



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
LICENCIATURA EM FÍSICA

JOÃO PEDRO DOS ANJOS NASCIMENTO

**Física Moderna no Ensino Médio:** uma adaptação de uma sequência didática para  
ensino de Radiação e Radioatividade

Caruaru

2022

JOÃO PEDRO DOS ANJOS NASCIMENTO

**Física Moderna no Ensino Médio:** uma adaptação de uma sequência didática para ensino de Radiação e Radioatividade

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Física do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel/licenciado em Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física

**Orientador (a):** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Nascimento, João Pedro dos Anjos.

Física Moderna no Ensino Médio: uma adaptação de uma sequência didática para ensino de Radiação e Radioatividade / João Pedro dos Anjos Nascimento. - Caruaru, 2022.

68 : il.

Orientador(a): Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. Radiação. 2. Radioatividade. 3. Ensino Médio. 4. Sequência Didática. I. Carvalho, Tassiana Fernanda Genzini de . (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

JOÃO PEDRO DOS ANJOS NASCIMENTO

**Física Moderna no Ensino Médio:** uma adaptação de uma sequência didática para ensino de Radiação e Radioatividade

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Física do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel/licenciado em Física.

Aprovada em: 03/11/2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho, a todas as pessoas que acreditaram na minha capacidade e no meu esforço, e que contribuíram direta ou indiretamente em minha caminhada até aqui, em especial, aos meus pais.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por não ter-me deixado desistir mesmo com tantos obstáculos, imprevistos, condições adversas, e carências. E pela minha saúde.

Depois, agradeço a minha querida professora Profa. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho, que por tantas vezes me abriu a mente com suas ideias brilhantes, e se prestou muito para me orientar nesta produção.

Aos meus Pais, que também se desdoblaram na medida do possível para que eu conseguisse estudar, sempre me guiando e aconselhando para o bem. A minha Família em geral.

Aos meus colegas de curso, em especial os mais próximos, Denilson, Vinícius, Ramon, Lucas, Davisson, Mateus, Gustavo, pois sem a ajuda destes, eu não teria conseguido chegar até aqui.

Aos meus amigos pessoais, primos, e meu Tio Alexandre que me ajudaram, principalmente com transporte para as aulas fora de turno, sem eles, eu também não teria conseguido.

A minha namorada Maria Antônia, que sempre me incentiva, e sempre quer me ver bem.

Aos meus colegas de profissão, professores da Escola de Referência em Ensino Médio Gil Rodrigues, escola onde cursei o Ensino Médio (2013-2015) e no ano de (2018) tive a honra e a oportunidade de trabalhar até Abril (de 2021), que sempre me aconselharam e me ajudaram a dar os primeiros passos nesta caminhada que está apenas por começar. Agradeço também a Gestora desta instituição de Ensino Maria Salomé Soares, pela confiança depositada, e pela chance a mim atribuída, para que através dessa, eu pudesse pôr em prática os ensinamentos da Academia

Por fim, aos Professores da Universidade Federal de Pernambuco, Campus Agreste, em especial, aos Professores do curso de Física que sempre se esforçam ao extremo para formar profissionais, capazes e íntegros.

**“Você nunca saberá que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados”. (GHANDI, 1948).**

## RESUMO

O ensino da Física deve ser capaz de fazer com que os alunos consigam interpretar o mundo de um ponto de vista das Ciências, manejando conceitos, leis e teorias científicas, ao mesmo tempo em que deve identificar aspectos inseridos no seu dia-a-dia principalmente os sociais e culturais. No entanto, alguns estudos afirmam que os alunos encontram dificuldades, ou até mesmo não conseguem, correlacionar os conteúdos científicos com o cotidiano, construindo de tal forma representações inadequadas da Ciência para explicar fenômenos do seu entorno. Devido a isto, este trabalho teve como objetivo principal adaptar uma Sequência Didática já desenvolvida por Gonçalves e colaboradores (2008), destinada ao ensino de Física das radiações no ensino médio considerando as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para a 3º ano do ensino médio. Foram realizadas sete aulas com atividades referentes à introdução à física das radiações, radiação ionizante e não ionizante e suas aplicações, emissão de radiação, radiação eletromagnética e particulada, reações nucleares e radioatividade e efeitos biológicos das radiações. Desta forma, este trabalho buscou fazer com que ao fim da sequência, os alunos fossem capazes de diferenciar os conceitos de radiação e radioatividade, bem como reconhecer os perigos da exposição a radioatividade. Como resultado, tem-se que os objetivos propostos foram parcialmente alcançados, e a participação dos alunos foi abaixo das expectativas. No entanto a metodologia utilizada na sequência mostrou que, adaptações de determinados conteúdos podem otimizar a aprendizagem dos alunos.

**Palavras-chave:** Radiação; Radioatividade; Ensino Médio; Sequência Didática.

## **ABSTRACT**

The teaching of physics must be able to make students able to interpret the word from a Science point of view, handling concepts, laws and scientific theories, at the same time that it must identify aspects inserted in their day-to-day mainly social and cultural ones. However, some studies claim that students find it difficult, or even unable, to correlate scientific content with everyday life, Building inadequate representations of Science in such a way to explain phenomena in their surroundings. Due to this, this work had a main objective to adapt a didactic sequence already developed by Gonçalves et al. (2008), destined to the teaching of Radiation physics in high school considering the relations Science, technology and society (STS), for the 3rd year from high school. Seven classes were held with activities related to the introduction to the physics of radiation, ionizing and non-ionizing radiation and its application, radiation emission, eletromagnetic and, particulate radiation, nuclear reactions and radioactivity and biological effects of radiation. In this way, this work sought to ensure that, at the end of the sequence, students were able to differentiate the concepts of radiations and radioactivity, as well as recognize the dangers of exposure to radioactivity. As a result, the proposed objectives were partially achieved, and student participation was below expectations. However, the methodology used in the sequence showed the adaptations of certain contents can optimized students' learning.

**Keywords:** Radiation; Radioactivity; High school; Didactic Sequence.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
2	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1	RADIAÇÃO E O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO .....	15
2.1.1	Espectro Visível.....	17
2.2	RADIAÇÃO PARTICULADA.....	17
2.3	EMISSÃO DE RADIAÇÃO .....	18
2.4	RADIAÇÕES ARTIFICIAIS.....	19
2.5	APLICAÇÕES DA RADIAÇÃO.....	20
2.6	ENSINO DE RADIAÇÃO .....	20
2.7	RAIOS X E SUA RELAÇÃO COM A RADIOATIVIDADE .....	21
2.8	RADIOATIVIDADE .....	23
2.8.1	O Ensino de Radioatividade .....	23
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	27
3.1	AVALIAÇÃO COMPARATIVA .....	29
4	<b>RESULTADOS</b> .....	30
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
	<b>APÊNDICE A-NOTAS DE AULA</b> .....	47
	<b>APÊNDICE B-MATERIAIS EM FORMATO PPTX</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da vida de estudante, enquanto aluno, estagiário, e professor, todos no ensino público, pude me deparar com várias questões que teoricamente poderiam dificultar a relação ensino-aprendizagem de um modo geral. Porém, na minha concepção, sem menosprezar disciplina alguma e, muito menos professor algum, pude perceber que a relação ensino-aprendizagem, é ainda mais dificultada, quando se trata da disciplina de Física.

Segundo Silva, Lopes, Nascimento e Krajewski (2018), para se obter um bom resultado na aprendizagem, é muito importante que tanto aluno quanto professor estejam motivados e tenham interesse pelo conteúdo que será abordado. Infelizmente, sabe-se que esse não é o cenário encontrado na maioria das salas de aula, como aborda Robilotta (1988) ao dizer que em boa parte dos casos, os estudantes estudam para passar de ano e os professores trabalham em prol do seu salário. Na área das ciências exatas e da natureza, mais especificamente na Física – foco deste trabalho – os cálculos e teorias fazem com que a situação se agrave. O mesmo autor refere-se à Física como uma disciplina extremamente complexa, e que o ensino/aprendizagem dela está à mercê da apatia e falta de interesse por parte de boa parte dos estudantes e professores.

Além das questões mais objetivas tais como más condições de ensino: superlotação de salas de aula, salários incondizentes com a carga horária trabalhada e, instabilidade profissional em parte dos profissionais, formação limitada na área de atuação ou até ausência desta, existem questões mais subjetivas, como falta de interesse dos alunos, interesses divergentes entre escola e secretaria de educação, didáticas que não atraem a interesse dos estudantes, e ainda um fato percebido por mim ao analisar as realidades às quais me deparei: a falta de contextualização dos conteúdos ensinados.

Quando conteúdos são ensinados de uma forma contextualizada, em que os alunos possam fazer pontes com situações concretas e da realidade, estes conteúdos tornam-se mais significantes e permanecem por mais tempo no raciocínio imediato destes alunos.

Segundo Maffi, et. al. (2019, p.77), a necessidade de contextualizar o ensino em disciplinas escolares vem se tornando consenso entre docentes e demais profissionais da educação. E ainda:

[...] um ensino contextualizado permite ao estudante a percepção de que o saber não é apenas um acúmulo de conhecimentos, de fórmulas ou algoritmos, mas sim uma ferramenta que os prepara para enfrentar o mundo, permitindo-lhes resolver situações-problema de maneira mais eficaz na sua realidade.

Deste modo, diariamente os indivíduos estudantes se deparam com situações-problema que podem ser resolvidas de maneira mais sólida e consistente com a aplicação de conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula, mas, isso só será possível se este conhecimento for significado e contextualizado de acordo com a(s) realidade(s) dos indivíduos estudantes. Caso contrário, o conhecimento será apenas um acúmulo de informações necessárias para responder apenas uma prova, e que logo será esquecido após suprir essa necessidade.

Ao longo da minha participação como professor, já mencionada no início deste texto, pude notar também que, alguns conteúdos deixam de ser vistos ao longo dos três anos do ensino médio da educação básica. Os motivos são relevantes para este trabalho, já que podem influenciar na formação dos estudantes enquanto futuros acadêmicos, profissionais e cidadãos. A exemplo destes conteúdos a nível médio na disciplina de Física, estão a Radiação, que muitas vezes é desassociada do ensino de ondulatória, e também a Radioatividade, que muitas vezes os alunos têm o contato primário com este tema, fora do ambiente escolar, e nem sempre chegam a tomar conhecimento de tal conteúdo na escola.

Segundo Campos (2013), o estudo da radioatividade envolve questões atuais da sociedade, tais como: energia, meio ambiente, acidentes nucleares, lixo atômico, medicina, entre outros, além de ser fundamental para compreensão da estrutura do átomo, contemplando diversas áreas de ensino, dentre elas o ensino de Ciências com maior ênfase na Física e na Química. Na perspectiva apresentada pelo autor, Física e a Química Nuclear podem ser vistas como uma Ciência Nuclear e que os estudos advindos dessa Ciência contribuíram significativamente para o entendimento da natureza da matéria e, conseqüentemente, trouxeram benefícios para medicina, eletrônica, geologia, arqueologia e indústria. No entanto, a partir do exame dos livros didáticos, os autores inferem que muito pouco da Química nuclear é abordada em sala de aula, em particular, no ensino médio. Algumas razões são apontadas: decisões curriculares, nas quais o assunto é considerado sem importância para os estudantes; os autores de livros didáticos apresentarem o conteúdo de radioatividade nos últimos capítulos do livro de Química e a deficitária formação dos professores sobre esse conteúdo. Os conteúdos (Radiação e Radioatividade), muitas vezes chegam ao conhecimento dos indivíduos de uma forma alternativa, uma vez que vários acontecimentos em todo o mundo, puderam demonstrar o quão potente e perigoso podem ser os efeitos de fenômenos que envolvem os assuntos, e com isso, os temas se apresentam na grande mídia.

O público-alvo com o qual a pesquisa foi desenvolvida, são estudantes do ensino médio da rede pública, que possivelmente já viu, ou ouviu algo relacionado aos temas de Radiação e Radioatividade.

Estes, possivelmente podem ter tomado conhecimento sobre catástrofes, como o acidente nuclear de Chernobyl, que ocorreu na madrugada de 26 de Abril de 1986, nas proximidades da cidade de Pripiat na Ucrânia, deixando várias vítimas fatais a curto, médio e longo prazo, além das sequelas deixadas e toda Europa. No

nosso país, um ano após o ocorrido em Chernobyl, em 13 de Setembro de 1987, houve também um desastre ambiental com vazamento de cerca de 13,4 toneladas de rejeitos radioativos em Goiânia (GO).

Outro inesperado acidente radioativo ocorreu em 11 de março de 2011 na cidade de Fukushima, Japão, reacendendo o temor e a rejeição do uso de energia nuclear para geração de eletricidade.

O acidente japônes, teve causas naturais, diferentemente de Chernobyl, sendo que foi provocado por um terremoto seguido de um tsunami de grandes proporções, atingindo a estrutura da usina nuclear de Fukushima Daiichi e causando o vazamento de material radioativo dos reatores que foram danificados.

O fato teve grande repercussão mundial. Na ocasião, notícias sobre o vazamento de rejeitos radioativo eram constantes em todos os canais de notícia. Nas escolas, o fato despertou interesse e curiosidades dos estudantes, que queriam entender o que estava acontecendo. Estas curiosidades acabam exemplificando o quanto as discussões e a abordagem desses temas nas aulas de Física são importantes para a compreensão cidadã dos eventos no mundo, e seus efeitos para os seres humanos e o meio ambiente.

O ensino destes conteúdos é importante não só pela informação, pelo conhecimento, e por despertar nos alunos (público-alvo) o interesse pelo saber científico, mas também por torná-los cidadãos, questionadores de suas realidades, e ainda proporcionar a estes a conscientização, a responsabilidade consigo, com a sua realidade com a sociedade.

Este trabalho é, uma adaptação da sequência didática criada por (GONÇALVES, et. al. 2008), com a redução do número de aulas ( de 11 para 7) por motivo da redução das aulas presenciais nas escolas devido a atual pandemia de COVID-19 e da dificuldade de participação dos alunos nas aulas online, e também pela redundância de informações que não é interessante para este trabalho. Nesta adaptação, a ordem cronológica da Sequência Didática também difere da Sequência Didática original.

Com isso, este trabalho tenta resolver a seguinte questão de pesquisa: utilizando elementos de contextualização, bem como analogias cabíveis, exemplificando fenômenos semelhantes e mostrando trechos de elementos paradidáticos como (filmes), *como uma Sequência Didática pode ensinar os conceitos de Radiação e Radioatividade para estudantes do 3º ano do EM?*

Assim busca-se como objetivo principal deste trabalho, adaptar e aplicar uma sequência didática sobre Radiação e Radioatividade, mostrando as diferenças, bem como as relações entre os conceitos. E também como objetivos específicos, busca-se adaptar uma sequência didática sobre a temática de Radiações e Radioatividade para o contexto local e atual, incentivar os estudantes a buscar o conhecimento da Física através dos elementos de analogia e contextualização, aproximando a teoria

da realidade destes, e ainda, utilizar elementos de contextualização do ensino, com exemplos, analogias e elementos paradigmáticos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo (Resquetti, 2013), os primeiros estudos publicados que tratam da questão do ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) datam do final dos anos 70. Segundo Ostermann e Moreira (2000), nos Estados Unidos da América a discussão em torno da inserção da FMC no currículo do Ensino Médio e nos cursos introdutórios de graduação ganhou força após a Conferência sobre o Ensino de Física Moderna, realizada na cidade de Batavia, Illinois, em 1986.

O debate propagou-se por todo o mundo, levando ao desenvolvimento de pesquisas que apontaram diversas razões para a atualização do currículo de Física e a introdução de conteúdos contemporâneos. Desde então, um número considerável de trabalhos nacionais e internacionais mostrou que a renovação do programa de ensino de Física no Ensino Médio era incontestável. Vários países, preocupados em preparar os jovens para uma sociedade em constante evolução tecnológica, passaram a incluir conteúdos de FMC em seus currículos oficiais. No Brasil os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio, foram criados com o intuito de difundir os princípios da reforma curricular e, ao mesmo tempo, orientar os professores na busca de novas abordagens e metodologias. Segundo o documento:

“o ensino de Física deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais” (BRASIL, 2000, p. 228).

Para tanto, a escola deve promover um conhecimento físico contextualizado e integrado à vida do jovem e considerar o seu mundo vivencial próximo e distante, os fenômenos naturais e os dispositivos tecnológicos com que lida no seu cotidiano, que são os objetos que movem a sua curiosidade. A Física deve ser reconhecida como uma construção humana cujo processo histórico iniciou-se na Antiguidade e continua até os dias de hoje e é objeto de contínua transformação (BRASIL, 2000).

Para a atualização do conteúdo de Física e suas aplicações tecnológicas, os PCNs indicam uma especial ênfase à Física Moderna e Contemporânea (FMC) ao longo de todo o curso, não apenas como tópicos abordados isoladamente, mas como desdobramentos de outros conhecimentos.

Os PCN+, publicados em 2002, apresentam orientações complementares aos PCNs. Expressam com mais clareza o conhecimento de Física que se pretende proporcionar no Ensino Médio, no sentido de contribuir para a formação de um cidadão “atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p. 59).

O documento orienta para a abordagem da FMC no Ensino Médio, no sentido de dar ao jovem condições de não só compreender e acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneos, mas também de ser um cidadão crítico e participativo na sociedade em que vive. O movimento a favor do

ensino de Física Moderna e Contemporânea no nível médio tornou esta área uma importante linha de investigação em Educação em Ciências.

Entre os estudos publicados, a revisão de literatura realizada por Ostermann e Moreira (2000) não só identifica as contribuições e as tendências nos anos 80 e 90, mas também nos dá uma visão de como estava o processo de renovação curricular de Física no referido período. Os trabalhos consultados pelos autores apresentam as justificativas para a inserção da FMC no currículo do Ensino Médio, as investigações realizadas sobre as concepções alternativas dos estudantes, os temas abordados, as propostas metodológicas e os projetos de ensino testados em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem. Na lista obtida pelos autores junto a físicos, pesquisadores em Ensino de Física e professores de Física do Ensino Médio, os temas mais recorrentes foram: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, dualidade onda-partícula, radioatividade, forças fundamentais, fissão e fusão nuclear, origem do Universo, raios-X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas.

