

EXPLORANDO O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO

Armando Alves de Menezes ¹
Morgana Lígia de Farias Freire ²

RESUMO

No mundo onde somos constantemente expostos a diversas formas de radiação. Diariamente, recebemos informações sobre medidas de proteção em diversas situações do cotidiano. O uso de protetor solar é um exemplo comum. Exames médicos relacionados a tais exposições tornam-se cada vez mais empregados pelos profissionais da saúde. Portanto, nosso objetivo foi criar uma sequência de ensino que explorasse o espectro eletromagnético, examinando diferentes formas de radiação e as medidas de proteção correspondentes. A abordagem baseou-se nos três momentos pedagógicos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. O primeiro, permite engajar os alunos ao apresentar questões e situações relevantes relacionadas às radiações e seus potenciais impactos na saúde de modo a despertar o interesse e a curiosidade. O segundo, permite aos alunos a oportunidade de explorar e compreender os conceitos relacionados às radiações, suas propriedades e os mecanismos de proteção. E o último momento, os alunos devem ser incentivados a aplicar os conhecimentos adquiridos em situações reais. O total de encontros sugeridos são 16 hora-aulas, distribuídos da seguinte maneira 4, 8 e 4 aulas para o primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente. Examinaremos as oportunidades que essa abordagem pode proporcionar dentro do ambiente da sala de aula, considerando a prática e a reflexão sobre as radiações e as medidas de proteção, com uso de pesquisa de materiais e debates em grupo nos quais os alunos possam construir seu próprio conhecimento. Eles devem ser estimulados a refletir criticamente e a tomar decisões conscientes em relação ao seu próprio bem-estar e ao bem-estar do outro. Ao final da aplicação da sequência de ensino espera-se que os alunos possam desenvolver uma compreensão abrangente do espectro eletromagnético, desde suas propriedades fundamentais até suas aplicações práticas, promovendo, assim, a curiosidade científica e a conscientização sobre questões relacionadas às radiações eletromagnéticas.

Palavras-chave: Espectro Eletromagnético, Três Momentos Pedagógicos, Tipos de Radiação.

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, o espectro eletromagnético está intrinsecamente ligado à nossa vida cotidiana, muitas vezes de forma quase imperceptível. Da luz solar que nos aquece às ondas de rádio que nos conectam digitalmente, a radiação eletromagnética é fundamental para diversas atividades humanas. A era da informação, aliás, é construída sobre os princípios da física das ondas eletromagnéticas (Halliday;

¹ Mestrado Nacional em Ensino de Física, Polo 48, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, aamfisiclaeska@gmail.com;

² Professora do Departamento de Física, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, morganalff@gmail.com.

Resnick; Walker, 2016). Contudo, o amplo uso dessas radiações levanta questões sobre os potenciais riscos à saúde. Diante dessa exposição constante, torna-se essencial compreender os diferentes tipos de radiação eletromagnética e as medidas de proteção adequadas.

Uma das áreas em que a proteção contra a radiação eletromagnética é de extrema importância é a medicina. Nos exames médicos, como radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas, a exposição à radiação é inevitável. Portanto, é essencial implementar medidas rigorosas de proteção para garantir a segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde envolvidos. Isso inclui o uso de aventais de chumbo para reduzir a exposição à radiação ionizante, bem como o emprego de protocolos de imagem otimizados para minimizar a dose de radiação recebida.

Além dos exames médicos, no cotidiano também estamos expostos a diversas fontes de radiação eletromagnética, como os dispositivos eletrônicos que utilizamos diariamente. Telefones celulares, fornos de micro-ondas, redes wi-fi e muitos outros dispositivos emitem radiação eletromagnética em diferentes frequências (Kesminiene; Schüz, 2014). Embora a maioria dessas exposições seja considerada segura em níveis normais de uso, é importante estar ciente dos potenciais riscos e adotar medidas de proteção quando necessário.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo explorar as diferentes formas de radiação no espectro eletromagnético, desde as ondas de rádio até os raios X e gama, examinando as medidas de proteção correspondentes.

Para isso discutimos as propriedades das diferentes faixas do espectro, os efeitos da exposição excessiva à radiação eletromagnética, bem como as estratégias para minimizar esses riscos no contexto dos exames médicos e do uso cotidiano. Ao compreender os princípios básicos da radiação eletromagnética e as medidas de proteção associadas, os alunos podem ser capacitados a fazer para preservar sua saúde e bem-estar em um mundo cada vez mais tecnológico e interconectado.

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) constituem uma abordagem educacional proposta por Yves Chevallard, um matemático e educador francês. Essa abordagem destaca três etapas distintas no processo de ensino e aprendizagem de um conceito matemático ou científico.

Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1990) caracterizam a abordagem dos 3MP, durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, inspirada na pedagogia de Freire (1987) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, onde o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade de seu cotidiano. Os 3MP são a Problematização inicial, a Organização do conhecimento e a Aplicação do conhecimento, especificados a seguir.

1º Momento: Neste primeiro momento, o foco está na introdução do conceito por meio de uma situação que desperta o interesse dos alunos e os leva a questionar e explorar. O objetivo é proporcionar uma experiência inicial que permita aos alunos entrar em contato com o conceito de forma concreta e intuitiva. Durante esta fase, os alunos podem realizar atividades práticas, investigações, experimentos ou jogos que os levam a formular hipóteses, fazer observações e explorar o conceito em um contexto.

2º Momento: O foco é na formalização do conceito, fornecendo aos alunos uma estrutura conceitual e linguagem adequada para descrever e entender o que foi explorado na primeira fase. Aqui, os professores apresentam definições formais, teoremas, propriedades e símbolos matemáticos relevantes relacionados ao conceito em questão. Os alunos são guiados a organizar suas descobertas e experiências em um formato mais formal, permitindo-lhes desenvolver uma compreensão abstrata e generalizada do conceito. De acordo com Albuquerque; Santos; Ferreira (2015) esse é o momento em que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões.

3º Momento: O terceiro momento, os alunos são convidados a aplicar o conceito em novos contextos, resolver problemas e realizar atividades que consolidem e aprofundem sua compreensão. O objetivo é permitir que os alunos transfiram o conhecimento adquirido para situações diferentes e mais complexas, desenvolvendo assim habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Durante esta fase, os alunos são desafiados a usar o conceito de forma autônoma e criativa, demonstrando sua capacidade de aplicar o que aprenderam de maneira significativa.

Sob o formato dessa abordagem sequencial, a proposta didática dos 3MP amparados nas proposições de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) foi incorporada à proposta de ensino-aprendizagem de noções de física das radiações. Através da exploração inicial, formalização e aplicação prática, os alunos devem ser incentivados a se tornarem participantes ativos na construção do conhecimento, ao invés de meros receptores passivos de informações.

Essa abordagem pedagógica visa desenvolver habilidades cognitivas, metacognitivas e afetivas dos alunos, proporcionando-lhes uma base sólida para o aprendizado contínuo e o pensamento crítico. Ademais, nos 3MP “a problematização está implícita em todos os momentos, pois busca, a partir de aspectos relacionados à vida dos educandos, discutir, investigar, dialogar, problematizar tais situações” (Araújo, Muenchen, 2018, p. 55). Em relação à física do ensino médio, a literatura nos mostra uma preocupação em aproximar os conteúdos com a vivência dos estudantes, como no trecho “Ao longo da elaboração da obra, a seguinte questão esteve presente: “Para que serve o ensino de Física no 2º grau?” Com isso, os autores demonstram a preocupação em subsidiar um trabalho didático-pedagógico que permita tanto a apreensão dos conceitos, leis, relações da física e sua utilização, assim como sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos educandos” (Delizoicov; Angotti, 1990).

A SEQUÊNCIA DE ENSINO DESENVOLVIDA

Tendo em vista a abordagem dos 3MP, Santini e Terrazzan (2006) estabeleceram parâmetros para organizar situações de aprendizagem em física. Essa metodologia, que visa promover a vinculação entre conhecimentos práticos e o cotidiano dos alunos, pode ser utilizada como recurso didático em uma sequência de atividades.

Para a sequência de ensino desenvolvida com relação ao tema Explorando o Espectro Eletromagnético o total de encontros sugeridos são 16 hora-aulas, distribuídos da seguinte maneira 4, 8 e 4 aulas para o primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente, como descrito no Quadro 1.

No primeiro momento, sugerimos que o professor peça aos alunos que leiam e respondam a um pequeno questionário, cuja duração prevista é de 20 a 30 minutos. Esta atividade de leitura e resposta ao questionário denominados de 1º atividade, trata-se da verificação (Figura 1), cuja finalidade é despertar no aluno a necessidade de adquirir outros conhecimentos que eles ainda não possuem em relação ao conteúdo abordado. Assim, o questionário desta atividade, deve servir como de ponto inicial para o professor ter mais ferramentas para o segundo momento.

