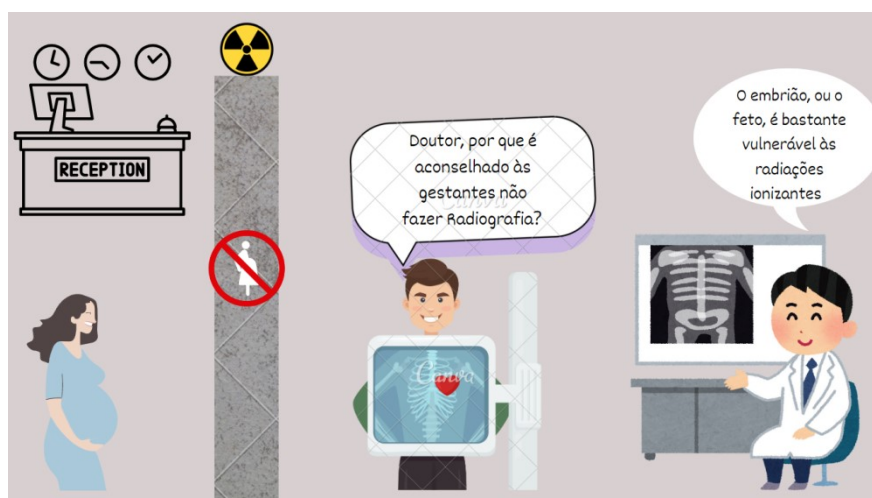


Figura 29: ilustração informativa sobre a restrição da realização de Radiografia por gestantes / Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canva

No entanto, alguns órgãos competentes afirmam que, dependendo da necessidade de realização do exame e da região do corpo que deseja fazer a radiografia, desde que a dose de radiação for baixa, pode ser feita por gestantes. A ilustração da figura 30 mostra um diálogo informativo sobre o tema:

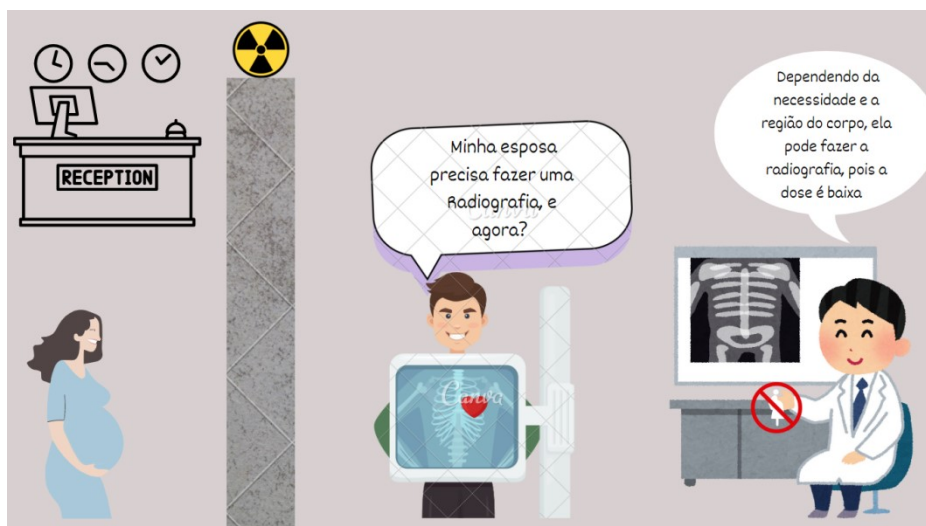


Figura 30: ilustração informativa sobre a possibilidade da realização de Radiografia por gestantes / Fonte: elaborado pelo autor utilizando o Canva

Explorar os diálogos mostrados acima e os fundamentos da Física envolvidos podem contribuir para uma abordagem mais dinâmica e motivadora sobre o tópico, além de promover/potencializar uma sólida alfabetização científica nos alunos. No caso das ilustrações elaboradas, foram usadas as ferramentas tecnológicas para auxiliar o professor na construção de um recurso didático que tem potencial para despertar o interesse nos alunos, desde que bem trabalhado. Além disso, a Física presente em exames médicos é um tópico de grande relevância, visto que diariamente as pessoas ouvem nomes de exames, mas sequer sabem que os fundamentos da Física é que possibilitam a realização destes. Assim, abordar esse tema em sala de aula é de suma importância para mostrar que a Física está presente no cotidiano das pessoas e suas implicações na vida de nossos alunos e da sociedade em geral.