Pereira e Ostermann (2009) realizaram um novo levantamento sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio e no Superior. Os autores analisaram 102 artigos publicados entre 2001 e 2006 nas principais revistas especializadas em ensino de Ciências no Brasil e no exterior. O levantamento permitiu classificarem os trabalhos em quatro grandes categorias: i) propostas didáticas testadas em sala de aula; ii) levantamento de concepções de professores e estudantes; iii) bibliografia de consulta para professores; iv) análise curricular. Quanto à tendência dos 21 (2013) temas pesquisados entre os anos de 2001 e 2006, é interessante observar que, entre os 50 trabalhos, a Mecânica Quântica é o tema mais abordado, com 26 artigos (52%), seguido da Relatividade Especial e Relatividade Geral, com 11 artigos (22%). Os demais temas - como radiação, supercondutividade, física de partículas, física nuclear, armas nucleares e outros - são abordados em 13 trabalhos (26% de 50 artigos). Nota-se, por essas análises que radioatividade é um conteúdo pouco abordado.

É importante ressaltar que, assim como aponta Resquetti (2013) ao falar dos PCNs, e dos PCNs+, os conteúdos de FMC estão ainda com uma presença muito baixa, aquém do que esperam os pesquisadores do ensino de física. Em especial, os temas Radiação e Radioatividade, como já comentado na introdução deste trabalho, além de caminhar a passos lentos, por vezes são negligenciados ao longo da trajetória escolar do ensino médio na disciplina de Física, ficando por vezes a cargo da disciplina de Química.

## 2.1 RADIAÇÃO E O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

A radiação constitui a representação de uma oscilação, a eletromagnética. Logo, possui dentre outras propriedades comprimento de onda, o ente quantificador

da magnitude da oscilação denotado pela letra do alfabeto grego lambda ( $\lambda$ ), a velocidade de propagação que é denotada pela letra  $c$ , e vale especificamente  $3 \times 10^8$  m/s, que corresponde a trezentos milhões de metros por segundo, no vácuo, e ainda possui também frequência de oscilação denotada pela letra  $f$ , de maneira que, os três entes acima citados se associam através de uma equação matemática conhecida como equação fundamental da ondulatória. Estes fenômenos começaram a ser estudados na segunda metade do século XIX, quando Wilhelm K. Röntgen fez descobertas sobre os raios X, e Henri Becquerel conheceu e definiu o fenômeno da Radioatividade, assim como já elencado

As radiações naturais são aquelas que ocorrem na natureza de forma espontânea. Ou seja, não são produzidas por meio de tecnologia. Nesse sentido, a radiação produzida no interior do núcleo de um átomo pode ser um exemplo. Além disso, as radiações naturais são encontradas em rochas ou sedimentos e em explosões solares e estelares, sendo denominadas de radiações cósmicas. A exemplo temos, as RCFM (radiação cósmica de fundo em microondas), que são um tipo de radiação cósmica que produz uma espécie de sinal eletromagnético (VILLELA, 2003). Tal sinal atinge a terra em todas as direções e pode ser detectado por um aparelho de TV.

É importante notar que, na equação fundamental da onda, para manter a constância na velocidade de propagação da onda  $c$ , o comprimento de onda  $\lambda$ , e a frequência  $f$  são inversamente proporcionais.

O Espectro eletromagnético, é uma escala utilizada para identificar o tipo de oscilação eletromagnética a partir de suas quantidades de comprimento de onda, e frequência, já que a sua velocidade poderá sofrer variações apenas de resistência do meio de propagação. Assim conhecendo essas quantidades, podemos localizar a oscilação, bem como identificar e classificar o tipo de radiação que ela constitui. As radiações podem ser encontradas nas formas de onda e de partícula, bem como podem ser ionizantes ou não ionizantes.

Durante a propagação, as radiações transportam quantidades de energia, que podem apresentar-se de diversas maneiras como: calor, ondas de rádio, etc. Essa forma de propagação é “mais compacta”, ou seja, transportando quantidades menores de energia, e por esse motivo, caracterizam as radiações não ionizantes.

Por outro lado, existem também radiações de frequência altíssimas, o que implica em comprimentos de onda conseqüentemente demasiado pequenos, logo, essas radiações possuem alto poder penetração, sendo capazes de atravessar materiais sólidos, ionizar o ar, bem como fotografar ossos, etc. Essas radiações constituem as radiações ionizantes. Essas radiações, quando em contato com os átomos, provocam a saída de elétrons das órbitas, o que caracteriza um processo de ionização, por isso recebem esse nome, (HEWITT, 2015, p.555)

### 2.1.1 Espectro Visível

Dentre as oscilações eletromagnéticas, existem aquelas que possuem e frequências e comprimentos de onda que podem ser captados e interpretados pelos olhos humanos, essas radiações, constituem o espectro visível, e formam o que conhecemos e chamamos de luzes. Vale ressaltar, que essas radiações podem ser de fontes naturais, como a luz do sol, ou de fontes artificiais com a luz de uma lâmpada.

A luz é formada por uma ou mais faixas de cores e, o que irá determinar cada cor, será a variação no comprimento de onda e na frequência da determinada radiação. Essa faixa de cores possui limites que são a cor vermelha de comprimento de onda na faixa de 625 a 740 nm e frequência de 480 a 405 THz e a cor violeta que tem comprimento de onda na faixa de 380 a 440 nm e frequência de 790 a 680 THz.

A radiação que possui um comprimento de onda superior a 740 nm, estará fora do espectro visível constituindo assim uma radiação infravermelho (que é não-ionizante), analogamente, a radiação que possuir comprimento de onda inferior a 380nm, constituirá uma radiação ultravioleta (que é levemente ionizante), e em ambos os casos trata-se de uma radiação não visível.

Essas distinções dentre os vários tipos de radiações são de grande importância, pois facilitam o reconhecimento, a aplicação, a interpretação, a análise de efeitos, o estudo, o ensino e a aprendizagem das mesmas.

## 2.2 RADIAÇÃO PARTICULADA

Cerca de 90% dos átomos existentes na natureza, são estáveis, ou seja, permanecerem da forma que foram criados, pelo resto de sua existência no nosso planeta. No entanto, a parcela restante, são instáveis e sofreram interações nucleares ou de elétrons de forma a emitir radiação. Estes elementos são chamados de radioativos.

Estes elementos poderão emitir radiações em formato de partículas radioativas, em 3 espécies diferentes as quais foram denominadas pelas 3 primeiras letras do alfabeto grego, que são elas: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ).

A radiação do tipo alfa, constituem partículas radioativas com carga elétrica positiva, logo ao submeter este tipo de partícula a um campo magnético, pode-se notar que este irá ser atraído negativamente podendo ter sua trajetória primária desviada.

De maneira análoga à partícula alfa, a partícula beta é um tipo de partícula radioativa que possui carga elétrica negativa, logo será atraída positivamente quando submetida a um campo magnético, podendo também ter sua trajetória original desviada. Vale lembrar que, assim como a radiação alfa, a partícula beta

também possui poder de penetração, este maior que o da partícula anterior devido ao comprimento de onda de beta, ser menor que o de alfa.

O último tipo, a radiação gama, é uma radiação que não possui carga elétrica, ou tem carga resultante nula, logo ela é uma radiação nuclear, ou seja, que vem do núcleo do átomo radioativo, possui geralmente frequências altíssimas, e conseqüentemente, pequenos comprimentos de onda, logo, seu poder de penetração é ainda maior que o da partícula beta. (HEWITT, 2015, p.555)

### 2.3 EMISSÃO DE RADIAÇÃO

Na natureza, existem várias formas de emissão de radiação de maneira natural, seja por elementos radioativos de forma direta, ou por objetos que possuem elementos radioativos, em sua constituição, ou seja uma emissão indireta.

Por exemplo, rochas, minérios, entre outros, possuem frações de isótopos radioativos, por serem derivados do urânio, com isso, pessoas que constroem casas com esses minérios, bem como com essas rochas, serão expostas a doses de radiação. Assim pessoas que residem em moradias produzidas com madeira estão expostas a doses menores de radiação que outra que moram em moradias de alvenaria.

As plantas e vegetais do nosso planeta utilizam o dióxido de carbono para realizar sua respiração, liberando o oxigênio que é necessário para a respiração humana. O fato é que esse dióxido de carbono é constituído pelo carbono 12 (não radioativo) em parte, mas também pelo carbono 14 que é um isótopo radioativo.

Logo, tanto essas plantas, como os animais que delas se alimentam, ou ainda, as pessoas que se alimentam destes animais e destas plantas, receberam frações de material radioativo, embora essa radiação não seja necessariamente prejudicial, dependendo da quantidade a que se for exposto.

No meio ambiente, o principal elemento radioativo que se pode encontrar é o Radônio-222, que pode se acumular em porões do subsolo por ser denso. Os níveis de concentração desse elemento variam de acordo com a geologia de cada local. Além disso, a queima de combustíveis fósseis liberam em torno 13.000 toneladas de tório e urânio a cada ano.



## 2.4 RADIAÇÕES ARTIFICIAIS

Existem também as radiações advindas de fontes não naturais, essas são classificadas como radiações artificiais, aquelas que são emitidas por meio de equipamentos elétricos construídos pelos seres humanos, quase sempre utilizadas para fins propositais. Neste caso, a radiação é gerada através do processo de aceleração de partículas, como os elétrons. É importante lembrar que essa aceleração de partículas não necessita obrigatoriamente de equipamentos elétricos.



## 2.5 APLICAÇÕES DA RADIAÇÃO

O fenômeno da radiação abrange um grande leque de utilidades e aplicações científicas benéficas quando é manipulado de maneira correta, controlada e cautelosa, no entanto, quando o uso da radiação foge do controle, o risco a exposição, e a intensidade deste fenômeno podem causar sérios problemas e graves acidentes ambientais.

Dentre as utilizações da radiação de forma controlada, podemos citar:

- Datação de objetos
- Geração de energia, através de Usinas de Energia Nuclear
- Exames médicos, que permitem diagnosticar de forma precoce doenças, maximizando as chances de cura.
- Tratamentos de doenças já existentes, como a radioterapia para o tratamento de câncer

Porém, a radiação fora do controle, e fora do uso proposital e cauteloso, pode ser maléfica a saúde. Para que isso não ocorra, é importante observar a quantidade das ondas eletromagnéticas no organismo e o tempo de exposição. Quando o organismo é exposto a curto prazo à radiação os sintomas que se manifestam são: náusea, vômito, diarreia, febre, dor de cabeça, etc.

A exposição à radiação pode ainda comprometer a produção de sangue, podendo ocorrer o rompimento de plaquetas e queda no sistema imunológico. Já na exposição prolongada, os malefícios são demasiado agressivos podendo ocorrer câncer de pele, pulmão e outros. Um Ecossistema e sua cadeia alimentar podem ser atingidos de forma total e a fertilidade dos seres vivos, pode ser diminuída.

Como “malefícios” causados pela radiação, podemos destacar:

- Contaminação de solos, rios, mares
- Queimaduras (em caso de exposição a elementos radioativos de forma direta e desprotegida)
- Alterações genéticas
- Desenvolvimento de doenças, e problemas de saúde a médio, curto e longo prazo.

## 2.6 ENSINO DE RADIAÇÃO

Há de se concordar que, assim como vários outros conteúdos das ciências naturais, a radiação, é um conteúdo de grau de abstração elevado, e ainda, tem uma disponibilidade de materiais didáticos restritos. Isto é, nos níveis fundamental e médio, raramente um professor das ciências naturais irá abordar tal tema, seja pelo

seu grau de abstração, seja pela defasagem na formação do professor, ou pelo de sua área ser tal que não possua o conteúdo de radiação e radioatividade em seu currículo, ou ainda, quando pelos materiais ofertarem uma abordagem superficial, ficando suas discursões físicas/químicas e energéticas, a cargo de ensino superior, desde que seja voltado para tal área, como afirmam Bruckmann e Fries (1991).

Para que sua aprendizagem seja significativa, é plausível que esse conteúdo seja ensinado não só na Química, mas na Física, no módulo de Física Nuclear que compõe a inserção de FMC no Ensino Médio, priorizando a contextualização, bem como o uso de analogias cotidianas internas ou externas à Física, afim de tornar o conhecimento mais significativo, palpável e relacionado à vida dos alunos.

Segundo Lobato, (2010), sobre o uso da contextualização no ensino de ciências:

“é possível que, ao trabalhar situações do dia a dia em sala de aula, buscando o conhecimento científico para explicá-las, o aluno seja mais capaz de relacionar o conhecimento químico com sua vida. Dessa maneira, entende-se que a contextualização do ensino tem relação com a motivação do aluno, por dar sentido àquilo que ele aprende, fazendo com que relacione o que está sendo ensinado com sua experiência cotidiana. Logo, assim como a Química, a Física por se tratar também de uma ciência natural e exata, admite também a contextualização como um método viável, para facilitar o entendimento dos seus conteúdos. (LOBATO, 2010)

## 2.7 RAIOS X E SUA RELAÇÃO COM A RADIOATIVIDADE

Os raios X são ondas eletromagnéticas de alta energia, com comprimento de onda no intervalo aproximado de  $10^{-11}$  a  $10^{-8}$  m (0,1 a 100 Å) e resultam da colisão entre elétrons, ou seja, originam-se fora do núcleo do átomo. Já a radioatividade caracteriza radiações emitidas por elementos que possuem núcleos atômicos instáveis. Em muitos casos, os estudantes consideram que Raios x e Radioatividade são a mesma coisa.

Os Raios x “descobertos por Röntgen, por sua vez sinalizavam a existência da radioatividade”. Vale lembrar ainda que os Raios-x, resultam da interação de relaxação dos elétrons orbitais mais internos dos átomos liberando fótons de alta frequência. Esses fótons, podem atravessar várias camadas atômicas antes de serem desviados, ou absorvidos, e com isso, são capazes de “fotografar” os órgãos e, ossos do corpo humano e são amplamente utilizados na medicina.

Nos anos seguintes aos trabalhos de Becquerel, Roentgen e do casal Currie, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) estudou sobre a natureza da radioatividade, identificando-a e mostrando que ela tinha origem no centro do átomo. No experimento, Rutherford testou as radiações que surgiam de um elemento radioativo sob tela indicadora fluorescente, descobrindo então dois tipos de radiação: alfa e beta .

Rutherford foi ainda premiado com um Nobel de Química no ano de 1908, pelos seus estudos sobre períodos de desintegração de elementos, e também na composição química das substâncias radioativas.

Mas, foi somente em janeiro de 1934 que o casal Irène Curie e Frédéric Joliot, filha e genro de Marie Curie, realizou estudos sobre a radioatividade artificial (XAVIER, 2017). Através de uma manipulação de bombardeamento de uma folha de alumínio-27 (isótopo do alumínio) com partículas  $\alpha$ , observaram a criação de um novo isótopo radioativo, ou radioisótopo, o fósforo-30. Neste experimento foi possível observar a fabricação de radioisótopos que não existiam na natureza, através do bombardeamento de um núcleo estável. Com isso, Irene Curie e Frédéric Joliot receberam em 1935 um prêmio Nobel de Química.

No Brasil, os primeiros trabalhos sobre a ciência nuclear datam de 1934, na Universidade de São Paulo, com a entrada de professores estrangeiros que formaram os primeiros físicos que estudavam a constituição básica da matéria. Nos anos seguintes, foram realizadas pesquisas em São Paulo-SP e na Guanabara-RJ, quando estudantes brasileiros foram buscar aperfeiçoamento no exterior, criando em sequência grupos de pesquisas nacionais nesta área

Logo, a pesquisa em energia nuclear no Brasil iniciou em 1969, quando o governo federal assinou um contrato com a "NUS Corporation", empresa americana de energia, para assessoramento na criação de uma usina nuclear. Em junho de 1970, Furnas convidou empresas estrangeiras para sugerir a instalação da nova usina nuclear e, no ano posterior, os projetos foram investigados. A usina de Angra I, de água pressurizada, foi comprada da Westinghouse (EUA), com capacidade de produção de 626 MW (5% da capacidade da usina hidrelétrica de Itaipu). A usina foi instalada em Angra dos Reis-RJ na praia de Itaorna.

No ano de 1975, o Brasil assinou um acordo nuclear com a Alemanha, através da empresa Siemens. Buscava-se, inicialmente, a construção de oito usinas nucleares, com a transmissão da tecnologia. Apenas as usinas de Angra II e III foram executadas e somente a usina Angra II foi concluída, começando a operar somente em 2000, após quase 20 anos de construção.

## 2.8 RADIOATIVIDADE

Os estudos de sondagem do átomo tiveram início desde a Grécia antiga, do período antes de cristo, porém as inúmeras descobertas sobre a estrutura atômica datam do século XIX (1896), onde Roentgen revelou sua descoberta dos feixes de raios catódicos (raios x), e poucos meses depois, Henri Becquerel surpreendeu-se com um fato, que veio lhe despertar a curiosidade, e realizar um estudo que rendeu em descobrir o fenômeno da Radioatividade.

Roentgen descobriu que “um novo tipo de raio” incidia num tubo de vidro onde ocorria descargas elétricas em um gás, sem sofrer reflexão, ou mesmo ser desviado por um campo magnético. Esses raios ainda, tinham a capacidade de ionizar o ar, bem como penetrar materiais sólidos. Mais tarde descobriu-se que esses raios eram ondas eletromagnéticas de alta frequência, e que, nem todos os elementos teriam a capacidade de emitir tais ondas. Com isso, fundou-se o conceito de Radioatividade.