Sem dizer as respostas corretas aos alunos, o professor deve conduzir a turma para uma discussão, diálogos com intuito de localizar os percalços do conhecimento dos alunos e que os levem ao segundo momento da aula. Para tanto, o professor poderá lançar mão de questões sobre o que é e como se organiza o espectro eletromagnético, das aplicações contextualizadas das radiações, além das exposições cotidianas a vários tipos

de radiações. Aqui o papel do professor é de estimular, mediar e orientar os alunos, que por sua vez, elenquem as respostas e atribuam exemplos possíveis para questionamento oferecido. Essa atividade tem o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a importância do espectro eletromagnético para a física.

Quadro 1 - Sugestão de cronograma da aplicação da sequência de ensino referente ao espectro eletromagnético usando a abordagem dos 3MP.

ETAPAS	NÚMERO DE ENCONTROS	TEMPO EM AULAS	ATIVIDADES PROPOSTAS
PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL	2	4	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Verificação dos conhecimentos prévios; ◆ Identificação dos fenômenos; ◆ Leitura de texto de apoio.
ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	4	8	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Apresentação sistemática dos conceitos e definições; ◆ Fixação dos conceitos e definições; ◆ Assistir vídeos correlacionados.
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	2	4	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Aplicação dos conhecimentos na discriminação das ondas; ◆ Discussão sobre o vídeo e produção de texto crítico.
TOTAL	8 ENCONTROS	16 AULAS	8 SEMANAS

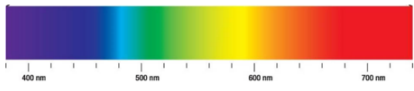
Fonte: Própria

Figura 1 - Primeira atividade de verificação.

Atividade de sondagem

1 – Você já ouviu falar sobre espectro eletromagnético?
 Sim. Não.

2 – Você sabe o que representa essa imagem?



Sim. Não.

3 – Você sabe o significado de comprimento de onda?
 Sim. Não.

4 – Você sabe o significado de frequência?
 Sim. Não.

5 – Você já ouviu falar sobre radiação?
 Sim. Não.

6 – Você sabe a diferença entre radiação ionizante e não ionizante?
 Sim. Não.

7 – Todas as radiações causam o mesmo efeito ao entre em contato com o ser humano?
 Sim. Não.

8 – Em poucas palavras, descreva onde é aplicada algum tipo de radiação.

9 – Descreva alguma forma de proteção contra radiação. E se possível, quais danos causados por essa radiação.

Fonte: Própria

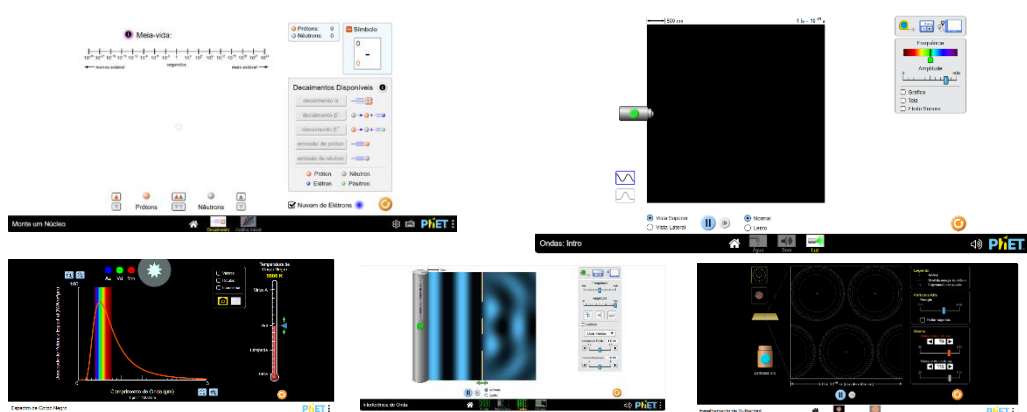
Depois apresentar um problema do cotidiano que envolva o espectro eletromagnético de forma intrigante. Por exemplo: “O que há de comum entre as ondas de rádio e a luz visível?” e “Como os raios X conseguem “ver” o interior do nosso corpo?”

Deve-se para isso, dividir os alunos em grupos para pesquisarem sobre diferentes aplicações das radiações eletromagnéticas no dia a dia ou promover debates para

compartilhar as descobertas e questionamentos, estimulando a curiosidade e a troca de ideias.

Para o segundo encontro, ainda do primeiro momento pedagógico, tendo como base Moreira (2014), o qual diz que, criar ambientes online que usem dados individuais armazenados de alunos, para guiá-los em experimentos virtuais apropriados para seus conhecimentos prévios e seus estágios de desenvolvimento cognitivo. Sugerimos ao professor que organizem a sala em grupos de alunos com a intenção de realizarem as atividades de simulação na plataforma PhET, da Universidade do Colorado em Boulder que cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências, incluído a física, teve sua fundação em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, cujo link é https://phet.colorado.edu/pt_BR/ (Figura 2).