Para ampliar as discussões e conhecimentos sobre o tema, o professor poderá recorrer à apresentação de textos/tabelas informativos relacionados ao tópico, como o apresentado abaixo:

DOSE ABSORVIDA (Gy)	SINTOMATOLOGIA
>4	Epilação temporária.
16 a 20	Epilação definitiva.
6 a 12	Radiodermite eritematosa que se manifesta oito dias após a exposição por dor e vermelhidão; freqüentemente substituída por pigmentação acentuada.
16 a 20	Radiodermite exudativa (bolhas, lesões) que regride em 5 ou 6 semanas.
25	Radiodermite e radionecrose que se manifesta por um eritema precoce, dor e exudação; o processo evolui para uma ulceração do tecido.
2	Catarata: quanto maior a dose, maior a velocidade do estabelecimento do processo; conjuntivite aguda de pouca gravidade.
0,3	Esterilidade temporária do homem.
5	Esterilidade definitiva do homem.
3	Esterilidade temporária da mulher.
6-8	Esterilidade definitiva da mulher.

Tabela 4: Exposições agudas localizadas / Fonte: CNEN

Na tabela apresentada acima, os efeitos da exposição à radiação são mostrados de acordo a dose à qual a pessoa é exposta. Nesse caso, recorrer a tabelas informativas, auxiliar os alunos a interpretarem a mesma e solicitar aos estudantes uma pesquisa sobre outros efeitos de acordo outras doses, pode contribuir para o aprendizado de conteúdos procedimentais, favorecendo a formação integral aluno do aluno.

Etapa 4: retomada aos questionamentos iniciais e avaliação do aprendizado

Da mesma forma que nas propostas anteriores, é fundamental que os alunos retomem aos questionamentos iniciais, de modo a apresentarem suas novas concepções e novos argumentos, fundamentando-se agora nos novos conhecimentos construídos e adquiridos a partir da abordagem proposta. Quanto à avaliação do aprendizado, é possível proceder da mesma maneira que a apresentada na atividade anterior. No entanto, principalmente neste tópico, é viável que também tenham questões discursivas (abertas) contextualizadas, de modo que o aluno se sinta motivado e preparado para

respondê-las. A figura 31 a seguir mostra uma questão sobre o tópico elaborada no Wordwall:

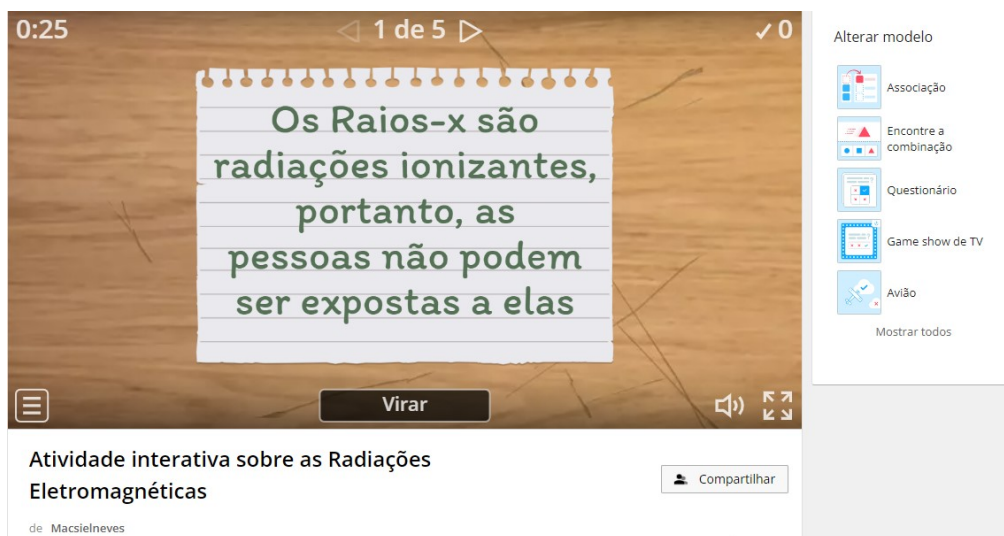


Figura 31: questão interativa sobre o uso dos Raios-x / Fonte: elaborado pelo autor no Wordwall



Figura 32: alternativa interativa sobre o uso dos Raios-x / Fonte: elaborado pelo autor no Wordwall

A proposição apresentada na figura 31 traz uma afirmação incoerente sobre o uso dos Raios-x. Pelo caráter ionizante desse tipo de radiação alguns alunos podem vir a ter dúvida quanto à afirmação feita na proposição; no entanto, conforme discutido e apresentado nos diálogos relacionados ao tópico, desde que o tempo de exposição e a dose forem bem calculados, o paciente pode sim fazer Radiografias e/ou Tomografia