A surpresa de Becquerel com as descobertas se deu quando:

Becquerel estava estudando a fluorescência e a fosforescência criadas tanto por luz quanto pelos raios X recentemente descobertos, e certa noite aconteceu de ele deixar uma chapa fotográfica enrolada em uma gaveta próxima a alguns cristais que continham urânio. No dia seguinte, ele surpreendeu-se ao encontrar a chapa fotográfica escurecida, aparentemente velada por uma radiação espontânea proveniente do urânio. Ele conseguiu mostrar que essa nova radiação era diferente dos raios X por sua capacidade de ionizar o ar, e que ela podia ser desviada por campos elétricos e magnéticos. (HEWITT, 2015. p. 617)

Depois, com o surgimento dos estudos de Marie e Pierre Currie, descobriu-se que raios semelhantes eram emitidos pelo urânio, e também por outros elementos como o actínio, o rádio, o polônio, e o tório. Essa emissão, evidenciava uma alteração muito maior que apenas a excitação atômica, evidenciava uma alteração no caroço que mais tarde chamado de núcleo atômico. Esse fenômeno foi então chamado decaimento radioativo.

### 2.8.1 O Ensino de Radioatividade

É fato que em parte, as dificuldades encontradas para inserir a FMC no currículo do ensino médio estão ligadas aos empecilhos para a implementação dos PCN, pois a proposta de reforma curricular, além de contemplar conteúdos contemporâneos de Física, propõe o rompimento com o ensino técnico e voltado para vestibulares, bem vigente até os dias atuais. Estudos revelam que existem diversos obstáculos que desafiam a inserção dos conteúdos em sala de aula, tais como: o quadro docente, uma vez que a maioria dos profissionais não possui formação específica na área de Física; portanto, não tem incluído em seu currículo de graduação nenhum componente de FMC, e não sabe como ensinar sobre o assunto (RESQUETTI, 2013).

Assim, ainda segundo Resquetti (2013), o ensino de Física deve ser universal, em seu caráter abrangente, ou seja, além da mecânica, termodinâmica, óptica geométrica, ondulatória e eletromagnetismo, temas da Física clássica, o aluno deve ter conhecimento também dos conceitos da FMC, especialmente do que foi desenvolvido a partir do século XX.

Neste sentido, Chiarelli e Moreira (2006) investigam se é possível introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio. Os mesmos, realizaram o estudo com um grupo de alunos do 3º ano do ensino médio, abordando os conceitos de FMC, bem como fizeram ainda uma sondagem entre os docentes atuantes na disciplina de Física para saber o que eles pensam sobre esta inserção da FMC em sala de aula. No grupo entrevistado, dez dos treze docentes apontam ter visto conteúdos de FMC na graduação, mas apenas quatro destes haviam inserido em sua prática algum tópico de FMC. As razões alegadas para justificar a ausência desses conteúdos foram dentre outras: carga horária insuficiente, nível de complexidade dos temas para os alunos, negligência quanto a implementação dos PCNs, grande defasagem matemática e falta de motivação para os estudos de Física. Os autores explanam que, ao mesmo tempo em que 69% dos docentes reconhecem a ausência dos 26 conteúdos de FMC em sua formação, todos concordam com certas restrições, que é necessário e importante inserir o tema no currículo do Ensino Médio.

Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) realizaram entrevistas com dez docentes de Física do Ensino Médio, com o objetivo de coletar suas intenções e opiniões quanto à inserção dos conceitos de FMC em suas aulas, particularmente os raios X (inclusive no tópico da Física Nuclear). Eles puderam constatar que somente três dos dez docentes já tinham abordado de maneira suave algum tópico, mesmo que nove deles tenham concordado com tal inserção. Referente aos PCN, quatro dos dez entrevistados, explanaram ter ciência do texto, no entanto os pesquisadores notaram em suas opiniões que as interpretações do conteúdo dos Parâmetros eram restritas e ambíguas. A maioria dos professores, ao passo que se mostravam favoráveis a abordagem do tópico dos raios X em sala de aula, indicavam também problemas que limitariam esta abordagem, como a restrição da carga horária semanal de Física na escola pública, a ausência de materiais adequados para a abordagem, a carência

de formações continuadas para os professores de Física, em relação a esse conhecimento, o fato de que a FMC não faz parte da ementa de vestibulares e ainda, as defasagens cognitivas dos alunos da escola pública para entender a FMC.

O estudo realizado por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) aponta cinco docentes do Ensino Médio, licenciados em Física, de um mesmo estado da Região Nordeste. Todos os envolvidos haviam cursado, durante a graduação, componentes curriculares que tratavam de FMC. Os docentes da pesquisa, possuíam menos de cinco anos de formação no período das entrevistas, logo concluíram seus cursos de licenciatura em uma época em que a inserção da FMC no Ensino Médio era uma questão sólida, pelo menos entre os pesquisadores. Esta pesquisa revelou que, todos os docentes concordam com a relevância da inserção de conteúdos de FMC no Ensino Médio, no entanto, nenhum deles teria abordado estes conceitos em sala de aula. Os autores, ao buscarem os motivos da ausência do ensino de FMC, indicaram dificuldades que justificavam por que os docentes não abordam o tema.

Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) sinalizam falhas na formação inicial dos docentes, dentre estas, o embate na relação de ensino-aprendizagem de conteúdos de FMC em decorrência de um excessivo formalismo matemático. Os autores afirmam que a adoção deste formalismo, não contribui para que os docentes consigam criar uma visão conceitual e epistemológica satisfatória “desta” Física, implicando na dificuldade destes em realizarem manipulações plausíveis para que possam introduzir a FMC no nível médio da Educação Básica.

Este trabalho também traz outras dificuldades apontadas pelos entrevistados, como a formação inicial baseada no tecnicismo e na repetição dos conteúdos do livro didático; a demanda de carga horária semanal de Física na escola média, que, segundo os docentes, já se mostra insuficiente para a abordagem de conteúdos clássicos da ementa tradicional, mais ainda para cobrir também os conteúdos de FMC; a carência na elaboração de planejamento de estratégias de ensino que corroborem com a inserção do tema, ou seja, existem questões do como e para quê ensinar, e junto a isso, ainda tem a falta de experiência profissional na área para ensinar este conteúdo. O resultado desta pesquisa mostra uma divergência entre as propostas de pesquisadores da área de Ensino em FMC e as reais intenções dos docentes que atuam no Ensino Médio. Como conclusão do estudo, os autores afirmam que é possível perceber nos discursos dos docentes envolvidos nesta pesquisa, as marcas de uma formação que não garante uma atuação satisfatória para a área do ensino da FMC na Educação Básica, sendo necessário discutir rotas alternativas para a formação de professores de Física.

Como postulado por Resquetti (2013), nota-se que a formação primária dos docentes de Física é realmente carente de uma “pedagogia protagonista”, ou seja, de ferramentas que permitam ao mesmo tirar dos seus ensinamentos acadêmicos, recursos e estratégias que otimizem o seu ensino, para com determinados conteúdos e ainda, que estes sejam adequados e contextualizados de acordo com

as realidades dos alunos aos quais estes docentes atendem. Além disso, outro fato é retomado pelo trabalho: a falta ou limitação da autonomia profissional para com a inserção ou modificação do plano didático dos professores. O para quê, para quem, e porquê ensinar determinados temas, são questões recorrentes no ambiente escolar, visto que estes termos retomam pilares da educação nacional de um modo geral, e em especial, são sempre mencionados nos discursos de “formação continuada” das escolas públicas, mas nem sempre são considerados na hora do professor realizar o seu planejamento.

Retomando novamente Resquetti (2013), mas também Sorpreso, Babichak e Almeida (2010), pode-se assinalar a necessidade do desenvolvimento de trabalhos nos cursos de formação inicial de professores de Física, com o objetivo de aproximar os licenciandos das pesquisas e recursos produzidos por pesquisadores da área de Ensino de Física. Porém, os autores que já trabalham nessa parte da formação inicial, apontam diversas dificuldades para que aja a inserção da FMC nas aulas dadas aos licenciandos. Logo, o futuro professor, que ao longo de sua vida escolar foi submetido às características de um sistema de ensino tradicional, terá dificuldades em modificar a imagem matematizada, a-histórica e descontextualizada que tem da Ciência e de seu ensino.

A estruturação nos cursos de Licenciatura em Física é necessária e notada por Krey e Moreira (2009), que ao desenvolverem um estudo com discentes da disciplina Estrutura da Matéria do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, relatam que, tópicos de FMC são vistos nos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Física da mesma maneira, com as mesmas didática e objetivação, ressaltando ainda a atenção exagerada dada para os cálculos. Assim, os pesquisadores apontam que os futuros professores da Educação Básica, através desta didática e dos objetivos de ensino, não adquirem subsídios suficientes para ensinar conteúdos de FMC no Ensino Médio. Portanto, é de se esperar que o enfoque no curso de Licenciatura em Física necessita ser diferente do que é utilizado em um curso de Bacharelado, devendo a prática ser guiada de forma que os futuros professores tenham visão diferente da Física.

### 3 METODOLOGIA

Ao longo da trajetória acadêmica em geral, inclusive a escolha deste curso de Licenciatura em Física, a minha motivação foi sempre em estudar os fenômenos do meu cotidiano, poder explicá-los àquelas pessoas que os compreendem de forma “equivocada” ou “ingênua”, bem como utilizar o conhecimento da ciência em prol do meu benefício, e do benefício dos meus próximos, promovendo a interpretação do mundo, a resolução de problemas, entre outras usabilidades.

Este trabalho buscou reaplicar a Sequência Didática criada por Giuliana Gonçalves, Josué Farias e Tatiana Gonçalves (2008), que a priori estava definida em 11 momentos. Esse trabalho foi publicado no primeiro semestre de 2008, através do NUPIC (Núcleo de Pesquisas em Inovações Curriculares) da FEUSP (Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo).

Devido à grande crise sanitária ocasionada no nosso planeta desde o ano de 2020, e com a permanência desta até o atual momento, a sequência precisou ser adaptada ao contexto, e à realidade dos alunos, sujeitos desta pesquisa. Por motivos como o número pequeno de alunos disponíveis (que frequentam a escola presencialmente durante o período de ensino híbrido), o número de aulas disponíveis, o período de aplicação da nova sequência didática (adaptada), foi definida em 7 momentos, divididos da seguinte forma:

TEMA	MOMENTO	DURAÇÃO
Radiação	Atividade Introdutória Diagnóstica, e Definição do Tema	1 Aula
Tipos de Radiação	Classificações da Radiação, e aplicações	1 Aula
Emissão de Radiação	Aula Expositiva com exemplificação de emissões de radiação	1 Aula
Radiação Eletromagnética	Radiações Eletromagnéticas, Espectro Eletromagnético	1 Aula
Radiação Particulada	Definição, Radiações Alfa, Beta, e Gama	1 Aula
Reações Nucleares e Radioatividade	Contexto Histórico da Radioatividade, e os fenômenos da Fissão e Fusão nuclear	1 Aula
Efeitos Biológicos da	Exemplos, Atividade	1 Aula

Radiação	Final, e Trecho do filme “Radioactive” (Netflix).	
TOTAL		7 Aulas

A pesquisa foi aplicada na instituição estadual, com turmas do ensino médio público na modalidade integral, em uma escola de referência, localizada em Vertentes, Pernambuco, em dezembro de 2020. A turma era do 3º ano do Ensino Médio. Participaram do início ao fim da pesquisa, apenas 8 (oito) de 32 (trinta e dois) estudantes. Esta instituição possui 5 (cinco) aulas de Física por semana e, durante a pandemia, os estudantes só assistem apenas 1 aula da disciplina por semana, com isso, houve a necessidade de estar na escola por 4 dias, e ainda neste período, os 24 alunos estavam participando apenas no formato remoto (online), e por esse motivo, não conseguiram participar da aplicação da pesquisa.

O objetivo da realização desta pesquisa foi adaptar e aplicar uma sequência didática, visando propagar o conhecimento, e contribuir para o ensino e aprendizagem em ciências, em particular, a Física. Portanto, para a verificação do cumprimento ou não deste intuito/objetivo, será feita uma avaliação qualitativa, através da comparação das ideias e respostas apresentadas na atividade diagnóstica inicial, com aquelas apresentadas na atividade final, observando se os conceitos puderam ser compreendidos, e se os estudantes conseguiram se apropriar deles, a partir das relações CTS.

Vale destacar que os questionários aplicados como método de coleta de dados, não são iguais. O primeiro de caráter diagnóstico e que está disponível nos apêndices desta pesquisa, possui 10 questões, e por se tratar de uma atividade introdutória e diagnóstica, ele buscou compreender quais as ideias que os discentes possuíam antes de participarem da sequência didática. Das 10 questões, 5 foram escolhidas e analisadas neste trabalho, e para escolha, buscou-se aquelas que abrangiam os temas principais, e a relevância sobre uma didática de contextualização.

No segundo questionário, também disponível nos anexos, foram analisadas 6 das 11 questões, as quais foram escolhidas primeiramente, com relação aos conceitos principais a fim de captar as novas definições colocadas pelos discentes e compará-las com as definições apresentadas inicialmente, na avaliação diagnóstica, no sentido de verificar se houve uma melhoria, bem como a proximidade entre ambas. Foram escolhidas também questões que abordavam o conceito trabalhado, com o intuito de verificar se os discentes conseguiam identificar e explicar, fenômenos como decorrência do conteúdo estudado. Por fim, ainda foi escolhida uma questão de caráter pessoal, para verificar o quanto a prática da contextualização beneficiou ou não na aprendizagem de tais temas/conteúdos.

Os formulários utilizados para coleta de dados, de modo online, possuíam questões abertas de respostas curtas, e questões de múltipla escolha. Estes, bem como os slides e as notas de aula, estão disponíveis nos anexos da pesquisa. Ambos os formulários foram desenvolvidos com questões diretas ligadas aos conceitos dos temas abordados na sequência didática, e os formulários foram aplicados objetivamente antes, e depois da execução da sequência didática

A pesquisa contou um pequeno grupo de 8 discentes, os quais estiveram presentes nas aulas, no entanto, apenas 5 destes 8 discentes responderam ao primeiro questionário, e ainda, apenas 3 destes responderam ao segundo questionário. Na participação, os discentes optaram por não se identificar, e temos dentre o universo amostral que, 80% dos participantes eram do sexo masculino, e 20% dos participantes eram do sexo feminino.

### 3.1 AVALIAÇÃO COMPARATIVA

O método de avaliação utilizado para julgamento e análise dos dados obtidos através das respostas dos questionários, foi o da Avaliação Comparativa. Segundo o qual, tem por objetivo julgar o ensino através da comparação, de modo qualitativo, acarretando reflexões sobre o que foi aprendido, o que não foi, e o que ainda precisa ser ensinado. Esse modo de avaliação, propõe-se a analisar o aproveitamento e as habilidades desenvolvidas pelos alunos, ou não, através da comparação.

A respeito do critério de avaliação do segundo questionário, o qual julga as respostas em: Positivo (4/4) como o grau de entendimento total, julgando a didática utilizada como positivo, e condizente com a realidade, uma vez que a sequência é adaptada. Regular/positivo (3/4), como resposta em que houve o entendimento, porém não foi total, e por isso, poderia ter sido melhor. Regular/negativa (2/4), onde o discente teve o contato com o conteúdo, mas houve mais dúvidas que entendimento, e no entanto a didática utilizada pode não ser positiva, mas negativa. Negativa (1/4), nessa classificação, o discente julga que de fato a didática não foi proveitosa, e ele mesmo após ter contato com o conteúdo, não conseguiu absorver conhecimento algum.

## 4 RESULTADOS

Para se definir os resultados, serão necessários critérios de avaliação e observação. Deste modo, como a aplicação desse trabalho tem como finalidade a disseminação do conhecimento científico, bem como a informação e a conscientização sobre os temas, buscando otimizar o ensino de Física através da contextualização, sem pretensões quantitativas, e/ou classificatórias, este trabalho irá basear-se na avaliação comparativa.

Assim, para iniciar a execução da sequência didática, fez-se necessário a indagação sobre qual a ideia que cada discente tinha sobre tais conteúdos, logo tem se como questões iniciais do formulário 1, perguntas abertas a respeito dos conceitos base dos termos, Radiação e Radioatividade. Foram obtidas as seguintes respostas:

Q1- O que você entende por radiação?

R1-Entendo que radiação é um conjunto de elementos de grande porte explosivo que tanto pode salvar ou tirar vidas.

R2-Radiação é a propagação da energia no vácuo ou em outro tipo de matéria

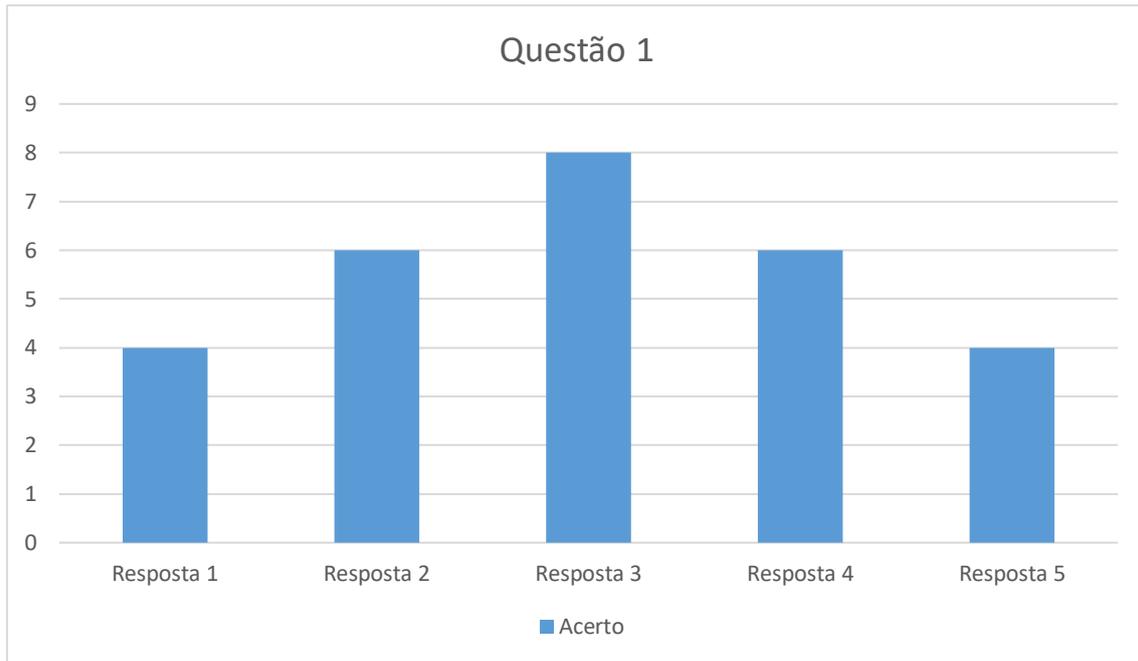
R3-É a emissão de energia por um átomo instável por conta da quantidade de nêutrons e prótons serem diferentes em seu núcleo.