Figura 2 - As simulações da plataforma PhET, para o entendimento do núcleo, das ondas, do espectro de um corpo negro, da interferência de ondas e do espalhamento de Rutherford.



[Monte um Núcleo - Física Nuclear | Decaimento Nuclear | Isótopo - Simulações Interativas PhET \(colorado.edu\)](#)
[Ondas: Intro - Frequência | Amplitude | Velocidade de Onda - Simulações Interativas PhET \(colorado.edu\)](#)
[Espectro de Corpo Negro - Corpo Negro | Lei de Planck | Lei de Wien - Simulações Interativas PhET \(colorado.edu\)](#)
[Interferência de Onda - Interferência | Fenda Dupla | Difração - Simulações Interativas PhET \(colorado.edu\)](#)
[Espalhamento de Rutherford - Núcleos Atômicos | Estrutura Atômica | Mecânica Quântica - Simulações Interativas PhET \(colorado.edu\)](#)

Fonte: PhET

Estas atividades dos simuladores estão ordenadas em uma sequência tal que o objetivo seja destacar algumas das características das radiações, de forma a aproximar cada vez mais o aluno com o tema. No entanto, o professor pode retirar ou acrescentar ou ainda modificar a sequência de acordo com as suas necessidades em sala de aula. A duração prevista para essa atividade é de quatro horas aulas do primeiro momento pedagógico.

Durante a apresentação dos conteúdos, o professor pode apresentar os slides com as aulas, correlacionando com o que os alunos viram nos simuladores de tal forma que eles possam responder as atividades propostas com perguntas do tipo: O que é espectro eletromagnético? Como o espectro eletromagnético está organizado? Por que o espectro eletromagnético é importante? Quem descobriu o espectro eletromagnético? Por que o espectro eletromagnético é útil? (Quadros 2 e 3). Assim, como também, propor exercícios de forma a aprofundar as abordagens além de questões com múltiplas escolhas, tipo Enem/vestibular, e, a avaliação do conhecimento deve ser de forma contínua, em que o professor observa a participação, a interação, a desenvoltura e a cognição dos alunos em enfrentar cada fase da sequência.

Quadro 2 - Alguns temas sugeridos para os slides para organização do conhecimento do segundo momento.

TEMA DA AULA	NÚM. DOS SLIDES E TEMAS	CONTEÚDOS DOS SLIDES
Radiação e Espectro Eletromagnético	1: Introdução	<ul style="list-style-type: none"> • Título: O que é radiação? • Breve introdução ao conceito de radiação e sua importância nos estudos científicos e na tecnologia moderna.
	2: Definição de Radiação	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de radiação: o processo pelo qual a energia é transmitida através do espaço em forma de ondas ou partículas. • Explicação de que a radiação pode ser eletromagnética ou de partículas.
	3: Tipos de Radiação	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação dos tipos de radiação: <ul style="list-style-type: none"> • Radiação eletromagnética (ondas eletromagnéticas) • Radiação corpuscular (partículas subatômicas)
	4: Radiação Eletromagnética	<ul style="list-style-type: none"> • Detalhamento da radiação eletromagnética: <ul style="list-style-type: none"> • Composição: campo elétrico e campo magnético oscilantes perpendicularmente entre si. • Características: não necessita de meio material para se propagar; velocidade no vácuo é de aproximadamente 3×10^8 m/s (velocidade da luz).
	5: O Espectro Eletromagnético	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do espectro eletromagnético: <ul style="list-style-type: none"> • Definição: gama completa de todas as possíveis frequências de radiação eletromagnética. • Bandas do espectro: rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama
	6: Frequência e Velocidade de Propagação	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre frequência e comprimento de onda: <ul style="list-style-type: none"> • Fórmula: $c = \lambda \cdot f$, onde c é a velocidade da luz, λ é o comprimento de onda e f é a frequência. • Inversamente proporcionais: frequências maiores correspondem a comprimentos de onda menores e vice-versa.
	7: Relação Frequência e Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação da relação entre frequência e energia das ondas eletromagnéticas: <ul style="list-style-type: none"> • Maior frequência implica maior energia dos fótons. • Energia é diretamente proporcional à frequência: $E = h \cdot f$, onde E é a energia, h é a constante de Planck e f é a frequência.
	8: Exemplos de Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações das diferentes faixas do espectro eletromagnético: <ul style="list-style-type: none"> • Rádio: comunicações sem fio. • Infravermelho: câmeras termográficas. • Raios X: diagnósticos médicos. • Outros exemplos conforme a faixa do espectro.
	9: Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação dos principais pontos abordados na aula: <ul style="list-style-type: none"> • Definição de radiação e tipos. • Espectro eletromagnético e suas faixas. • Relação entre frequência, comprimento de onda e energia.