Computadorizada, respeitando as orientações médicas. Nesse sentido, ao dizer que a proposição está incorreta, a alternativa apresentada (figura 32) está coerente, sendo, portanto, verdadeira. A figura 33 a seguir mostra outra questão sobre o tópico:

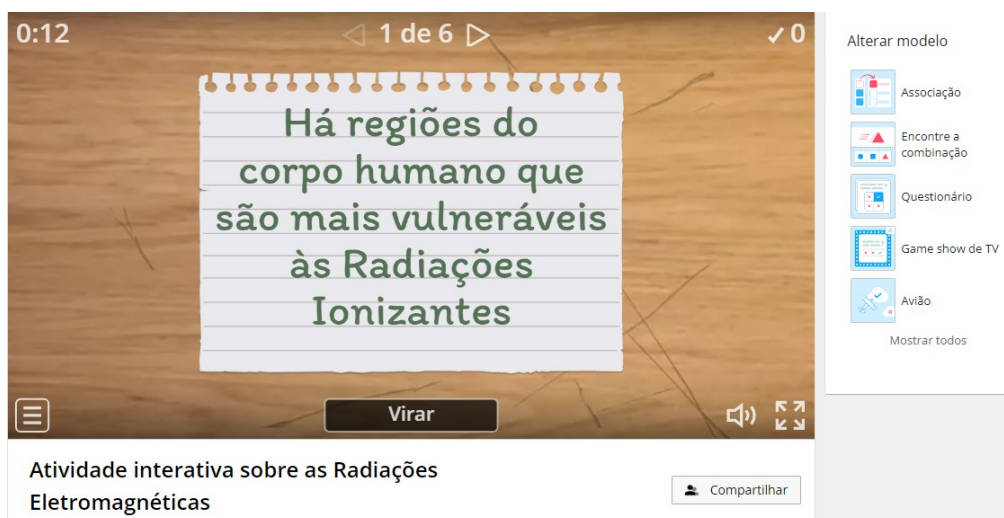


Figura 33: questão interativa sobre Radiações ionizantes / Fonte: elaborado pelo autor no Wordwall



Figura 34: alternativa interativa sobre Radiações ionizantes / Fonte: elaborado pelo autor no Wordwall

Conforme apresentado acima, as situações trazidas nas questões são contextualizadas com situações cotidianas. Dessa maneira, exploramos melhor os conceitos físicos presentes nestas situações e suas implicações e impactos na sociedade. Trouxemos também algumas questões discursivas (abertas) para que os alunos a respondam, algumas com a necessidade de realizar buscas por informações para conseguir

respondê-las, como no caso do procedimento de Radioterapia, trazido em uma das figuras abaixo:

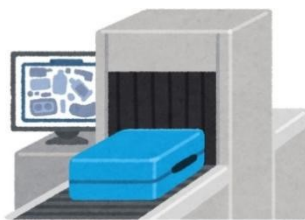


Figura esquemática de um procedimento de Radioterapia

As figuras acima apresentam duas das aplicações dos Raios-x. Discorra sobre cada uma das situações apresentadas e o porquê dos raios-x serem usados em cada um delas. Ainda em relação às figuras acima, por que as Ondas de Rádio ou as Microondas não são utilizadas no lugar dos Raios-x? Qual o fundamento físico que explica isso?

Além de ser usado para diagnóstico, os Raios-x também são usados no tratamento de doenças. A Radioterapia é um dos tipos de tratamentos que utilizam os Raios-x. Pesquise e discorra sobre os fundamentos da Física presentes na Radioterapia

Figura 35 questões dissertativas contextualizadas sobre os Raios-x

Fonte: elaborado pelo autor no Canva

Na figura à esquerda temos duas aplicações dos Raios-x: obtenção de imagens médicas e obtenção de imagens de bagagens em aeroportos, por exemplo. O primeiro caso foi bastante discutido na proposta de atividade apresentada; por outro lado, os scanners usando raios-x para verificação de malas e bagagens em aeroportos não foi abordado, no entanto, é uma situação muito trazida em filmes, notícias, dentre outros. Portanto, estabelecer relações da Física aplicada em uma situação específica com outras correlatas é importante para uma aprendizagem mais significativa, conforme discutido no decorrer desta monografia. No caso da solicitação da pesquisa sobre como funciona o procedimento de Radioterapia e os fundamentos físicos nela envolvidos (figura à direita) contribuem para o aprendizado de conteúdos procedimentais, podendo vir o professor a verificar a veracidade das fontes consultadas pelos alunos e as concepções do tema apresentadas por eles.