R4-É energia gerada de um local a outro.

R5-É um efeito causado por partículas.

Considerando que o conceito utilizado para radiação nesta sequência, é o de que “ A radiação constitui a representação de uma oscilação, a eletromagnética. Logo, possui dentre outras propriedades comprimento de onda, o ente quantificador da magnitude da oscilação denotado pela letra do alfabeto grego lambda ( $\lambda$ ) , a velocidade de propagação que é denotada pela letra c, e vale especificamente  $3 \times 10^8$  m/s, que corresponde a trezentos milhões de metros por segundo, isso no vácuo, e ainda possui também frequência de oscilação denotada pela letra F, de maneira que, os três entes acima citados se associam através de uma equação matemática conhecida como equação fundamental da ondulatória”.

Podemos realizar uma escala de grau de proximidade da concepção dos discentes. Nestes graus de proximidades, escreveremos as seguintes classificações para graduar o nível de proximidade de acerto às respostas dos alunos, e atribuiremos a cada classificação, um valor associado à posição de sua resposta perante a situação de acerto, ou erro conceitual. As classificações são: distante do acerto (2/10), mais distante que próximo (4/10), mais próximo que distante (6/10), próximo (8/10), e correto (10/10), logo temos o seguinte gráfico para representar as respostas.



Pode-se notar através destas respostas iniciais dos discentes que, há uma pequena distorção conceitual dos alunos para com o tema, que possivelmente é causado pela desinformação. No entanto, é possível notar também, de maneira mais geral, que embora eles não tenham conhecimento da definição didática e formal do tema, eles já demonstram certo conhecimento, ainda que não muito “lapidado” do fenômeno, ou de suas aplicações e seus efeitos colaterais, como mostra a resposta 1.

Desse modo, analisando a segunda questão, temos como interesse analisar a ideia inicial de radioatividade que os discentes possuem antes da sequência ser aplicada. Uma vez que o conceito de radioatividade utilizada é o de que: “Segundo Röntgen, um novo de tipo de raios, posteriormente conhecidos como raios catódicos, podiam ionizar o ar, e penetrar materiais sólidos, mas nem todos os elementos conseguiam emitir tais raios, raios esses que eram ondas eletromagnéticas de altíssimas frequências”.

Q2- O que você entende por radioatividade?

Resposta 1-São atividades onde elementos radioativos estão sendo usados.

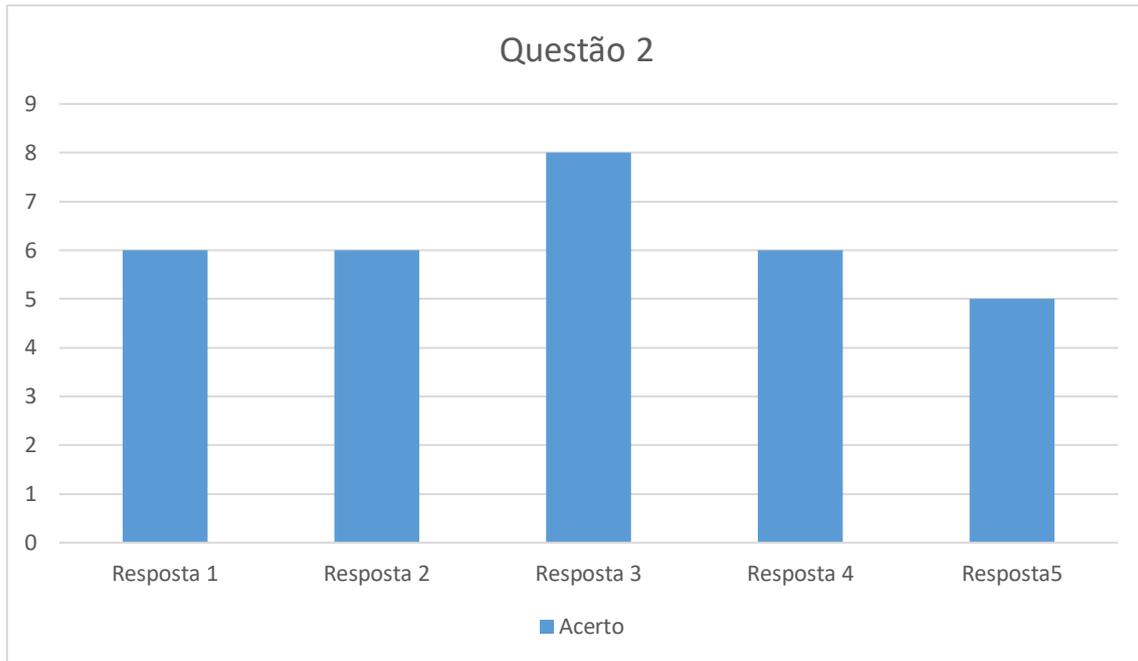
Resposta 2-Um fenômeno no qual substâncias são capazes de emitir radiação.

Resposta 3-É a característica de um material que consegue por meio de radiação, emitir energia

Resposta 4-É a emissão de radiação de uma substância, ou determinado elemento químico

Resposta 5-É a emissão de Radiação

Logo, utilizando o mesmo critério de avaliação da questão anterior, e com a mesma escala do gráfico anterior, temos:



Novamente, pode-se notar que a um certo desvio, perante o conceito formal do Tema, no entanto, os discentes entendem a qual(is) fenômeno(s) esse tema se refere.

Seguindo a metodologia de análise; para a terceira questão, utilizaremos os seguintes critérios: não (1/3), sim, mas não consigo diferenciar (2/3), sim, e consigo diferenciar (3/3) analisamos mais uma questão (3ª), e portanto, segue que:

Questão 3- Você consegue diferenciar os conceitos de Radiação e Radioatividade? Se sim, aponte ao menos uma diferença.

Resposta 1- Não Conseguir

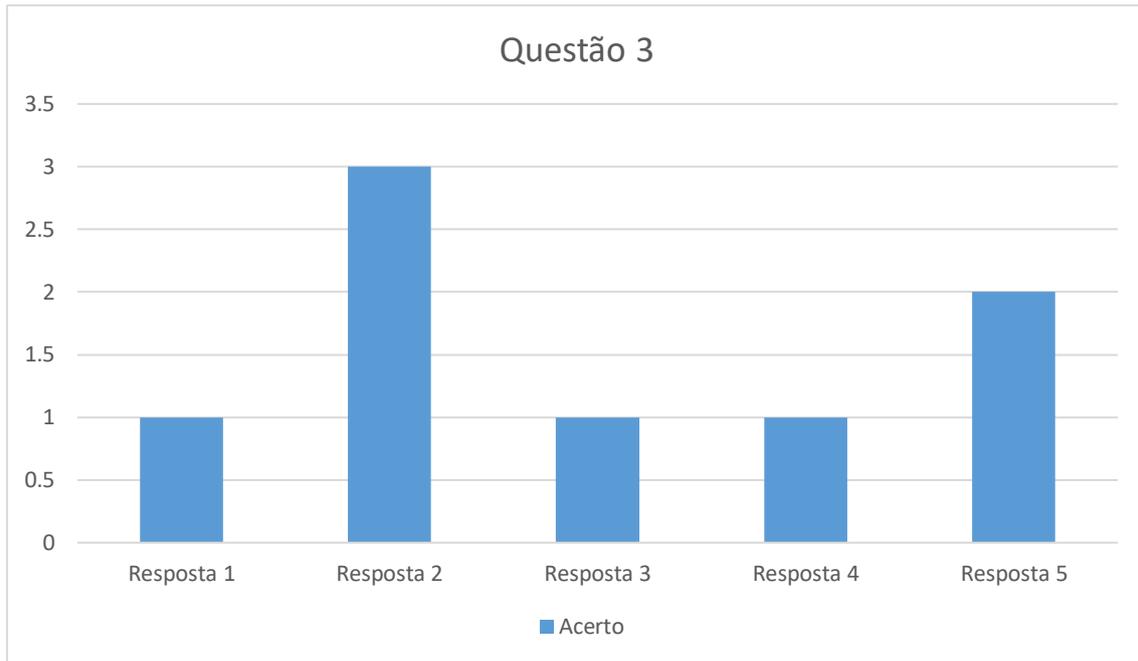
Resposta 2- Sim. Radiação é a propagação da energia, e na radioatividade, é o processo pelo qual a substância fica propícia a emitir a radiação.

Resposta 3- Não, achava que as duas eram “bem dizer” a mesma coisa.

Resposta 4- Não

Resposta 5- Sim, um é a energia, e o outro é um fenômeno.

Logo, mais uma vez, podemos associar as respostas em um gráfico de barras, como anteriormente. Assim, segue que:



Nesta questão, pode-se notar de fato que os discentes ainda não conhecem bem teoricamente os conceitos dos temas, e por isso não conseguem diferenciar tais fenômenos, como mostra a resposta 5, que fala que um é a energia (radiação), e outro é o fenômeno, sendo que na verdade são ambos fenômenos que átomos instáveis podem ocasionar.

Seguindo a metodologia, analisamos a quinta questão do questionário, utilizando as mesmas técnicas de comparação, buscando classificar as respostas do discentes. Desta vez utilizamos as seguintes classificações: Não consigo aplicar nem perceber (1/4), consigo aplicar, mas não consigo perceber (2/4), consigo perceber, mas não consigo aplicar (3/4), consigo perceber e aplicar (4/4). Deste modo, temos que:

Questão 5- Você Consegue aplicar ou perceber alguma aplicação destes temas em sua realidade (seu dia a dia)?

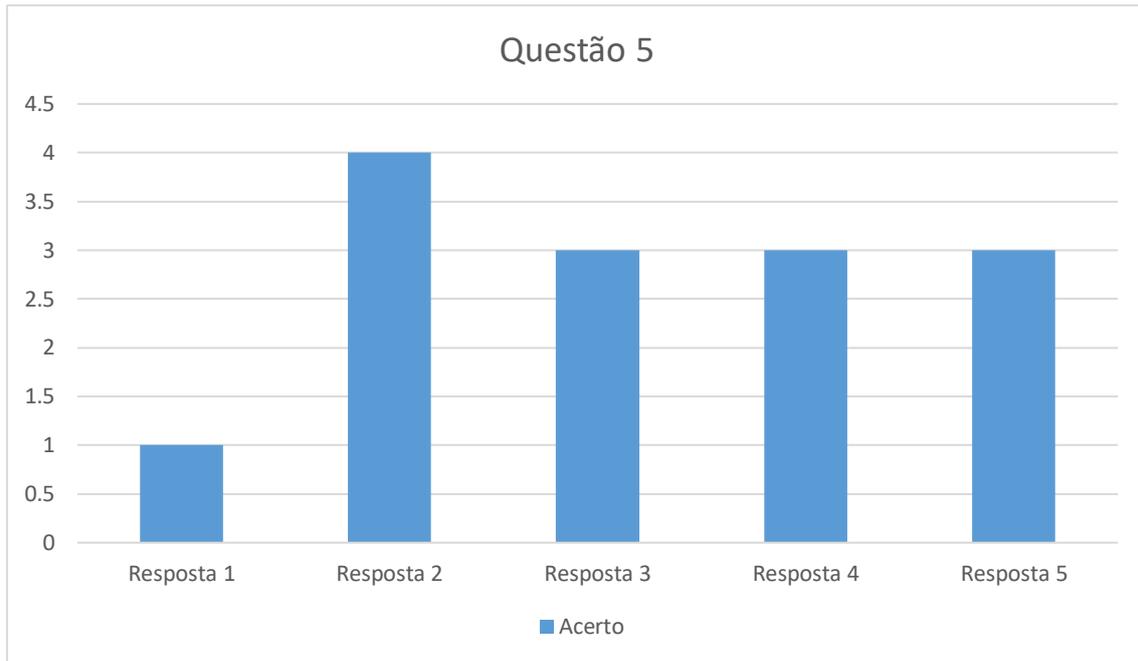
Resposta 1- Não

Resposta 2- Nas máquinas de raios-x e quando vou comer banana, que tem potássio que é um elemento radioativo

Resposta 3- Sim, Micro-ondas.

Resposta 4- Micro-ondas.

Resposta 5- Sim, principalmente na área da saúde.



Aqui, pode-se perceber que, os discentes têm um grau de assimilação e de interpretação dos fenômenos nas suas respectivas realidades, no entanto, há ainda parte destes que não conseguem assimilar a existência destes fenômenos em tais realidades.

A última questão deste questionário a ser analisada a questão de número 8, segue que, como classificações utilizamos: Discordo totalmente (1/5), discordo mais que concordo (2/5), Não Concordo nem discordo (3/5), concordo mais que discordo (4/5), Concordo Totalmente (5/5). Deste modo pode-se gerar o seguinte gráfico de barras:

Questão 8- Você considera/acredita que a contextualização (assemelhar estes a algo que acontece na sua realidade) do ensino destes temas é importante para o entendimento e aprendizado dos mesmos?

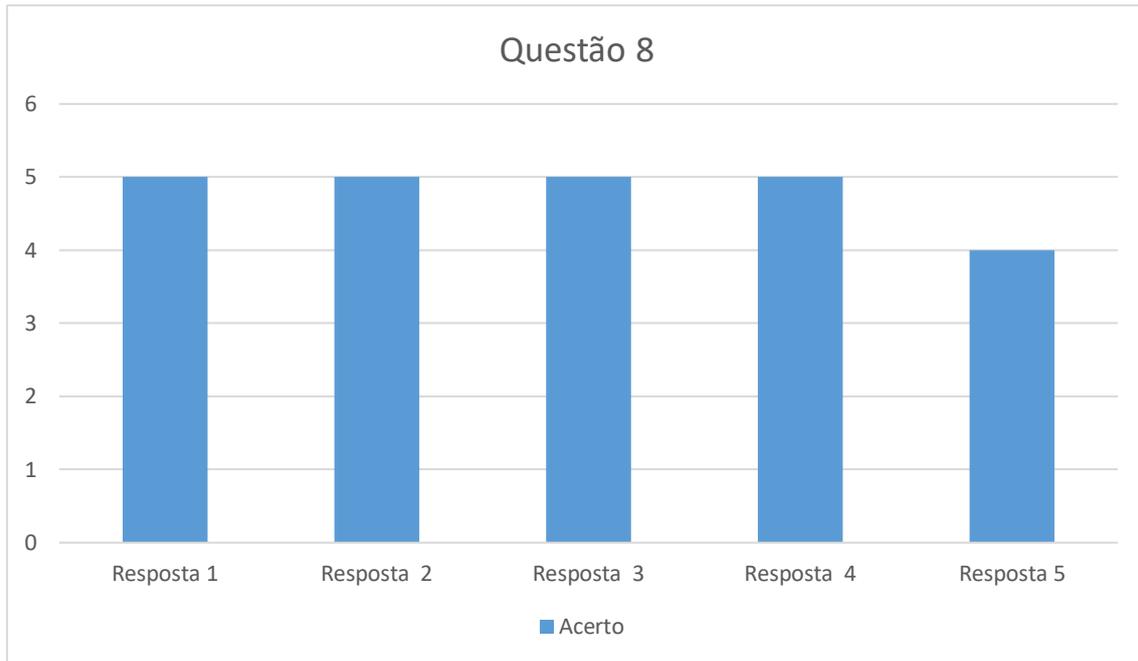
Resposta 1-Sim, pois são coisas que estão ficando cada vez mais normais em nosso dia-a-dia.

Resposta 2-Sim, porque além de introduzir o assunto, ainda ficamos cientes de que isso não é algo impossível de acontecer, e sim é algo que está ao nosso redor.

Resposta 3-Sim, pois assuntos de física e química parecem mais palpáveis, se forem exemplificados no nosso dia a dia.

Resposta 4-Sim. Com exemplos do cotidiano e do que já aconteceu, sempre fica mais fácil de compreender.

Resposta 5- Sim.



Esta questão, foi utilizada com o intuito de checar se, essa tática de ensino é condizente com a(s) necessidade(s) da realidade dos discentes, sendo classificadas pelos próprios como atrativa, motivante, e, portanto, significativa, como apontam as respostas, em particular as respostas 2,3, e 4.

Seguindo a pesquisa, como já mencionado, o segundo questionário aplicado objetivamente após a execução da sequência didática, e de caráter comparativo, possuía um total de 11 questões, buscavam analisar se o conceito apresentado pelos alunos após a participação da sequência didática, bem como apresentar sua visão sobre as práticas didáticas de contextualização dos conteúdos e os seus benefícios para com a aprendizagem. Como também já mencionado, do quantitativo de 8 estudantes que concordaram, em participar da sequência, apenas 3 persistiram até o final, e portanto, responderam ao segundo questionário.

Logo iniciando a análise, comparando as respostas dos discentes, com as definições teóricas encontradas nas literaturas, tal qual a utilizada nesta pesquisa, utiliza-se para classificação das respostas: Positivo, classificação dada para resposta que demonstra entendimento do conteúdo, Regular/positivo, classificação dada a resposta que indica grau de compreensão do conteúdo positivo porém com algumas possíveis dúvidas/lacunas, Regular/negativa, classificação dada a resposta que indica que o aluno teve um contato com o conteúdo, no entanto existem muitas lacunas na compreensão, e por último, Negativo, que é classificação atribuída aquela resposta que indica confusão de ideias e conceitos, bem como a não compreensão do conteúdo.

Questão 3- Defina brevemente o termo Radiação

Resposta 1: É o que ocorre depois de uma explosão tipo a luz solar.

Resposta 2: É a emissão de energia na forma de partículas ou ondas.

Resposta 3: É a propagação de energia em ondas eletromagnéticas de um ponto a outro



Levando em consideração a definição científica, podemos observar que houve a compreensão dos discentes sobre o conteúdo, uma vez que estes podem até utilizar analogias para expressar a compreensão, tal qual a ponta a resposta 1.