Fonte: Própria

Os quadros apresentam modelos de slides que podem servir como ponto de partida para o professor organizar o conteúdo do segundo momento pedagógico. Essa sequência é flexível e pode ser adaptada às necessidades e preferências de cada professor.

Em termos de conceitos básicos sobre radiação eletromagnética, os alunos devem entender que a radiação eletromagnética é uma forma de energia que se propaga através do espaço na forma de ondas eletromagnéticas. É composta por campos elétricos e

magnéticos oscilantes que se propagam perpendicularmente um ao outro e à direção de propagação.

São na realidade ondas que não requerem um meio material para se propagarem, o que significa que podem se mover através do vácuo. A velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vácuo é constante, assim como nos meios homogêneos, e é denominada velocidade da luz, aproximadamente $299.792.458 \text{ m.s}^{-1}$.

Quadro 3 - Alguns temas sugeridos para os slides para organização do conhecimento do segundo momento.

TEMADA AULA	NÚM. DOS SLIDES E TEMAS	CONTEÚDOS DOS SLIDES
O Espectro de Radiação Eletromagnética e suas Aplicações	1: Introdução	<ul style="list-style-type: none"> • Título: O Espectro de Radiação Eletromagnética • Breve introdução sobre a radiação eletromagnética e sua importância em diversas áreas da ciência e tecnologia.
	2: Definição de Espectro Eletromagnético	<ul style="list-style-type: none"> • Definição: O espectro eletromagnético é a gama completa de todas as possíveis frequências de radiação eletromagnética. • Explicação das diferentes faixas de frequência e suas características principais.
	3: Composição do Espectro Eletromagnético	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação das principais faixas do espectro eletromagnético: <ul style="list-style-type: none"> • Rádio • Micro-ondas • Infravermelho • Luz visível (espectro colorido) • Ultravioleta • Raios X • Raios gama
	4: Faixa de Rádio e Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição das ondas de rádio: <ul style="list-style-type: none"> • Características: baixa energia, longo comprimento de onda. • Aplicações: comunicações de rádio AM/FM, telecomunicações, radar.
	5: Micro-ondas e suas Utilizações	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição das micro-ondas: <ul style="list-style-type: none"> • Características: média energia, médio comprimento de onda. • Aplicações: fornos de micro-ondas, comunicações via satélite, radar meteorológico.
	6: Infravermelho e Tecnologias de Imagem Térmica	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do infravermelho: <ul style="list-style-type: none"> • Características: média energia, curto comprimento de onda. • Aplicações: câmeras termográficas, controle remoto, sensores de movimento.
	7: Luz Visível e suas Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição da luz visível: <ul style="list-style-type: none"> • Características: alta energia, curto comprimento de onda. • Aplicações: iluminação, tecnologias de exibição (telas LCD, OLED), fotossíntese em plantas.
	8: Ultravioleta e seus Efeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do ultravioleta: <ul style="list-style-type: none"> • Características: alta energia, muito curto comprimento de onda. • Aplicações: esterilização, bronzamento artificial, detecção de falsificações
	9: Raios X e Aplicações em Medicina	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição dos raios X: <ul style="list-style-type: none"> • Características: muito alta energia, muito curto comprimento de onda. • Aplicações: diagnóstico médico por imagem, radioterapia, inspeção de bagagens
	10: Raios Gama e Utilizações Industriais.	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição dos raios gama: <ul style="list-style-type: none"> • Características: altíssima energia, muito curto comprimento de onda. • Aplicações: esterilização de equipamentos médicos, inspeção de soldas, tratamento de alimentos
	11: Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação dos principais pontos abordados na aula: <ul style="list-style-type: none"> • Composição do espectro eletromagnético. • Características e aplicações de cada faixa do espectro.

Fonte: Própria

Quanto à estrutura e propriedades do espectro eletromagnético, é a gama completa de todas as frequências possíveis de radiação eletromagnética. Dividido em diferentes regiões com base nas frequências ou comprimentos de onda, incluindo ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama. Assim, dada uma região do espectro eletromagnético tem características distintas de interação com a matéria e aplicações específicas.