5 CONCLUSÃO

Através dos levantamentos feitos e trazidos nesta monografia, observou-se que, apesar de um crescimento no número de trabalhos publicados sobre o tema nos principais eventos de ensino de Física, a quantidade publicada por edição ainda é

relativamente pequena. No caso específico de trabalhos relacionados a abordagens das Radiações Eletromagnéticas através de notícias, principalmente envolvendo *fake News* sobre o tópico, o número ainda é bastante pequeno e, conforme nosso levantamento feito, apenas dois tratavam sobre o tema. Nesse sentido, considerando as experiências docentes do autor e os resultados obtidos através dos levantamentos feitos, as propostas de atividades trazidas nesta monografia podem contribuir significativamente para incentivar, e até mesmo nortear, a abordagem dessa temática em sala de aula.

No que tange ao aprendizado dos conceitos, propriedades e aplicações das Radiações Eletromagnéticas, destacam-se os recursos elaborados e propostos para essa finalidade, de modo que os estudantes aprendam de maneira mais ativa durante as aulas. Em relação ao aprendizado de conteúdos procedimentais, conforme desenvolvido, as orientações dadas para a verificação da veracidade das fontes de informação ajudam a alcançar tal objetivo e contribui para o combate à propagação de *fake News*. No caso dos conteúdos atitudinais, seu aprendizado é possibilitado/potencializado pelas dinâmicas de aulas propostas, através das discussões ocorridas entre os colegas e entre o professor e os alunos. Nesse sentido, as abordagens feitas nas propostas apresentadas convergem com o que é preconizado por Zabala (1998), que destaca a importância de trabalhar os três tipos de conteúdos em sala de aula. Além disso, a proposta de abordar o tópico sobre as RE de maneira contextualizada com o cotidiano dos estudantes contribui para despertar a motivação nos alunos e ajudá-los a compreenderem melhor os diversos fenômenos que os cercam. Portanto, os fundamentos das atividades aqui apresentadas concordam com o que é preconizado nos principais documentos normativos da Educação brasileira e contribuem para uma sólida alfabetização científica de nossos estudantes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ações Formativas Integradas de Apoio ao Ingresso no Ensino Superior (AFIN). **Dispõe sobre a criação do AFIN e dá outras providências.** Disponível em: <https://proexc.ufu.br/programa/afin>. Acesso em: 12/04/2024.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Esclarecimento: informações técnicas sobre termômetro infravermelho.** Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/en/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/informacoes-tecnicas-sobre-termometro-infravermelho/219201/pop_up?inheritRedirect=false&p_p_lifecycle=0&p_p_state=pop_up&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_tag=produtos+para+a+sa%C3%BAde. Acesso em 12/04/2024.

BOFF, E. C.; BEMFEITO, A. P. D. ABORDAGEM DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO COM ENFOQUE CTS: 5G HEROÍNA OU VILÃ?. XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2021). **Anais do SNEF 2021**. (Online), 2021. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiv/sys/resumos/T0925-1.pdf>. Acesso em 12/04/2024.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**: Educação é a Base. Brasília, 2017 Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em 12/04/2024.

BRASIL. Constituição [1988]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 12/04/2024.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**, Lei 9394/1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em 12/04/2024.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em 12/04/2024.

BRASIL, Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 12/04/2024.

Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR). **Bases Físicas e Tecnológicas em Diagnóstico por Imagem: Física Médica para Residentes**. ABFM, 2022. Disponível em: https://cbr.org.br/wp-content/uploads/2023/03/BASES-FISICAS-E-TENOLOGICAS_CPR_CBR_2022_VERSA_O_CURSO_FM-1.pdf. Acesso em 12/04/2024.

CANVA: **um Kit de Criação Visual para todo mundo**. Disponível em: https://www.canva.com/pt_br/. Acesso em 12/04/2024.

CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, S. M.V. **Aplicações da Energia Nuclear na Saúde**. SBF, 2022. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/wp-content/uploads/2022/08/aplicacoes-da-energia-nuclear-na-saude.pdf>. Acesso em: 12/04/2024.

Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica da Universidade de São Paulo (CEPOF – USP). **Ciência e Educação – Rodo com radiação ultravioleta (Rodo UV-C)**. Disponível em: <https://youtu.be/H1FoqI6SVQ4?si=zgvoMBiQ6SYWHwr->. Acesso em 18/04/2024.

Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica da Universidade de São Paulo (CEPOF – USP). **Desinfecção por Ultravioleta**. Publicado em 14/07/2021. Disponível em: https://www.ifsc.usp.br/cepof/avada_portfolio/desinfeccao-por-ultravioleta/. Acesso em 12/04/2024.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n.22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh>. Acesso em 12/04/2024.