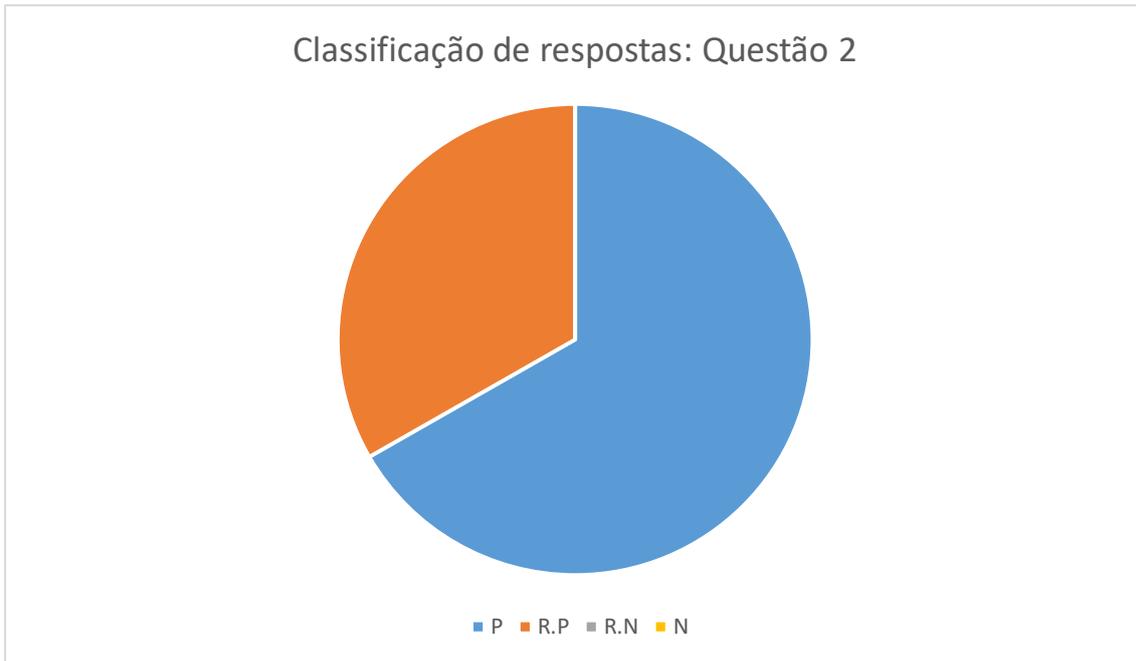
Dando continuidade à análise, a questão de número 2, do segundo questionário, utilizando novamente a metodologia de comparação, e utilizando novamente as classificações para respostas, temos: : Positivo, classificação dada para resposta que demonstra entendimento do conteúdo, Regular/positivo, classificação dada a resposta que indica grau de compreensão do conteúdo positivo porém com algumas possíveis dúvidas/lacunas, Regular/negativa, classificação dada a resposta que indica que o aluno teve um contato com o conteúdo, no entanto existem muitas lacunas na compreensão, e por último, Negativo, que é classificação atribuída aquela resposta que indica confusão de ideias e conceitos, bem como a não compreensão do conteúdo. Logo, segue:

Questão 2: Defina brevemente o termo Radioatividade

Resposta 1- Seria quando o átomo está instável.

Resposta 2- É a propriedade de um átomo de emitir radiação.

Resposta 3- É a capacidade de um elemento químico radioativo emitir radiação. Pode acontecer por meio natural ou artificial.



A partir, das respostas apresentadas na questão acima, podemos observar que houve a compreensão sobre o fenômeno discriminado, novamente comparando com a definição da literatura do livro texto. É possível observar ainda que, além de haver a compreensão, os discentes também criam a autonomia de saber onde e como procurar sobre o conteúdo, como mostra a reprodução da definição apontada na resposta 3 desta questão, provavelmente pesquisada, e não apenas respondida de maneira intuitiva.

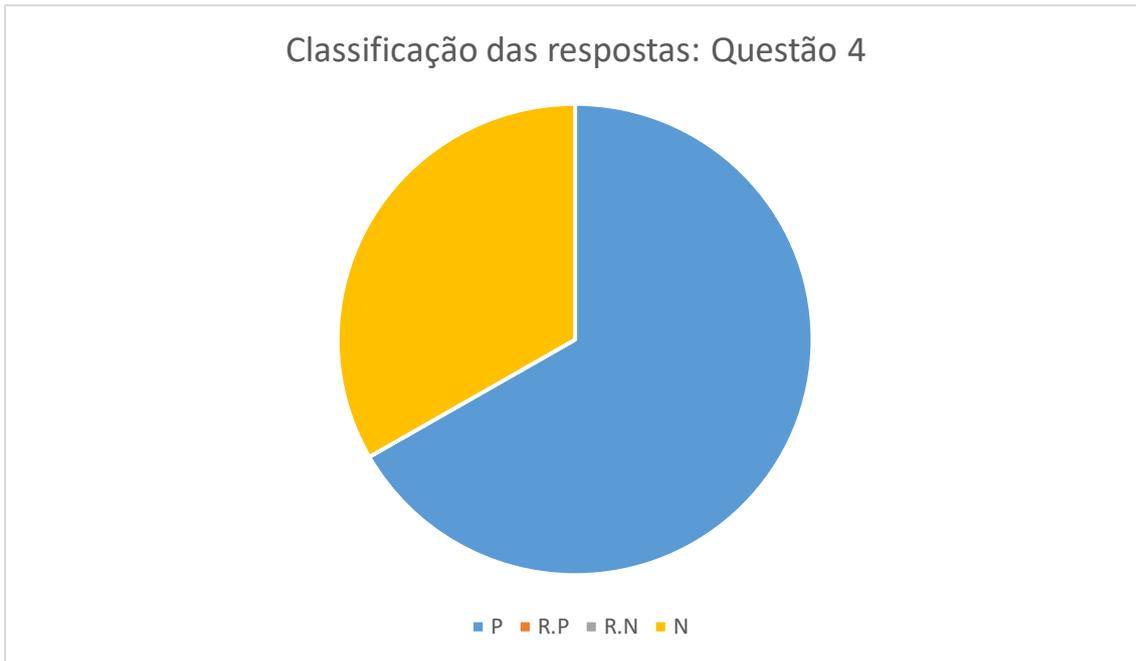
Continuando a análise das questões, seguindo com a metodologia utilizada nas demais questões, e analisando a questão de número 4 do segundo questionário, e utilizando as classificações propostas nas questões anteriores, segue que:

Questão 4: O que você entendeu sobre espectro eletromagnético?

Resposta 1- Que é perigoso, e tem a ver com energia.

Resposta 2- É toda o espectro de frequências que pode ser alcançada por ondas eletromagnéticas.

Resposta 3- É a distribuição das ondas eletromagnéticas visíveis e não visíveis, de acordo com seu comprimento e frequência.



Nesta questão, pode-se observar que houve um entendimento por parte dos alunos, porém houve também a confusão de ideias pela outra parte, o que pode nos remeter a didáticas alternativas e/ou uso de analogias para esclarecimento, dos conceitos, a fim de otimizar o aproveitamento da aprendizagem, devendo-se também levar em consideração o empenho do aluno para reprodução de tal resposta.

Em sequência à análise, seguimos observando a questão m6 do segundo questionário, com a metodologia utilizada nas questões anteriores, tendo em vista o objetivo de analisar estes dados (buscar a melhoria teórica nas definições dos discentes a cerca dos conteúdos da sequência didática), e utilizando as classificações utilizadas para as respostas das questões anteriores, segue que:

Questão 6: Você conseguiu entender os processos de Fissão e Fusão Nuclear?

Resposta 1- Sim fissão é quando uma molécula se quebra em duas ou mais e fusão é quando duas moléculas se unem pra formar uma

Resposta 2- Sim. Fissão é a emissão por quebra de um átomo criando outros menores, já a fusão é a junção do núcleo de átomos.

Resposta 3 - Sim. Fissão é o processo de divisão de um átomo para formar dois mais leves. Fusão é a junção de dois átomos para formar um terceiro mais pesado.



A partir, das expressões e definições utilizadas nas respostas acima, é possível notar que embora os termos utilizados não sejam iguais aos encontrados no livro didático (especialmente na resposta 1), os processos de fissão e fusão foram parcialmente compreendidos segundo as respostas dos discentes, uma vez que, os discentes não apontaram a liberação de energia em forma de radiação em suas respostas.

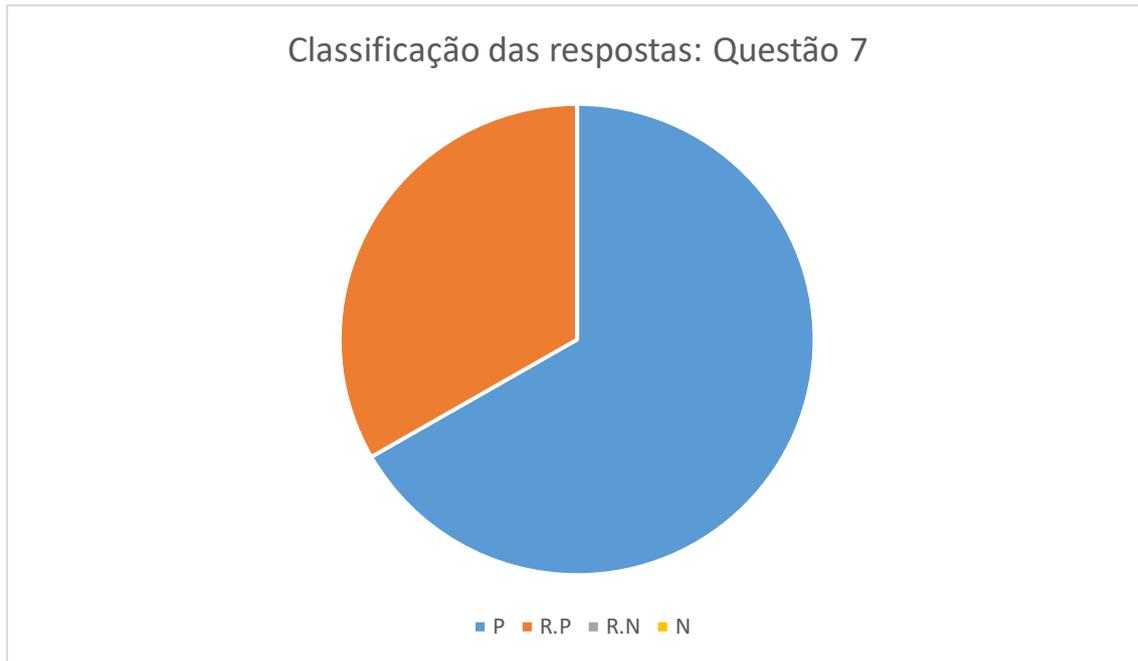
Analisando mais uma questão, a questão de número 7 do segundo questionário, utilizando a classificação apontada acima e mostrada nos gráficos, segue que:

Questão 7: Como o processo de Reação em cadeia acontece? E a qual o perigo do mesmo "sair do controle"?

Resposta 1- A partir de quando um átomo fica instável, o perigo é incalculável mais haverá uma explosão enorme.

Resposta 2- Acontece o processo da reação até que o reagente seja totalmente consumido, ou seja, até o átomo alcançar estabilidade. Porque quando a reação não consegue ser mais controlada, continuará a acontecer, mas sem o poder da intervenção humana, o que se torna um grande perigo, pois, por exemplo, em um reator nuclear, os átomos continuariam a sofrerem transformações desenfreadas, podendo ocasionar em um desastre.

Resposta 3- Uma sequência de reações provocadas por um elemento ou grupo de elementos que gera novas reações entre elementos possivelmente distintos, tal como ocorre durante a fissão nuclear.



Ao analisar as afirmações e definições colocadas pelos discentes, podemos perceber que, uma vez entendidos os processos de liberação de energia por fissão e fusão nuclear, os discentes agora são capazes de compreender não só suas aplicações, como no processo de reação em cadeia, mas, são capazes ainda de identificar os riscos das aplicações de tais fenômenos, quando assemelham o processo de reação em cadeia desenfreado a quase sempre uma explosão, já que à eles viram na sequência didática, algumas explosões causadas por processos deste tipo. Demonstram assim um significado, ao conteúdo do trabalho.

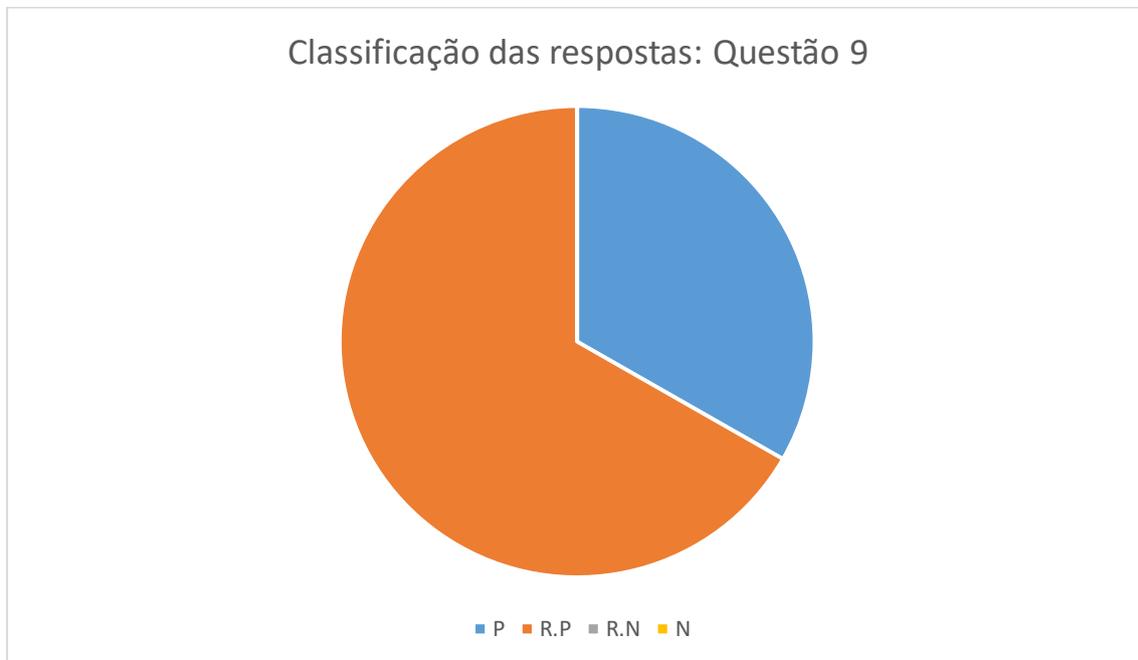
Prosseguindo na análise, novamente, utilizando a comparação, e observando as definições dos alunos e pontes de conhecimentos que os mesmos conseguiram estabelecer através da aplicação dos conteúdos na identificação de fenômenos, e ainda utilizando a classificação já utilizada até aqui, segue na questão de número 9 do questionário:

Questão 9: Como funciona um processo de datação?

Resposta 1- É quando usa o carbono 14 para saber a idade de fósseis e artefatos

Resposta 2- É uma forma de calcular quanto tempo um certo material possui de acordo com isótopos radioativos que existem neles, pois pode-se medir a meia-vida do átomo e determinar o tempo estimado do material analisado.

Resposta 3- Willard Libby percebeu que a quantidade de carbono-14 dos tecidos orgânicos mortos diminui a um ritmo constante com o passar do tempo. Assim, a medição dos valores de carbono-14 em um objeto fóssil nos dá pistas dos anos decorridos desde sua morte.



Mais uma vez, embora os termos colocados pelos discentes não sigam a formalidade do que foi apresentado na sequência didática, e que tenham uma pequena dificuldade de expressar suas ideias, é possível notar que os mesmos, conseguiram assimilar o conceito de decaimento radioativo, e através deste entendimento, são capazes ainda de notar onde estes se aplicam na sociedade, e na ciência de uma maneira ampla.

Na última questão analisada, indaga-se aos discentes sobre a metodologia utilizada nas aulas ao longo da execução da sequência didática, e qual sua relevância sobre a aprendizagem que estes obtiveram sobre os temas. Com isso analisando suas respostas, que agora, como satisfatória e assim utilizando o valor 5 para indicar satisfação máxima, ou insatisfatória e com isso utilizando o valor 0 para insatisfação máxima, segue que:

Questão 11: Você acha importante contextualizar um conteúdo para que este fique mais próximo da realidade do aluno?

Resposta 1: Sim pois a maneira da explicação se torna mais interativa e mais explicativa para o entendimento.

Resposta 2: Sim, assim torna o aprendizado mais didático e prepara melhor o estudante para lidar com o conteúdo em aplicações corriqueiras da vida.

Resposta 3: Com certeza. Utilizar exemplos do dia a dia, ajuda muito no entendimento da situação dada.

Deste modo, pode-se concluir que, de acordo com suas demandas, necessidades e com suas realidades cotidianas, os alunos consideraram relevante e importante, a prática da correlação no ensino de ciências, particularmente a no ensino de física, ainda que estes não tenham um conhecimento aprofundado sobre práticas de ensino, e didática, confirmando a hipótese inicial desta pesquisa.

É importante ressaltar que, neste segundo questionário, os discentes conseguem ter um olhar mais direcionado, e mais formal a cerca das definições, bem como dos fenômenos em si. Conseguem utilizar termos mais técnicos para explicar seus raciocínios, bem como pode-se notar também, um menor empirismo a cerca de fenômenos, quando por exemplo não sabiam apontar uma diferença entre os conceitos de radiação e radioatividade, ou quando apontavam que um era a energia e o outro era o fenômeno, e agora, sabem pesquisar de forma objetiva e com os termos adequados as definições de cada, e assimilar os fenômenos separadamente, compreendendo a natureza e as condições de existência de cada um.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento desse trabalho se dá a partir das inquietações constatadas em sala de aula, tanto na condição de aluno, como na condição de estagiário, e de professor, mediante as dificuldades encontradas nas relações de ensino e de aprendizagem das disciplinas, em particular, na disciplina de física. Analisando as possibilidades de melhoras e contribuições, o trabalho executou-se buscando adaptar uma sequência didática para ensino de física, tendo como temas Radiação e Radioatividade.