Para as aplicações práticas das diferentes faixas do espectro temos: (1) Ondas de Rádio: Usadas em comunicações sem fio, como rádio AM/FM, televisão, comunicações via satélite e telecomunicações móveis; (2) Micro-ondas: Aplicadas em comunicações de curto alcance, fornos de micro-ondas, tecnologia de radar, comunicações por satélite e transmissão de dados; (3) Infravermelho: Utilizado em sistemas de visão noturna, controle remoto, termografia, comunicação sem fio de curto alcance e detecção de movimento; (4) Luz Visível: Permite a visão humana e é essencial para diversas aplicações, como iluminação artificial, fotografia, tecnologia de tela e lasers; (5) Ultravioleta: Usado em esterilização, fluorescência, fototerapia médica, detecção de falsificação e cura de materiais; (6) Raios-X: Amplamente utilizado em medicina para imagens médicas, inspeção de bagagens em aeroportos, radiografia industrial e pesquisa científica; e, (7) Raios Gama: Aplicados em esterilização de alimentos e equipamentos médicos, terapia de câncer, inspeção de soldas e detecção de materiais radioativos. Dentre outras inúmeras aplicações que estão presentes no cotidiano dos alunos e muitas das vezes eles não conseguem correlacionar com o conteúdo abordado em sala de aula. Esse segundo momento tem uma duração de 400 minutos, onde a cada 100 minutos o professor apresenta uma etapa através dos slides e aplica um questionário referente a aula. No Quadro 4, apresentamos um modelo de slides para o professor se basear nessa organização do conhecimento.

No terceiro momento pedagógico, avaliação, é sugerido ao professor que o mesmo conduza os alunos a resolver os exercícios, de forma clara e objetiva, em que essas respostas devem condizer com o que foi apresentado e discutido nas aulas. Elaboramos uma série de exercícios de fixação dos temas discutidos em cada uma das aulas apresentadas anteriormente, e que devem ser avaliados e analisados pelo professor, com o intuito de ter uma referência no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Esses exercícios, seguem um grau aumentativo de dificuldade, processo já aplicado em diversos vestibulares, inclusive o Enem, o mesmo deve auxiliar na análise feita pelo professor. Vale salientar que este trabalho não é um produto acabado, e que pode e deve ser modificado, dependendo das necessidades e especificidades de cada processo, tais como: turma, local, disponibilidade de materiais etc.

Quadro 4 - Modelos de slides para organização do conteúdo dos 3MP, ou seja, aula 3 do segundo momento.

TEMADA AULA	NÚM. DOS SLIDES E TEMAS	CONTEÚDOS DOS SLIDES
Radiação Corpuscular, Tipos de Radiação Nuclear e Barreiras de Proteção	1: Introdução	<ul style="list-style-type: none"> • Título: Radiação Corpuscular e Tipos de Radiação Nuclear • Breve introdução sobre o conceito de radiação corpuscular e sua relação com a radiação nuclear.
	2: Radiação Corpuscular	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de radiação corpuscular: <ul style="list-style-type: none"> • Radiação composta por partículas subatômicas (nêutrons, prótons, elétrons, partículas alfa etc.). • Diferença entre radiação corpuscular e radiação eletromagnética.
	3: Tipos de Radiação Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos principais tipos de radiação nuclear: <ul style="list-style-type: none"> • Radiação alfa (α) • Radiação beta (β) • Radiação gama (γ) • Nêutrons
	4: Radiação Alfa (α)	<ul style="list-style-type: none"> • Características da radiação alfa: <ul style="list-style-type: none"> • Composição: núcleo de hélio (2 prótons e 2 nêutrons). • Penetração: baixa, pode ser bloqueada por uma folha de papel ou pela pele humana. • Fontes naturais e artificiais.
	5: Radiação Beta (β)	<ul style="list-style-type: none"> • Características da radiação beta: <ul style="list-style-type: none"> • Composição: elétrons (β^-) ou pósitrons (β^+). • Penetração: maior que a radiação alfa, bloqueada por materiais como alumínio ou vidro. • Fontes naturais e artificiais.
	6: Radiação Gama (γ)	<ul style="list-style-type: none"> • Características da radiação gama: <ul style="list-style-type: none"> • Composição: ondas eletromagnéticas de alta energia. • Penetração: muito alta, requer barreiras densas como chumbo ou concreto para bloqueio. • Fontes naturais e artificiais.
	7: Nêutrons	<ul style="list-style-type: none"> • Características dos nêutrons: <ul style="list-style-type: none"> • Composição: partículas sem carga elétrica. • Penetração: alta, requer materiais específicos como parafina ou água para atenuação. • Fontes naturais e artificiais.
	8: Efeitos Biológicos das Radiações	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre os efeitos das radiações ionizantes no corpo humano: <ul style="list-style-type: none"> • Dano celular e riscos à saúde. • Importância da dosimetria e da proteção radiológica.
	9: Barreiras de Proteção	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação das medidas de proteção contra radiações ionizantes: <ul style="list-style-type: none"> • Barreiras estruturais: espessuras de materiais como chumbo, concreto ou água. • Equipamentos de proteção individual (EPIs): aventais de chumbo, luvas, óculos de proteção
	10: Normas de Segurança e Legislação	<ul style="list-style-type: none"> • Visão geral das normas de segurança radiológica: <ul style="list-style-type: none"> • Regulamentações nacionais e internacionais. • Responsabilidades dos profissionais e das instituições.
	11: Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação dos principais pontos abordados na aula: <ul style="list-style-type: none"> • Radiação corpuscular e tipos de radiação nuclear. • Efeitos biológicos e barreiras de proteção.