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **Apostila educativa: Radiações Ionizantes e a Vida**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/material-divulgacao-videos-imagens-publicacoes/publicacoes-1/radiacoesionizantes.pdf>. Acesso em 12/04/2024.

FERNANDES, C. S.; NETO, C. S. C.; SANTOS, A. M. Utilização dos conceitos de Física do Ensino Médio para explicação da proteção contra os raios ultravioletas provenientes do Sol. **Revista do Professor de Física**. v.7, n 1, p. 46-57. Brasília: Instituto de Física/UnB, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/47764>. Acesso em 13/04/2024.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GELAMO, E. L.; USTRA, S. R. V. O professor e o seu conhecimento prático profissional em um programa brasileiro de iniciação à docência em Física. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, p. 501-515, 2016. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_3_10_ex979.pdf. Acesso em 12/04/2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Jearl Walker Fundamentos de física**, volume 3: Eletromagnetismo. 10ª. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). **Radioesterilização**. [s.d.]. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=741#:~:text=A%20radia%C3%A7%C3%A3o%20ionizante%20age%20nos,organismos%20ou%20inviabilizando%20sua%20reprodu%C3%A7%C3%A3o. Acesso em 12/04/2024.

LONDERO, L.; SORPRESO, T. P.; MOSINAHTI, G. Notícias científicas no Ensino de Física: um estudo na formação de professores. **Revista de Enseñanza de la Física**. Vol. 27, No. Extra, Nov. 2015, 229-237. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/download/12607/12883/33415>. Acesso em 12/04/2024.

MENDES, L. G.; LONDERO, L. OS ESTUDOS SOBRE O ENSINO DA FÍSICA DAS RADIAÇÕES NAS ATAS DO “SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA”. In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2017). **Atas do SNEF 2017**. São Carlos, 2017. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/atas/indicepalchave.htm#R>. Acesso em 12/04/2024.

MENDES, L. G.; NOSSA, I. M.; LONDERO, L. O POTENCIAL PEDAGÓGICO DAS NOTÍCIAS CIENTÍFICAS SOBRE RADIAÇÕES IONIZANTES PUBLICADAS NA FOLHA DE SÃO PAULO. XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2019). **Trabalhos do SNEF 2019**. Salvador, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/~snef/xxiii/index.php/trabalhos.html>. Acesso em 12/04/2024.

MENDES, A. C. V.; SANTOS, Y. B. A POLÊMICA DO TERMÔMETRO INFRAVERMELHO A PARTIR DA ABORDAGEM CTS NO CONTEXTO DE PANDEMIA. XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2021). **Anais do SNEF 2021**. (Online), 2021. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiv/atas/TrabalhosPorArea.html>. Acesso em 12/04/2024.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**. Brasília, 2017, v. 1, n.1. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em 12/04/2024.

MOREIRA, M.A. Uma análise crítica do Ensino de Física. **Estudos Avançados 32(94)**, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/>. Acesso em 12/04/2024.

NEVES, M. N. L. ABORDAGEM CTSA DAS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS ATRAVÉS DE UMA OFICINA SOBRE ONDULATÓRIA. In: XIII Encontro Científico de Física Aplicada. Vitória, 2023. **Anais do XIII ECFA**. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ecfa/661198-abordagem-ctsa-das-radiacoes-eletromagneticas-atraves-de-uma-oficina-sobre-ondulatoria/>. Acesso em 17/04/2024.

NEVES, M. N. L.; GELAMO, E. L. RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS: UMA AÇÃO DO PIBID EXPLORANDO O WORDWALL. In: XII ENCONTRO MINEIRO DE INVESTIGAÇÃO NA ESCOLA, 2021. **Anais do XII Encontro**. Uberlândia: UFU, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32917/3/AnaisXIEMIEVol3.pdf>. Acesso em 18/04/2024.

PHET COLORADO: Interactive Simulations. **Espectro de Corpo Negro**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum. Acesso em 12/04/2024.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física 1: Os fundamentos da Física**. 10ª ed. São Paulo: Moderna, 2009.

Sociedade Brasileira de Física (SBF). **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)**. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/eventos/eventos-realizados/>. Acesso em 12/04/2024.

Sociedade Brasileira de Física (SBF). **Simpósio Nacional em Ensino de Física (SNEF)**. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/eventos/eventos-realizados/>. Acesso em 12/04/2024.

WORDWALL. *Crie lições melhores mais rapidamente*. Disponível em: <https://wordwall.net/pt>. Acesso em 18/04/2024

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física 1: Mecânica**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.