Com isso, o trabalho buscou verificar, como uma sequência didática pode ensinar os conceitos de radiação e radioatividade para estudantes do 3º ano do ensino médio. Diante desta questão, o trabalho teve como objetivo geral adaptar e aplicar uma sequência didática sobre Radiação e Radioatividade mostrando as diferenças, bem como as relações entre tais conceitos. Logo, constata-se que este objetivo geral foi atendido, pois de fato conseguiu-se adaptar e aplicar a sequência didática.

O objetivo específico inicial deste trabalho era, adaptar uma sequência didática sobre a temática de Radiações e Radioatividade para o contexto local e atual. Nota-se que este objetivo foi efetivamente alcançado pois como mostra os quadros das distribuições de aulas informados na metodologia deste trabalho, os momentos foram de fato reduzidos, e viabilizados da melhor maneira possível, para atender a demanda da época, e a disponibilidade do grupo de discentes envolvidos, considerando novos elementos, como por exemplo o filme “Radioactive”, de 2019. O segundo objetivo específico deste trabalho era, utilizar elementos de contextualização do ensino, com exemplos, analogias e elementos paradidáticos. Verifica-se de fato que tal objetivo foi alcançado, pois como mostra os dados da pesquisa, as aulas e os anexos deste trabalho, a didática utilizada fez uso de tais ferramentas ao longo da execução da sequência didática nas explanações teóricas. Por fim, o último objetivo específico deste trabalho era, incentivar os estudantes a buscar o conhecimento científico da física através dos elementos de analogia e contextualização, aproximando a teoria da realidade destes. Bom, isso ficou constatado, pois os discentes não só se mostraram mais que motivados do que o comum, como também se posicionaram positivamente a respeito desta forma didática de abordar a física.

O presente trabalho partiu da hipótese de que, feitas as adaptações necessárias para aproximar um conteúdo da realidade dos discentes, é possível ensiná-lo de maneira significativa, de tal forma que este consiga perceber a importância deste conteúdo em sua vida, e ainda é capaz de identificar situações onde este conteúdo, ou um fenômeno decorrente deles está presente. Com isso, buscou-se adaptar a sequência didática, afim de aproximar os termos e as

informações referentes aos conteúdos de Radiação e Radioatividade, de maneira que a aprendizagem fosse melhor aproveitada.

De fato, o posicionamento dos alunos à respeito dos temas descritos, foi se “lapidando” e se aprimorando conceitualmente após a sequência didática que foi adaptada de acordo com a realidade deles e aparecer ter sido assimilada de forma satisfatória. Com isso, verifica-se então a confirmação da hipótese, e conseqüentemente a resposta à questão desta pesquisa.

Os dados, que foram coletados nesta pesquisa foram obtidos através de 2 questionários: o primeiro de caráter diagnóstico, aplicado no primeiro momento, antes de qualquer exposição teórica dos conteúdos, e o segundo no último momento de caráter conclusivo após todos os conceitos terem sido expostos. Na análise, utilizou-se o método de comparar e observar as possíveis evoluções nos posicionamentos dos discentes, com relação aos conteúdos ensinados.

Como limitações, o trabalho encontrou o formato de ensino híbrido, devido ao momento da sua aplicação, durante o isolamento social da pandemia de COVID-19, isso implicou em uma baixa frequência de discentes tanto presenciais, quanto online, e ainda a não permanência dos discentes nas duas modalidades. Pode-se citar também a aceitação e concordância para com a participação desta pesquisa, e ainda as prioridades da época, e do cronograma dos discentes, bem como da escola, pois ambos estavam na iminência de avaliações externas, vestibulares, avaliações internas formais, e com isso, a disponibilidade das aulas foi minimizada. E ainda, deve-se considerar a limitação de tempo, e da quantidade de participantes da pesquisa, que devido aos motivos já citados, foi consideravelmente baixa.

Logo, para aprimorar os resultados obtidos a partir pesquisa, bem como a veracidade desta hipótese, e ainda para aprimorar a coleta de dados e análise destes, seria interessante que este trabalho fosse aplicado novamente com um público maior, podendo ainda observar mais variáveis e se estas também podem influenciar na aprendizagem de determinados conteúdos e na participação e motivação dos discentes.

## REFERÊNCIAS

- BASTOS FILHO, Jenner Barretto; MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. Ensino de ciências e matemática: temas sobre a formação de professores. **DIFICULDADES DOS PROFESSORES EM INTRODUIR A FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO:: A NECESSIDADE DE SUPERAÇÃO DA RACIONALIDADE TÉCNICA NOS PROCESSOS FORMATIVOS**, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-10.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação - Brasília: [s. n.], 2000. 109 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- PEREIRA, Alexsandro de; OSTERMANN, Fernanda. Investigações em Ensino de Ciências. **Sobre o ensino de física moderna e contemporânea** : uma revisão da produção acadêmica recente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, v. 14, ed. 3, p. 393-420, 18 out. 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141893/000737710.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- CAMPOS, Angela Fernandes *et al.* Revista de Educação em Ciências e Matemática. **Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais**, Amazônia, ano 19, v. 10, p. 46-61, 2013. DOI 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2185>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- CHIARELLI, Rogério Ávila. Ciências Exatas e da Terra. **Física moderna e contemporânea no ensino médio**: é possível abordar conceitos de mecânica quântica?, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10023/000593450.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- GONÇALVES, Giuliana; FARIAS, Josue; GONÇALVES, Tatiana. Núcleo de Pesquisas em Inovações Curriculares: Módulo de Ensino Inovador. **Radiação x Radioatividade**, FEUSP, v. Único, 2008. Disponível em: [nupic.fe.usp.br](http://nupic.fe.usp.br). Acesso em: 20 nov. 2020.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. [S. l.]: Bookman, 2015. 816 p. v. Único. ISBN 858260341X, 9788582603413.
- KREY, Isabel. **Implementação de uma proposta de ensino para a disciplina de estrutura da matéria baseada na teoria dos campos conceituais de Vergnaud**. Orientador: Marco Antônio Moreira. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física., Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/1910>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- MAFFI, Caroline *et al.* A Contextualização na Aprendizagem. **A Contextualização na Aprendizagem: Percepções de Docentes de Ciência e Matemática**, Universidade FEEVALE - Novo Hamburgo, v. 2, p. 75-92, 2019. DOI 2176-8501. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/15022/2/A\\_contextualizacao\\_na\\_aprendizagem\\_percepcoes\\_de\\_docentes\\_de\\_ciencias\\_e\\_matematica.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/15022/2/A_contextualizacao_na_aprendizagem_percepcoes_de_docentes_de_ciencias_e_matematica.pdf). Acesso em: 18 dez. 2020.
- NASCIMENTO, Douglas Oliveira do *et al.* OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO. **OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA**

**FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**, Revista da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, v. 9, n. 2, p. 829-834, 2018. Disponível em: <http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/2458>. Acesso em: 20 dez. 2020

-OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Revista Brasileira de Ensino de Física. **Física moderna no ensino médio**: o que dizem os professores, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, v. 29, ed. 3, p. 447-454, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/239009136\\_Fisica\\_moderna\\_no\\_ensino\\_medio\\_o\\_que\\_dizem\\_os\\_professores](https://www.researchgate.net/publication/239009136_Fisica_moderna_no_ensino_medio_o_que_dizem_os_professores). Acesso em: 18 dez. 2020.

- OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. Investigações em Ensino de Ciências. **UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE PESQUISA "FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO"**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. Único, 1998. Disponível em: [if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5\\_n1\\_a2.htm](http://if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm). Acesso em: 20 dez. 2020.

-PEREIRA, Alexsandro de; OSTERMANN, Fernanda. Investigações em Ensino de Ciências. **Sobre o ensino de física moderna e contemporânea** : uma revisão da produção acadêmica recente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, v. 14, ed. 3, p. 393-420, 18 out. 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141893/000737710.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2020.

- RESQUETTI, Sílvia Oliveira. **Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS**. 2013. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2013. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4554>. Acesso em: 15 dez. 2020.

## APÊNDICE A - NOTAS DE AULA

Os textos escritos nas aulas, bem como as definições e também expressões utilizadas, são adaptações do texto de Gonçalves e colaboradores (2008), do livro Física Conceitual de Hewitt, 12ª ed. (2015), bem como do site “Só física”.

### AULA 1

Tema: O que é Radiação? E Radioatividade?

Objetivo:

- Obter um diagnóstico das opiniões dos alunos a respeito do tema
- Divulgar as respostas e socializar as opiniões
- Mostrar os conceitos e as diferenças entre Radiação e Radioatividade

Recursos didáticos utilizados:

- Atividade diagnóstica introdutória: questionário para obtenção das respostas dos alunos, a respeito de suas respectivas concepções sobre Radiação e Radioatividade.
- Definição dos conceitos

#### Atividade diagnóstica introdutória

Nome: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ Data; \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

1-O que você entende por radiação?

2-O que você entende por radioatividade?

3-Você consegue diferenciar os conceitos de radiação e radioatividade? Se sim, aponte ao menos uma diferença.

4-Assinale a alternativa de acordo com a sua experiência com tema. Por onde foi o seu primeiro contato com os temas Radiação e Radioatividade:

- a) Internet
- b) Sala de aula
- c) Séries/filmes
- d) Notícias de Jornal/Tv
- e) Nunca tive contato

5- Você consegue aplicar, ou perceber alguma aplicação destes temas em sua realidade?

6- Você acha importante conhecer sobre os temas e suas aplicações?

7- Você conhece algum risco que a exposição aos fenômenos de radiação e radioatividade pode causar?

8- Você considera/acredita que a contextualização do ensino destes temas é importante para o entendimento e aprendizado dos mesmos?

9- Você sabia que a desinformação, a negligência e a omissão de informações a respeito destes temas causaram vários acidentes catastróficos ao longo do desenvolvimento da humanidade?

10- Você sabia que assim como riscos, a radiação e radioatividade podem ser bastante benéficos para o desenvolvimento humano, para saúde e prevenção de doenças, etc.?

Os Conceitos foram definidos após a aplicação da atividade diagnóstica, escritos no quadro, foi pedido que os alunos copiassem, e comentado sobre as possíveis ocorrências no dia a dia. Os alunos demonstraram curiosidades, e esclareceram dúvidas ainda na primeira aula.

### Radiação

#### Definição:

A radiação é o fenômeno físico de propagação de energia através de oscilações. Ela constitui, portanto, a representação das oscilações eletromagnéticas, podendo se comportar tal qual uma oscilação (na forma de onda), ou como uma partícula. A radiação pode ser visível, se esta se encontrar na faixa do espectro visível das oscilações eletromagnéticas, ou invisível. Pode também ser ionizante, ou seja, possuir a capacidade de arrancar elétrons das orbitas dos átomos, transformando-os assim em íons, e com isso alterar a matéria constituída por tais átomos, e pode ser também não ionizante. Pode ainda ser de fonte natural exemplo: a radiação solar, e de fonte artificial como a de uma máquina radiológica, além de possuir um alto poder de penetração na matéria no caso de radiações ionizantes.

### Radioatividade

O Fenômeno da Radioatividade, ficou conhecido através dos primeiros estudos da área que foram divulgados no fim do século XIX, mais precisamente em

1896, pelo físico alemão Wilhelm Roentgen, quando o mesmo verificou que alguns elementos emitiam radiações, quando seus átomos sofriam alterações advindas do seu interior (núcleo). O que ele não sabia ainda era que, tal fato era muito mais que uma excitação atômica, mas sim uma alteração que caracterizava uma atividade radioativa. Tal atividade, recebeu o nome de decaimento radioativo. Logo o elemento que possui a propriedade de realizar tal decaimento, seria por consequente radioativo, a exemplo: Urânio, Tório, Radônio, Polônio, etc.

## AULA 2

Tema: Classificações da Radiação

Objetivo:

- Explicar os tipos de radiações e suas componentes
- Classificar as radiações

Recursos didáticos utilizados:

- Livro Paul. G. Hewitt 12ª ed.
- Explicação em sala sobre a natureza das radiações, suas propriedades e radiações.

Texto

As radiações são representações de fenômenos oscilatórios (oscilações eletromagnéticas), que propagam a energia. Por se tratar de uma oscilação deste tipo, ela pode propagar-se em qualquer meio, inclusive o vácuo, porém ela não precisa de um para se propagar.

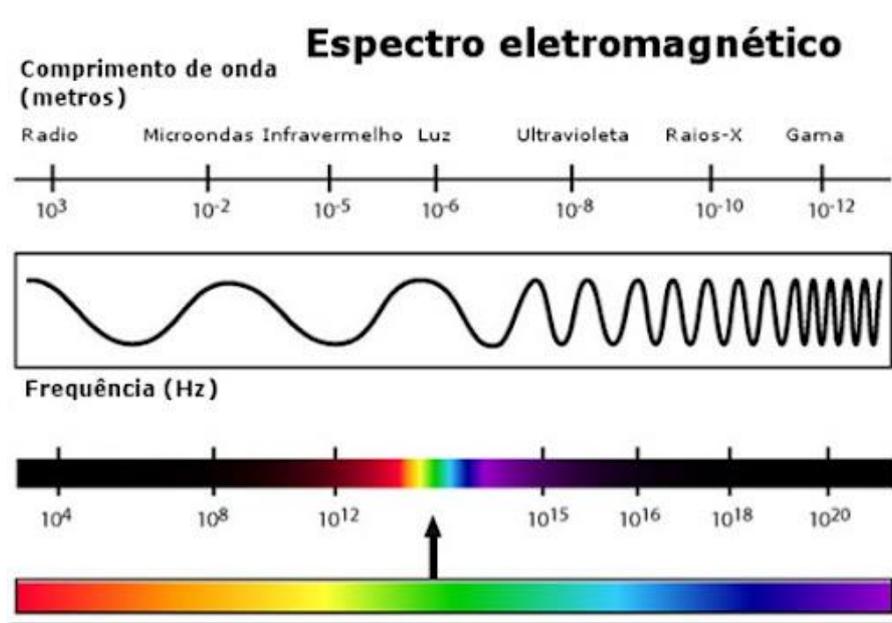
Assim, como as radiações são oscilações eletromagnéticas, estas devem reger-se pela equação fundamental da ondulatória, uma que uma oscilação, mesmo que eletromagnética obedece a essa lei, logo:

$$c = \lambda \times f$$

Onde  $c$ , é a velocidade da onda eletromagnética no vácuo, ou mais conhecida como a velocidade da luz,  $\lambda$  é o comprimento de onda da oscilação, e  $f$  é a frequência de oscilações em um dado intervalo de tempo. Logo, temos que  $c$ , é uma constante e vale  $c = 3 \times 10^8$  (elevado a oitava potência) m/s. Logo o que poderá variar em uma oscilação eletromagnética que irá localiza-la e classifica-la no espectro eletromagnético será sua frequência medida em hz (Hertz), ou seu comprimento de onda medido em metros ou em uma de suas subunidades cm, mm, nm, (centímetro, milímetro, nanômetro, respectivamente), etc.

Note que, de acordo com a equação fundamental, o comprimento de onda e a frequência são inversamente proporcionais, assim, quando um destes componentes aumenta, o outro automaticamente diminui, de modo que o produto destes permaneça constante obedecendo a igualdade.

Assim, essas variações vão designar se a oscilação é uma onda de rádio, uma radiação visível, uma radiação gama, ou qualquer outro tipo de radiação.



Este espectro eletromagnético, é uma escala muito importante, e que nos serve como um localizador de ondas, uma vez que, conhecendo o valor de uma das variáveis da equação fundamental, nós conseguimos e identificar o tipo de radiação, através do espectro.

Podemos também localizar nele as radiações não ionizantes e ionizantes. A primeira caracteriza o grupo de oscilações que possuem comprimento de onda superior a 100 nm, ou  $10^{-7}$  metros. Ou aquelas cujas frequências não ultrapassam o valor de  $3 \times 10^{15}$  Hz. Assim, por consequência, as radiações com comprimentos de onda inferiores a 100 nm, ou frequências superiores a  $3 \times 10^{15}$  Hz, irão caracterizar o grupo das radiações ionizantes.

Para uma melhor análise da oscilação eletromagnética perante o espectro, recomenda-se a familiarização com números em notação científica, bem como com números em potência, e conversões de unidade.

Vale lembrar que, as radiações não ionizantes são aquelas que, transportam níveis menores de energia e não são capazes de causar mudanças significantes sobre a matéria, como as ondas de calor, de rádio, luz visível, etc. Já as radiações

ionizantes, são aquelas capazes de ionizar o ar, carregam quantidades significativamente maiores de energia que as anteriores, são capazes de alterar genes, desenvolver doenças de acordo com o tempo de exposição, possuem alto poder de penetração, e são utilizadas em processos de produção de energia nuclear. Nesta classificação, estão as radiações particuladas nas formas de partículas alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ).

Quanto a sua origem, as radiações podem ser de fontes naturais, com a radiação solar, ou de fontes artificiais, como as radiações de aparelhos médicos, radiologia, tomografia, etc.

Foi destinado um tempo no início da aula para que os alunos realizassem a leitura do texto, e em seguida no quadro, houve a discussão sobre a equação fundamental da onda e suas componentes, mostrando exemplos como as ondas de rádio fm, microondas, etc.

### AULA 3

Tema: Quem emite radiação?

Objetivos:

- Mostrar o processo de emissão de Radiação
- Definir a atividade radioativa

Recursos didáticos utilizados:

- Lousa
- Livro Paul. G. Hewitt 12<sup>a</sup> ed.

Texto

A emissão de radiação, é o fenômeno em que ao longo de um processo de liberação de energia, um elemento, um corpo, um objeto, etc. irradia ondas eletromagnéticas no ambiente. Mas como libera energia, se a própria onda eletromagnética já transporta energia?