Fonte: Própria

Os exercícios podem ser aplicados ao final de cada aula (Figuras 3, 4 e 5), fazendo com que os dois últimos encontros sejam incorporados na contagem, sem distinção de 2° e 3° dos 3MP, por parte dos alunos, como também, pode ser aplicado apenas no 3°, já que o processo avaliativo é dinâmico, a depender de como o professor vai fazer a sua conclusão.

Como sugestão de uma leitura complementar, pode se pedir aos estudantes fazer um “tour” na plataforma da NASA - Espectro Eletromagnético, Universo Invisível: O Espectro Eletromagnético de Ondas de Rádio a Raios Gama e Luz: O Espectro Visível e Além, link: [O que é Espectro Eletromagnético? - Gaia Ciência | Divulgação Científica \(gaiaciencia.com.br\)](http://O que é Espectro Eletromagnético? - Gaia Ciência | Divulgação Científica (gaiaciencia.com.br).).

Figura 3 - Exercício denotado 1 para ser aplicado no terceiro momento dos 3MP.

EXERCÍCIO 1	
<i>Busque responder as questões a seguir com base na aula 1.</i>	
1-	Cite pelo menos três tipos de radiações presentes no espectro eletromagnético, em ordem crescente de comprimento de onda.

2-	Qual a propriedade da onda eletromagnética (velocidade, comprimento de onda e frequência) que determina o nível de energia da onda?

3-	Considere os tipos de onda eletromagnética: ultravioleta, ondas de rádio, infravermelho, raios X e raio gama. Coloque-as em ordem crescente de energia.

4-	Sabe-se que a banda de frequência da TIM no Brasil é de 700 MHz (MHz = 10 ⁶ Hz) utilizada pelas estações emissoras para transmissão. Considerando que a velocidade de propagação dessas ondas eletromagnéticas é 300.000.000 m/s, calcule o comprimento de onda dessa faixa.

5-	Considere três tipos de onda eletromagnéticas: vermelho, azul e verde. Indique qual dessas três ondas apresenta o maior e o menor comprimento de onda.

6-	Observando o espectro eletromagnético apresentado na aula, podemos afirmar que as ondas cujo comprimento é de 470 nm e 780 nm (nm = 10 ⁻⁹ m) são todas, ondas visíveis? Se sim, indique qual é a possível cor.

Fonte: Própria

Figura 4 - Exercício denotado 2 para ser aplicado no terceiro momento dos 3MP.

EXERCÍCIO 2	
<i>Busque responder as questões a seguir com base na aula 2.</i>	
1-	Quais são as principais aplicações das micro-ondas em comunicações e em aplicações domésticas?

2-	Como os diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético são utilizados em telescópios para estudar o universo? Dê exemplos de observações em diferentes faixas do espectro.

3-	Compare as radiações infravermelha e visível em termos de comprimento de onda, energia e aplicações práticas. Cite exemplos de dispositivos que utilizam cada uma dessas radiações.

4-	Descreva como os raios X são emitidos e como são utilizados em diagnósticos médicos. Quais são as vantagens dos raios X em comparação com outras formas de imagem médica?

5-	Como a radiação gama é utilizada para melhorar a segurança alimentar? Explique o processo de irradiação de alimentos e quais são os benefícios dessa técnica.

Fonte: Própria

A avaliação pode ser realizada de diversas formas, e os exercícios de múltipla escolha são apenas um exemplo. O professor pode explorar uma variedade de recursos avaliativos, como questões abertas, trabalhos em grupo, portfólios e outras atividades que permitam avaliar diferentes habilidades e conhecimentos dos alunos. Os exercícios de múltipla escolha são apenas uma das possibilidades. O professor tem autonomia para selecionar os instrumentos que melhor se adaptam aos seus objetivos e à sua prática pedagógica.