Pois bem, alguns elementos como o Urânio, Polônio, Actínio, bem como todos os demais que possuem número atômico superior a 82, possuem a propriedade natural de emitir radiação no ambiente, o fato é que, essa radiação tem uma duração, que é conhecida por período de atividade radioativa. Nesse período, também conhecido como meia-vida, o elemento emissor de radiação sofre uma queda de 50% do seu valor de massa para que possa emitir radiação eletromagnética. Exemplo (situação hipotética): Um Geólogo afim de saber a idade de fósseis encontrados em um determinado solo, realiza um processo de datação com um elemento radioativo que

possui um período de meia-vida de 60 anos. Na amostra em questão, o Geólogo utiliza 800g do dado elemento radioativo, logo temos que :

Fase 1 - 800g do elemento radioativo

Fase 2 - 400g do elemento radioativo (após uma meia-vida de 60 anos)

Fase 3 - 200g do elemento radioativo (após passadas duas meia-vidas de 60 anos desde o início do processo)

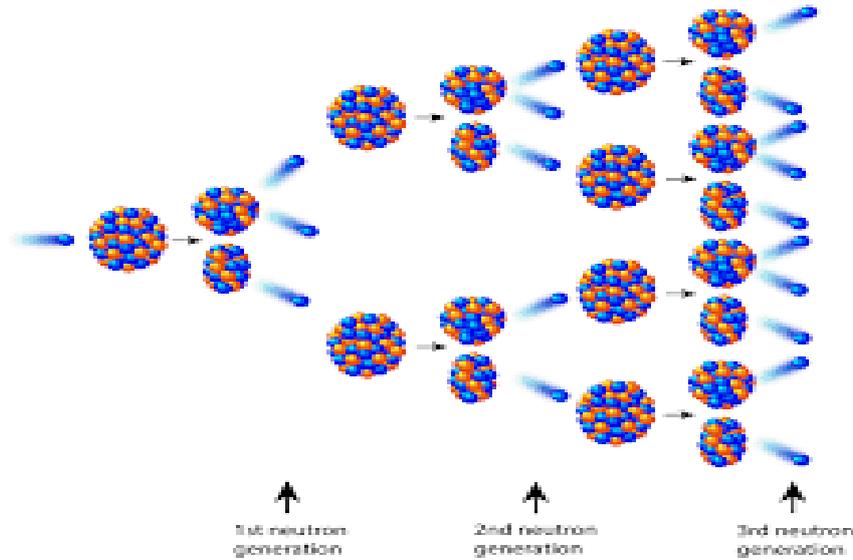
E assim o processo segue, até que a idade do fóssil é obtida, quando a massa do elemento radioativo aproximasse de zero.

Vale lembrar, que a emissão de radiação, seja ela maléfica ou irrelevante, está por toda parte, e todos os seres emitem. Sim, é verdade. Mas porque isso acontece ?

Bom, o gás carbônico gerado por queima de combustíveis fósseis existente na nossa atmosfera é formado por oxigênio e carbono (CO<sub>2</sub>). No entanto, nem sempre o carbono que compõe esse gás, é estável, sendo por vezes o gás carbônico, composto por um isótopo radioativo do carbono<sup>12</sup> (estável), o elemento radioativo carbono<sup>14</sup>. Logo, como os vegetais quebram essas moléculas de gás carbônico filtrando o oxigênio que é necessário para a respiração dos seres aeróbicos, o carbono<sup>14</sup> (radioativo é absorvido). Como o tal não será mais eliminado por esse vegetal, e tal vegetal será posteriormente consumido por algum ser vivo, que poderá ser consumido por um terceiro ser vivo, essa dose do elemento radioativo, será repassada ao consumidor final da cadeia alimentar, de modo que este se tornará um pequeno emissor de radiação.

Há também os processos de bombardeamento nuclear, no qual um átomo estável de núcleo grande, é bombardeado por nêutrons, se dividindo em dois novos núcleos instáveis menores, liberando energia. Essa divisão recebe o nome de Fissão Nuclear. Esses novos núcleos serão instáveis e irão liberar mais nêutrons que irão romper outros núcleos. Esse processo é conhecido como reação em cadeia, e cessado quando não há mais nêutrons livres na amostra de material, ou núcleos estáveis.

Nesta aula, o texto foi lido em conjunto, novamente esquematizado no quadro utilizando frações para representar as quantidades de um elemento radioativo, após ocorrer o decaimento, e utilizou-se analogias como a de uso de remédios e fármacos que são receitados para uso subsequente em períodos predeterminados ( 8 em 8 horas, ou 12 em 12 horas), para facilitar o entendimento.



## Aula 4

Tema: Ondas Eletromagnéticas e a luz

Objetivo:

- Diferenciar os tipos de Radiações eletromagnéticas
- Situar as radiações eletromagnéticas perante o Espectro

Recursos didáticos utilizados:

- Lousa
- Escala do espectro

Texto

As radiações eletromagnéticas estão em toda parte no cotidiano das pessoas, por exemplo ao aquecer um alimento em forno elétrico (onda de calor), ao escutar um programa de rádio ou, ao utilizar internet (ondas de rádio), ao acender uma lâmpada (luz visível), etc.

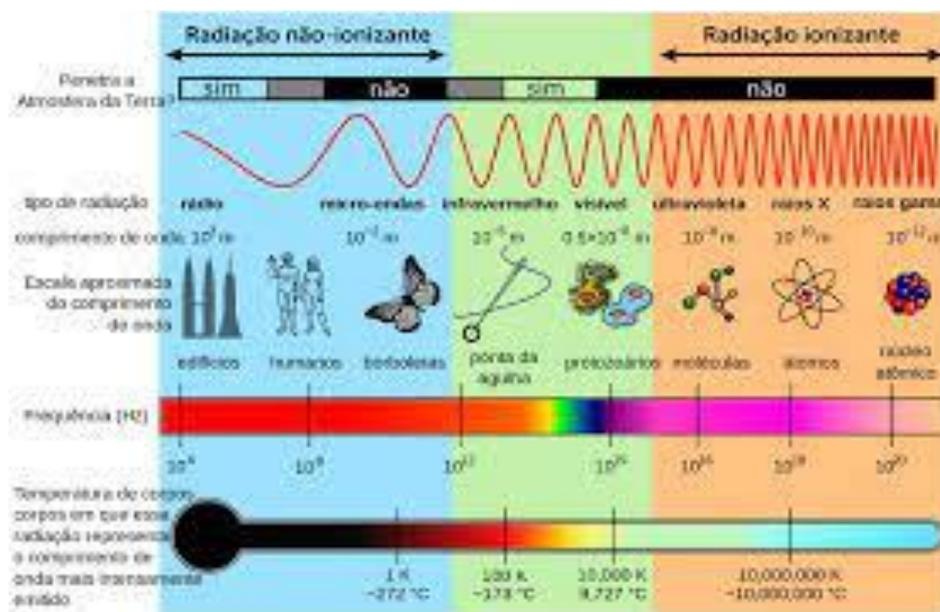
Elas representam a parte das radiações que são representadas por oscilações, além de serem também não-ionizantes, ou seja, não possuem energia suficiente para arrancar elétrons de átomos (ionizar) da matéria.

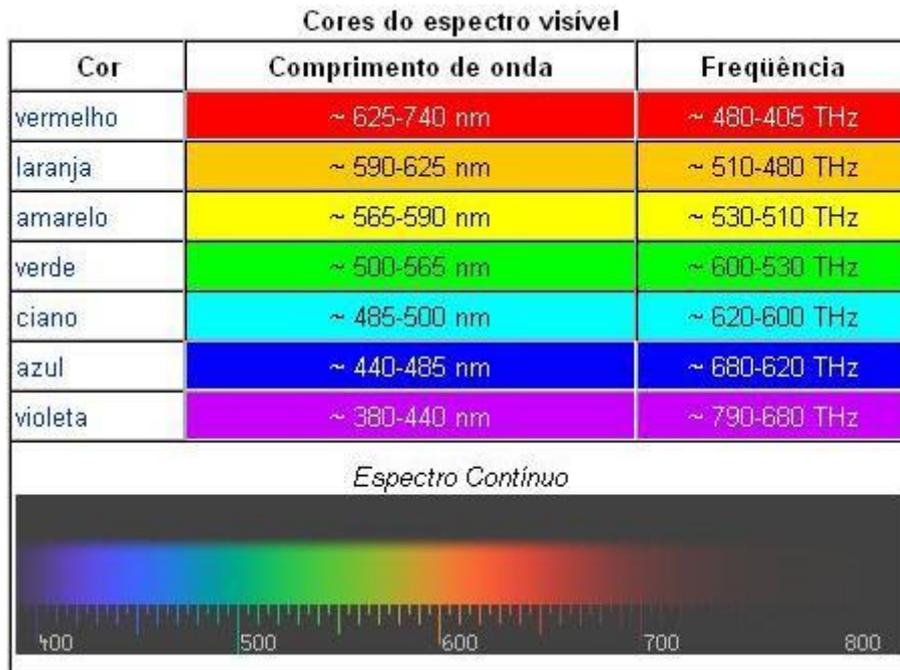
Bom, as variáveis que podem ser quantificadas e que fazem parte das radiações eletromagnéticas, tais quais são descritas na equação fundamental da ondulatória, são comum em todas as radiações, no entanto, a mudança entre estas variáveis é que faz com que tais radiações tenham usualidades diferentes, justamente por

representarem fenômenos diferentes, e ainda, pelo fato de, aparelhos que desempenham funções através de ondas eletromagnéticas, mas que só iram fazê-lo, para valores de comprimento de onda, ou de frequência característicos, ou seja, necessitarem que estas compreendam faixas de frequências características. A exemplo dessas radiações temos as micro-ondas, ondas de rádio, ondas de calor, radiação infravermelho, luz visível, e radiação ultravioleta.

A maior parte das radiações são invisíveis a olho nu, e neste caso, conseguimos apenas perceber seus efeitos, exemplo: a radiação térmica. Isso acontece porque nosso olho possui um limite óptico biológico que só consegue enxergar uma faixa de frequência característica, essa faixa de frequência característica constitui a luz visível, bem como as cores. Logo, o nosso olho consegue captar radiações com Comprimentos de onda que de 400 nm (nanômetros), até os 700nm (nanômetros) que representam as cores “violeta” e “vermelho” respectivamente. Um valor que esteja entre estes limites, irá configurar uma variação de cor existente. Assim, temos que a partir da equação fundamental da ondulatória, tal qual é retomada a seguir, segue:

$$C = \lambda \times F$$





Note que, as unidades de medida utilizadas nas segunda figura são o nm (nanômetro =  $10^{-9}$ ) para o comprimento de onda, e o THz (terahertz=  $10^{12}$ ).

## Aula 5

Tema: A Radiação como uma partícula

Objetivo:

- Apontar a radiação como partícula
- Mostrar as propriedades da radiação particulada

Recursos didáticos utilizados:

- Lousa
- Imagens

Texto

Assim como a representação através de ondas, as radiações também podem ser representadas por partículas. Esse Tipo de radiação transporta quantidades de

energia maiores que as radiações representadas por ondas, além disso, são de caráter ionizante, possuem altíssimos valores de frequência, e conseqüentemente pequenos valores de comprimento de onda, alto poder de penetração na matéria, e possuem também várias aplicações benéficas ao ser humano, tais como, diagnóstico e tratamento de doenças e lesões, produção de energia, etc.

As radiações como já abordado, possuem variáveis que lhes situam perante o espectro eletromagnético. De acordo com o crescimento ou decréscimo dessas variáveis, essas radiações potencializam ou não suas propriedades, como o poder de penetração na matéria, bem como a necessidade de proteções cada vez mais eficientes para casos de exposições a tais radiações.

As radiações particuladas, dividem-se em 3 tipos: Alfa, beta e gama.

Dentre os 3 tipos de radiações particuladas, a radiação alfa é a “mais branda”, ou seja, menos invasiva ao ser humano. Possui carga elétrica positiva, alta capacidade de ionização por possuir 2 prótons e conseguir arrancar 2 elétrons de outros átomos e moléculas, transformando-se em um átomo de Hélio, no entanto seu poder de penetração é o menor dentre as radiações particuladas. A velocidade de uma partícula desta, aproxima-se de 5% da velocidade da luz “c”.

A Radiação do tipo Beta, possui carga elétrica negativa, e tem um maior poder de penetração (podendo ser em torno de 60 vezes maior que o de alfa), não possui um poder tão grande quanto o de alfa de ionização mesmo possuindo uma velocidade que pode chegar a 95% da velocidade da luz “c”. É mais invasiva ao ser humano, podendo penetrar até 2cm de pele, e com isso produzir radicais livres, facilitando o surgimento de alterações na matéria de um modo geral. Para proteger-se de uma radiação deste tipo, deve-se usar uma camada mínima de 2 mm (milímetros) de chumbo.

A Radiação do tipo gama, tem como característica o alto poder de penetração, frequência de oscilação altíssimas, e conseqüente comprimentos de onda pequenos, não é atraída positiva e nem negativamente (carga neutra), são altamente invasivas aos seres vivos, sendo capazes de penetrar e atravessar por completo o corpo humano, podendo causar danos imensos como alterações gênicas, morte, doenças, etc. Sua velocidade aproximasse bastante da velocidade da luz, e para que um ser possa se proteger de tal tipo de radiação, deve utilizar uma placa de chumbo de no mínimo 5 cm (centímetros).

Brevemente explicando como se espalham essas partículas (radiação particulada), elas se espalham através de fissões nucleares, esse processo ocorre quando um núcleo atômico é quebrado, dividindo-se em 2 núcleos menores que dão origem a 2 novos átomos que são radioativos. Para que esse o núcleo inicial seja quebrado, é necessário que este seja bombardeado por um neutrino. Esse processo gera uma reação em cadeia, e é utilizado em usinas nucleares por liberar grande quantidade de energia.

## Aula 6

Tema: De onde “nascem” as partículas radioativas? Os Processos de Fissão e Fusão Nuclear

Objetivo:

- Mostrar os processos de reações nucleares, e como se originam as partículas radioativas.
- Exemplificar os processos de geração de energia através das reações nucleares.

Recursos didáticos utilizados

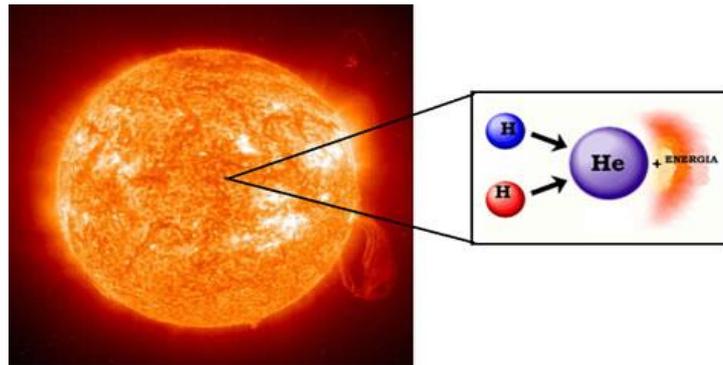
- Lousa
- Slides

Texto

As reações nucleares são processos comuns na natureza a nível atômico, elas são responsáveis por vários fenômenos, a exemplo, fissão nuclear, fusão nuclear, entre outros que para nosso interesse, não é viável. Nestes processos, os átomos sofrem mudanças que resultam na geração de partículas radioativas, novos elementos instáveis, e liberação de energia. Estes são os responsáveis pela emissão de partículas radioativas, e tem grande aplicação na geração de energia, com a reação em cadeia.

Fusão Nuclear

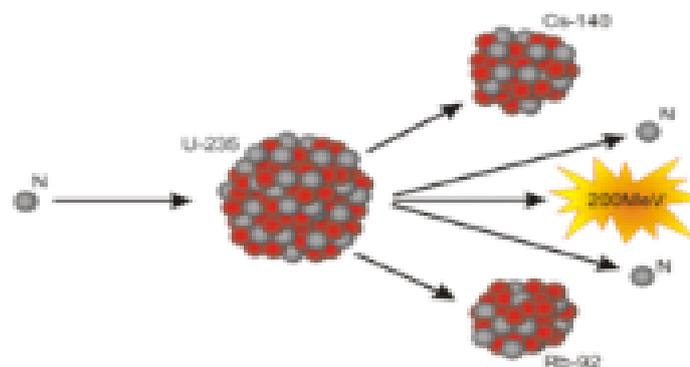
Quando ao menos 2 átomos se aproximam suficientemente, estes se sujeitam a interações devido as forças de atração e repulsão, e força nuclear. Nessa interação, pode ocorrer um processo em que 2 núcleos atômicos se unam formando um só núcleo mais pesado. Essa reação libera uma quantidade de energia um milhão de vezes maior que a de uma reação química qualquer, isso ocorre porque a massa do núcleo gerado, é menor que a soma das massas dos núcleos geradores. A explicação para esse fato é que, parte desta massa é convertida em energia na fusão. Vale ressaltar que, embora a fusão seja um processo exotérmico, e, portanto, favorável, ele não ocorre naturalmente no nosso planeta, devido a algumas barreiras naturais como a repulsão eletrostática. Um exemplo de fusão nuclear é a energia solar. A esse fenômeno, dá-se o nome de Fusão Nuclear.



A imagem [Esta Fotografia](#) de Autor Desconhecido está licenciada ao

## Fissão Nuclear

A reação de fissão nuclear é o processo inverso ao da fusão, pois enquanto em 1 dois núcleos juntam-se para formar 1 só núcleo, no outro, um núcleo mais pesado, divide-se em 2 núcleos menores. Neste processo, também é liberada uma quantidade muito grande de energia, pois a soma das massas dos elementos gerados, é menor que a massa do elemento gerador, ocorrendo novamente a transformação de massa em energia. Nesta reação, qual quer combinação de elementos gerados é válida, desde que a soma do número de prótons e do número nêutrons seja a mesma antes e depois da reação. Esse processo ocorre quando a força de repulsam elétrica supera a força nuclear que mantem o átomo coeso, devido ao grande número de prótons de um núcleo maior. O processo ocorreu naturalmente há aproximadamente 2 bilhões de anos no sul do continente africano, em depósito natural de urânio, mas também é produzido artificialmente na geração de energia, nas usinas termonucleares através de uma reação em cadeia controlada.



## Aula 7

### Tema: Efeitos Biológicos da radiação

#### Objetivos:

- Mostrar exemplos de aplicações das radiações e sua importância
- Conscientizar sobre os riscos da exposição à radiação

#### Recursos didáticos utilizados:

- Lousa
- Slides

#### Texto

As Radiações compreendem os fenômenos de propagação de energia na forma de oscilações, ou de partículas. Quase todas elas são invisíveis ao olho humano, sendo percebidas apenas aquelas que estão compreendidas entre os limites do infravermelho e do ultravioleta, uma faixa de radiações que é conhecida por espectro visível. Aquelas radiações que não são vistas pelo olho humano, podem no entanto serem notadas através dos efeitos que estas provocam, como por exemplo o ato de aquecer um alimento através das micro-ondas, ouvir um programa de rádio, se conectar em um “sinal” de internet, suar ao se expor a radiação térmica (seja ela solar ou não), ver uma fotografia óssea através de um exame de radiografia, assistir ao tratamento de doenças, produzir energia de fonte nuclear (alternativa), entre outras aplicações.

Mas, assim como os benefícios, a exposição e o contato com as radiações, podem nos trazer riscos à saúde de curto e longo prazo, tais quais são mostrados na imagem a seguir:



Dentre as aplicações encontramos na saúde o uso das radiações tanto no tratamento de doenças, quanto no diagnóstico precoce, prevenindo que esta venha a se desenvolver. Assim, podemos citar:

Aplicadores:

São emissores de radiação beta distribuídos em uma superfície de interesse, que muito utilizados em processos dermatológicos e oftalmológicos, tendo como princípio de ação à aceleração da cicatrização de tecidos, evitando sangramentos, inflamações e cicatrizes, assemelhando-se a um processo de cauterização. Este processo utiliza intensidades moderadas, tais quais não oferecem riscos significativos à acidentes, desde que haja o controle do tempo de realização de tratamento, garantindo a integridade física e a boa condição de armazenamento dos aplicadores.

Mamografia:

O tecido da mama é de difícil análise médica, por possuir diferentes densidades ao longo de sua extensão. Com o uso da mamografia, é possível identificar não existência de um câncer por exemplo, pois para isso é necessário uma biopsia, mas é possível identificar a presença de um tumor, para que posteriormente, este seja analisado em biopsia afim de verificar se é maligno ou benigno. Esta técnica permite a detecção em pacientes assintomáticos, bem como a clareza para os pacientes sintomáticos. Isso é possível porque, a radiação penetrante (ionizante), consegue fotografar o tecido interno da mama, delimitando o formato de um tumor, caso haja, através de um imagem. O risco a exposição é bem menor que o benefício obtido e, a radiação utilizada para essa finalidade são o raios x, com baixa intensidade energética.

Link para filme Radioactive:

<https://www.netflix.com/br/title/81168940?s=a&trkid=13747225&t=wha&vlang=pt&clip=81315033>

### Atividade Final

1-Você conseguiu entender os conteúdos da Sequência didática “Radiação x Radioatividade”?

2-Defina Brevemente o termo Radioatividade

3-Defina Brevemente o termo Radiação

4-O que você entendeu sobre espectro eletromagnético?

5-Qualquer radiação pode ser considerada como luz?

6-Você conseguiu entender os processos de Fissão e Fusão Nuclear?

7-Como o processo de Reação em cadeia acontece? E qual o perigo do mesmo “sair do controle”?

8-Você conseguiu entender o que é um processo de Decaimento radioativo, ou meia-vida?

9-Como funciona um processo e datação?

10-Você conseguiria relacionar esses fenômenos a algum fenômeno que ocorre no seu dia-a-dia?

11-Você acha importante a contextualização dos conteúdos, para que o ensino destes fique mais próximo da realidade dos alunos?

As aulas aconteceram de forma que, o professor repassou o comando total do grupo de alunos e ausentou-se posteriormente. A execução, ocorreu de forma modesta, mediando entre curiosidades, monotonia e descobertas. Os conteúdos foram apresentados através de textos impressos, foram também expandidos e comentados no quadro principalmente na equação fundamental da onda, e em slides. O professor, não participou da realização da sequência de maneira ativa e direta, participando apenas de maneira indireta na ajuda com recursos e ferramentas didáticas, e com a disponibilização das aulas para execução da sequência.

Vale destacar ainda que, os alunos 1,3 e 4 do primeiro formulário, correspondem aos alunos 1,2 e 3 do segundo formulário.

Para coleta de dados dos participantes, foram utilizados formulários online, disponibilizados da seguinte maneira:

O primeiro, de caráter diagnóstico, antes da execução da sequência didática com o objetivo de nortear e cadenciar a aplicação das aulas, e dos conteúdos. O segundo, de caráter comparativo, bem como conclusivo, a fim de buscar os conceitos compreendidos pelos alunos e verificar se estes foram absorvidos de forma satisfatória.

O motivo pelo qual as atividades foram feitas através de formulários e não através de papéis tradicionais, foi a logística de disponibilidade de aulas, bem como dos alunos, e a praticidade destes para com o dia-a-dia dos estudantes, que já estavam bastante habituados a trabalhar neste formato, devido à rotina com o ensino remoto e depois com o ensino híbrido

O primeiro formulário, tal qual foi denominado de “atividade introdutória diagnóstica”, e está apontado na metodologia deste trabalho, obteve 5 respostas de 5 dos 8 estudantes que participaram do início ao fim, da aplicação deste trabalho. Em ambos os formulários, por questão ética, optou-se apenas pela coleta do endereço de e-mail dos alunos, sem identificação direta. As respostas obtidas são:

Questão 1: O que você entende por radiação?

Resposta 1 - Entendo que radiação é um conjunto de elementos de grande porte explosivo que tanto pode salvar ou tirar vidas.

Resposta 2 - Radiação é a propagação da energia no vácuo ou em outro tipo de matéria

Resposta 3 - É a emissão de energia por um átomo instável por conta da quantidade de nêutrons e prótons serem diferentes em seu núcleo.

Resposta 4 - É energia gerada de um local a outro.

Resposta 5 - É um efeito causado por partículas.

Questão 2: O que você entende por radioatividade?

Resposta 1 – São atividades onde elementos radioativos estão sendo usados.

Resposta 2 – Um fenômeno no qual substâncias são capazes de emitir radiação.

Resposta 3 – É a característica de um material que consegue por meio da radiação, emitir energia.

Resposta 4 – É a emissão de radiação de uma substância ou determinado elemento químico.

Resposta 5 – É a emissão da radiação.

Questão 3: Você consegue diferenciar os conceitos de radiação e radioatividade? Se sim, aponte ao menos uma diferença.

Resposta 1 – Não

Resposta 2 – Propaga energia na radiação e na radioatividade é o processo pelo qual a substância fica propícia a emitir radiação

Resposta 3 – Não, achava que as duas eram bem dizer a mesma coisa.

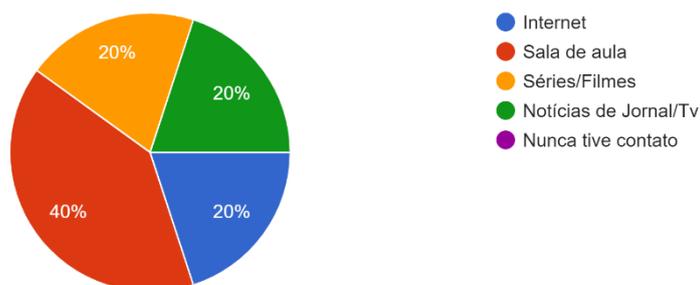
Resposta 4 – Não.

Resposta 5 – Sim, um é a energia e o outro é um fenômeno.

Questão 4:

Por onde foi o seu primeiro contato com os temas Radiação e Radioatividade :

5 respostas



Questão 5: Você consegue aplicar, ou perceber alguma aplicação destes temas em sua realidade?

Resposta 1 – Não.

Resposta 2 – Nas máquinas de raio-X e quando vou comer banana por exemplo devido o potássio que é um elemento radioativo.

Resposta 3 – Sim, micro-ondas.

Resposta 4 – Micro-ondas.

Resposta 5 – Sim, principalmente na área da saúde

Questão 6: Você acha importante conhecer sobre os temas e suas aplicações?

Resposta 1 – Sim pois são de extrema importância para perceber o quão perigosos eles são.

Resposta 2 – Sim, para evitar acidentes como o do césio-137 em Goiânia.

Resposta 3 – Sim, é sempre bom absorver novos assuntos, e também esse é um tipo de tema atual que levanta discussões em vários campos científicos, então acho bom ter noção acerca desses assuntos

Resposta 4 – Sim. Para estar por dentro do que é, como acontece e o cuidado que devemos ter.

Resposta 5 – Sim

Questão 7: Você conhece algum risco que a exposição aos fenômenos de radiação e radioatividade pode causar?

Resposta 1 – Dependendo de quanto seja a radiação ou a exposição da pessoa pode ter grandes sequelas e ferimentos.

Resposta 2 – Sim, náuseas, vômitos, dores de Cabeça, aceleração no desenvolvimento de células cancerígenas e etc.

Resposta 3 – Maior ocorrência de câncer.

Resposta 4 – Queimaduras, mutações genéticas e demais problemas dentro do corpo, como: afetar vias respiratorias, olhos, órgãos reprodutores, sistema digestório.

Resposta 5 - Sim. Quando o a contaminação é intensa, torna-se até inviável a habitação de pessoas no local.

Questão 8: Você considera/acredita que a contextualização do ensino destes temas é importante para o entendimento e aprendizado dos mesmos?

Resposta 1 – Sim pois são coisas que estão ficando cada vez mais normais em nosso dia-a-dia.

Resposta 2 – Sim, porque além de introduzir o assunto, ainda ficamos cientes de que isso não importa algo impossível de aconteceram, e sim é algo que está ao nosso redor!

Resposta 3 – Sim, pois assuntos de física e química parecem mais "palpáveis" se forem exemplificados no nosso dia a dia.

Resposta 4 – Sim. Com exemplos do cotidiano e do que já aconteceu, sempre fica mais fácil de compreender.

Resposta 5 – Sim

Questão 9: Você sabia que a desinformação, a negligência e a omissão de informações a respeito destes temas causaram vários acidentes catastróficos ao longo do desenvolvimento da humanidade?

Resposta 1 – Sim

Resposta 2 – Óbvio que sim, poderíamos ter evitados inúmeros casos de exposição a radiação em Chernobyl por exemplo.

Resposta 3 – Sim, conheço o incidente de Chernobyl como exemplo.

Resposta 4 – Sim. Chernobyl (1986), Fukushima (2011), Césio -137 (1987) e Tokaimura (1999), são exemplos.

Resposta 5 – Sim, a exemplo da bomba de Hiroshima e Nagasaki.

Questão 10: Você sabia que assim como riscos, a radiação e radioatividade podem ser bastante benéficos para o desenvolvimento humano, para saúde e prevenção de doenças, etc.?

Resposta 1 – Sim

Resposta 2 – Sim, sim, tanto é que temos as máquinas de raio-X e a radioterapia que ajuda na cura contra o Câncer.

Resposta 3 – Sim. Conheço a radioterapia ou os raios-x como exemplos.

Resposta 4 – Sim. Tomografia, radiografia, radioterapia, são exemplos.

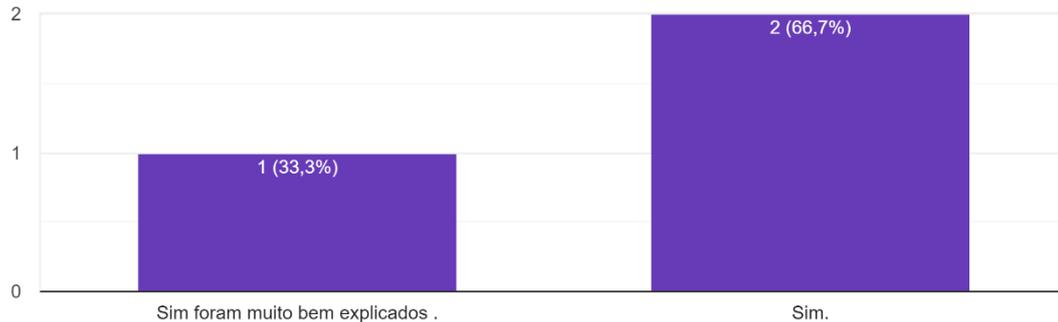
Resposta 5 – Sim. Sabe-se que é muito usado na parte de Radioterapia ou até mesmo de raios-x.

Já no segundo formulário, obteve-se um total de 3 respostas de 3 dos 8 estudantes que participaram da aplicação deste trabalho. Assim como o primeiro formulário, o segundo tem caráter diagnóstico, mas também visa obter informações a respeito dos conceitos e algumas propriedades dos temas trabalhados, além de informações sobre ferramentas didáticas que otimizam ou podem otimizar o ensino, neste caso, o ensino de física. Este segundo formulário foi denominado de “atividade final”, e tem como objetivo, observar se o conteúdo foi absorvido de forma satisfatória. As respostas deste são:

Questão 1: Você conseguiu entender os conteúdos da Sequência didática “Radiação x Radioatividade”?

Você conseguiu entender os conteúdos repassados na Sequência Didática ?

3 respostas



Questão 2: Defina Brevemente o termo Radioatividade

Resposta 1 - Seria quando o átomo está estável

Resposta 2 - É a propriedade de um átomo de emitir radiação.

Resposta 3 - É a capacidade de um elemento químico radioativo emitir radiação. Pode acontecer por meio natural ou artificial.

Questão 3: Defina Brevemente o termo Radiação

Resposta 1 - É o que ocorre depois de uma explosão tipo a luz solar.

Resposta 2 - É a emissão de energia na forma de partículas ou ondas.

Resposta 3 - É a propagação de energia em ondas eletromagnéticas de um ponto ao outro.

Questão 4: O que você entendeu sobre espectro eletromagnético?

Resposta 1 - Que é perigoso e tem relação com energia.

Resposta 2 - É toda o espectro de frequências que podem ser alcançadas por ondas eletromagnéticas.

Resposta 3 - É a distribuição das ondas eletromagnéticas visíveis e não visíveis, de acordo com seu comprimento e frequência.

Questão 5: Qualquer radiação pode ser considerada como luz?

Resposta 1 - Não pois algumas são espalhadas pelo ar sem que possamos ver.

Resposta 2 – Sim

Resposta 3 – Não

Questão 6: Você conseguiu entender os processos de Fissão e Fusão Nuclear?

Resposta 1 - Sim fissão é quando uma molécula se quebra em duas ou mais e fusão é quando duas moléculas se unem pra formar uma

Resposta 2 - Sim. Fissão é a emissão por quebra de um átomo criando outros menores, já a fusão é a junção do núcleo de átomos.

Resposta 3 - Sim. Fissão é o processo de divisão de um átomo para formar dois mais leves. Fusão é a junção de dois átomos para formar um terceiro mais pesado.

Questão 7: Como o processo de Reação em cadeia acontece? E qual o perigo do mesmo “sair do controle”?

Resposta 1 – A partir de quando um átomo fica instável , o perigo é incalculável mais haverá uma explosão enorme.

Resposta 2 - Acontece o processo da reação até que o reagente seja totalmente consumido, ou seja, até o átomo alcançar estabilidade. Porque quando a reação não consegue ser mais controlada, continuará a acontecer, mas sem o poder da intervenção humana, o que se torna um grande perigo, pois, por exemplo, em um reator nuclear, os átomos continuariam a sofrerem transformações desenfreadas, podendo ocasionar em um desastre.

Resposta 3 - Uma sequência de reações provocadas por um elemento ou grupo de elementos que gera novas reações entre elementos possivelmente distintos, tal como ocorre durante a fissão nuclear.

Questão 8: Você conseguiu entender o que é um processo de Decaimento radioativo, ou meia-vida?

Resposta 1 - Sim é quando um átomo vai perdendo sua radiação.

Resposta 2 - Sim. É o tempo estimado para que ocorra a emissão de energia.

Resposta 3 - É o tempo necessário para que metade da quantidade de átomos do elemento radioativo de uma amostra decaia.

Questão 9: Como funciona um processo e datação?

Resposta 1 - É quando usa o carbono 14 para saber a idade de fósseis e artefatos

Resposta 2 - É uma forma de calcular quanto tempo um certo material possui de acordo com isótopos radioativos que existem neles, pois pode-se medir a meia-vida do átomo e determinar o tempo estimado do material analisado.

Resposta 3 - Willard Libby percebeu que a quantidade de carbono-14 dos tecidos orgânicos mortos diminui a um ritmo constante com o passar do tempo. Assim, a medição dos valores de carbono-14 em um objeto fóssil nos dá pistas dos anos decorridos desde sua morte.

Questão 10: Você conseguiria relacionar esses fenômenos a algum fenômeno que ocorre no seu dia-a-dia?

Resposta 1 - A luz solar e as lâmpadas.

Resposta 2 - Sim, o micro-ondas, a luzes dos aparelhos domésticos, a luz do sol.

Resposta 3 - Sim. Micro-ondas, rádio e luz visível.

Questão 11: -Você acha importante a contextualização dos conteúdos, para que o ensino destes fique mais próximo da realidade dos alunos?

Resposta 1 - Sim pois a didática de ensino se torna mais interativa e mais explicativa para o entendimento.

Resposta 2 - Sim, assim torna o aprendizado mais didático e prepara melhor o estudante para lidar com o conteúdo em aplicações corriqueiras da vida.

Resposta 3 - Com certeza. Utilizar exemplos do dia a dia, ajuda muito no entendimento da situação dada.

É notável que a participação dos alunos diminuiu do primeiro para o segundo formulário, e isso ocorreu principalmente pela questão da situação que os mesmos se encontravam: em saída do ensino médio, em época de vestibulares, perante uma crise sanitária, onde as escolas públicas amenizavam as faltas dos alunos, com crises emocionais.

## **APÊNDICE B - MATERIAIS EM FORMATO PPTX**



Radiação e  
Radioatividade.pptx



Radiação e  
Radioatividade Part II.