A proposta de explorar as radiações e as medidas de proteção por meio de debates em grupo, pesquisa e reflexão prática oferece um rico leque de oportunidades para o ensino. Ao integrar essas atividades, é possível criar um ambiente de sala de aula

dinâmico e engajador, onde os alunos se tornam protagonistas da construção do conhecimento.

Figura 5 - Exercício denotado 3 para ser aplicado no terceiro momento dos 3MP.

EXERCÍCIO 3

Busque responder as questões a seguir com base na aula 2.

1- (Enem – 2022) O elemento iodo (I) tem função biológica e é acumulado na tireoide. Nos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima, ocorreu a liberação para a atmosfera do radioisótopo ^{131}I , responsável por enfermidades nas pessoas que foram expostas a ele. O decaimento de uma massa de 12 microgramas do isótopo ^{131}I foi monitorado por 14 dias, conforme o quadro.

Tempo (dia)	Massa residual de ^{131}I (μg)
0	12,0
2	8,0
4	5,5
6	3,9
8	2,7
10	1,9
12	1,4
14	1,0

Após o período de 40 dias, a massa residual desse isótopo é mais próxima de
A 24 μg . B 1,5 μg . C 0,8 μg . D 0,4 μg . E 0,2 μg .

2- (Enem – 2018) O elemento radioativo tório (Th) pode substituir os combustíveis fósseis e baterias. Pequenas quantidades desse elemento seriam suficientes para gerar grande quantidade de energia. A partícula liberada em seu decaimento poderia ser bloqueada utilizando-se uma caixa de aço inoxidável. A equação nuclear para o decaimento do ^{230}Th é:

$$^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{226}_{88}\text{Ra} + \text{partícula} + \text{energia}$$

Considerando a equação de decaimento nuclear, a partícula que fica bloqueada na caixa de aço inoxidável é o(a)
A alfa. B beta. C próton. D nêutron. E pósitron.

3- Discuta os efeitos da radiação ultravioleta na pele humana e como os filtros solares protegem contra esses efeitos. Explique a diferença entre os tipos de radiação UV (UV-A, UV-B e UV-C) em termos de penetração na atmosfera e impacto biológico.

4- Compare a tomografia computadorizada com raios X com outros métodos de imagem médica, como a radiografia simples e a ressonância magnética. Quais são as vantagens específicas da tomografia computadorizada em diferentes situações clínicas?

5- Compare a tomografia computadorizada com raios X com outros métodos de imagem médica, como a radiografia simples e a ressonância magnética. Quais são as vantagens específicas da tomografia computadorizada em diferentes situações clínicas?

6- Explique os processos físicos e químicos envolvidos na irradiação de alimentos com radiação gama para conservação. Quais são os benefícios e as preocupações associadas ao uso dessa técnica?

Fonte: Própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência de ensino proposta neste pode ser uma ferramenta eficaz para o ensino do Espectro Eletromagnético. A atividade de verificação dos conhecimentos prévios pode permitir identificar os pontos fortes e fracos dos alunos, possibilitando uma abordagem personalizada.

A problematização, por meio de textos de apoio e das simulações Phet, visa despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, estimulando a construção de hipóteses. As aulas expositivas, complementadas por questionários avaliativos, proporcionaram uma organização do conhecimento de forma objetiva. A discussão temática final, deve relacionar os conteúdos abordados nas simulações e nas aulas, para permitir uma avaliação em termos da consolidação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Esperamos resultados positivos para a abordagem dos três momentos pedagógicos para promoção da compreensão do espectro eletromagnético. Uma sugestão para um próximo trabalho, seria a introdução do Arduino em uma montagem que possa avaliar a eficiência dos protetores solares.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. B; SANTOS, P. J. S E FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015.
- ARAÚJO, L. B.; MUENCHEN, C. Um olhar sobre o Movimento de Reorientação Curricular: a posição dos docentes em relação ao projeto. In: VII Seminário Diálogos com Paulo Freire, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande, 2013.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2ª Edição, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. Rio de Janeiro: LTC, 10ª Ed, v.4, 2016.
- KESMINIENE, A.; SCHÜZ, J. Radiation: ionizing, ultraviolet, and electromagnetic. In: **International Agency for Research on Cancer**. World cancer report 2014. Lyon, France: IARC, p. 143-150, 2014
- MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação Contemporânea**. Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 2014.
- MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ., Bauru**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.
- SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. A. Ensino de Física com equipamentos agrícolas numa escola agrotécnica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 50-61, 2006.