



AMANDA DE CASTRO SILVA

**ANTENA DETECTORA DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS: PROPOSTA
EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO**

PORTO VELHO

2021

AMANDA DE CASTRO SILVA

**ANTENA DETECTORA DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS: PROPOSTA
EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UNIR, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís Nepomuceno de Lima

PORTO VELHO

2021

SUMÁRIO

CARTA AOS PROFESSORES.....	10
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
1 MATERIAL DE APOIO	14
1.1 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	14
1.2 ONDAS DE RÁDIO.....	16
2 ETAPAS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	20
2.1 PRIMEIRO ENCONTRO – SITUANDO A PROBLEMATIZAÇÃO DAS TURMAS E APRESENTAÇÃO DO ASSUNTO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.	21
2.2 SEGUNDO ENCONTRO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	26
2.3 TERCEIRO ENCONTRO – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	29
2.3.1 Lista de material	34
2.3.2 Montagem do experimento.....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	44

CARTA AOS PROFESSORES

Caro Professor,

O Produto Educacional (PE) aqui apresentado é composto por uma proposta experimental para o ensino de eletromagnetismo no ensino médio, o material foi elaborado com o intuito de suprir as necessidades educacionais no ensino de Física relacionados ao eletromagnetismo, levando o aluno a conhecer o método científico e a visão da natureza que tem os cientistas, através do estudo de alguns fenômenos e conceitos da Física contemporânea.

A elaboração deste experimento objetiva oferecer aos alunos e professores uma ferramenta de ensino de ondas eletromagnéticas de qualidade, e adequada à realidade das escolas públicas no Brasil. Sendo assim, nosso objetivo principal foi produzir um experimento potencialmente significativo que possa ser utilizado como apoio didático no ensino de Ondas Eletromagnéticas. Sendo assim, o experimento servirá como elemento facilitador no ensino dos fenômenos físicos.

Propomos uma inovação pedagógica e tecnológica por meio de um experimento de física, que possibilita a participação ativa dos estudantes. Propomos uma prática experimental que motive os alunos a aprenderem a disciplina Física de maneira contextualizada e funcional, especificamente, sobre o assunto Ondas Eletromagnéticas, com aplicação em antenas. O produto educacional possui um tutorial de montagem e confecção do experimento, para possibilitar ao educador a elaboração da atividade.

A elaboração deste experimento foi motivada pelas inúmeras dificuldades apresentadas na aprendizagem dos fenômenos que envolvem as Ondas Eletromagnéticas, e pela evidente necessidade de encontrar e propor caminhos que conduzam os discentes para uma aprendizagem significativa. Atrelado a esses fatores também percebemos que há pouquíssimos experimentos como o nosso no ensino de ondas eletromagnéticas, e considerando que a prática experimental enriquecesse e favorece a aprendizagem, deste modo é fundamental elaborar produtos experimentais como o que produzimos.

Propomos que atrelada a aplicação do produto experimental, também se aplique uma sequência didática, que esteja estruturada em três momentos pedagógicos (Problematização inicial, Organização do conhecimento, Aplicação do conhecimento). Consideramos que a sequência didática é essencial para a contextualização do tema a ser trabalhado, pois é mediante essa sequência que os alunos terão a oportunidade de adquirir e construir novos conhecimentos, além de permitir que se trabalhe de forma mais organizada e direcionada o conteúdo proposto.

Essa sequência didática que propomos possibilita uma interferência no ensino de Física, subvertendo mesmo que parcialmente os métodos tradicionais de ensino, cristalizados pela burocracia oficial. Adotamos a propostas de levar os discentes a adquirirem saberes científicos através de procedimentos não convencionais, levando-os a aprender os fenômenos físicos, em especial as ondas eletromagnéticas, sob uma perspectiva diferenciada, que fuja das aulas meramente expositivas e mecânicas.

A sequência didática vinculada ao experimento fornece suporte para uma aprendizagem significativa das ondas eletromagnéticas. A experimentação associada a uma boa didática propicia o aprofundamentos nos conhecimentos de Física e estimula os alunos a buscar soluções. A ideia é variar estratégias para estimular diferentes formas de aprendizagem.

Sendo assim o produto educacional desenvolvido conta com aulas expositivas dialogadas, aplicação de questionário de conhecimentos prévios e atividade experimental. Este estudo contém uma sequência básica e um experimento pautados nos conceitos inerentes ao Eletromagnetismo. Todos os materiais e passos para a elaboração e aplicação estão descritas neste material que foi desenvolvido pensando na inserção e discussão do tema Eletromagnetismo em turmas de 3º ano do Ensino médio.

Esperamos que esse material possa contribuir com o ensino de eletromagnetismo, sendo útil aos professores de Física, ou outros que se sintam interessados em conhecê-lo e aplicá-lo de acordo com suas necessidades educacionais, podendo também ser adaptado, desde que contribua significativamente no processo de ensino e aprendizagem.

A autora

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao analisar e estudar sobre o processo de ensino, identificamos entre alguns professores de Física, uma busca por aproximar o aluno do objeto estudado, eles se questionam quais métodos usar para fazer com que o conteúdo se concretize nos alunos, e se torne mais próximo de seu cotidiano. Observamos que os livros priorizam a resolução de problemas e cálculos matemáticos, mas pouca importância é dada à apresentação de conceitos fundamentais para a construção do conhecimento sobre os fenômenos de física. Estes conhecimentos são essenciais para que o conhecimento científico se incorpore no cotidiano dos educandos.

A partir dessa premissa vemos a urgente necessidade de rever as práticas pedagógicas que são empregadas em sala de aula. O ensino de física deve proporcionar ao aluno um conhecimento efetivo, que contribua para sua formação social e cognitiva. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2007), a aplicação de experimentos deve estar presente ao longo de todo o processo de ensino e aprendizagem do aluno, para que o mesmo desenvolva conhecimentos científicos mais significativos, além de desenvolver outras habilidades, como questionar, interagir, investigar etc.

Corroborando com a esse pensamento temos a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que define o Ensino Médio como a conclusão da Educação Básica, e estabelece que esse período de escolarização tem por objetivo:

- I – a consolidação o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996).

No ensino médio o emprego de experimentos durante as aulas de forma planejada, tende a proporcionar aos alunos um relação entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico. Tendo em vista que a prática experimental promoverá a evolução do seu conhecimento para outro nível. Desta forma a relação entre prática experimental e teoria, favorece a construção do conhecimento científico.

Entendemos que a prática experimental é um elemento importante para o ensino significativo, principalmente no ensino de fenômenos físicos, que apresenta uma série de conceitos e equações matemáticas. Observamos que os experimentos associados a metodologias potencializam o ensino e aprendizagem.

A prática experimental é quase inexistente nas aulas de física, Isso ocorre devido aos inúmeros e constantes problemas existentes no ensino dessa disciplina. Dentre eles destacamos o número elevado de docentes com uma intensa carga horária de trabalho, além de pouca ou nenhuma estrutura para a realização das aulas expositivas e práticas. Observamos que os professores além da falta de capacitação, precisam lidar também com a falta de suporte estrutural e pedagógico, dificultando assim o processo de ensino e aprendizagem. Por isso o papel do professor de física acaba sendo tão difícil, segundo Paulo Freire, em sua obra *Pedagogia da Autonomia*:

[...] o bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma “cantiga de ninar”. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas. (FREIRE, 1996, p. 96)

Sendo assim, apenas o ensino teórico não é suficiente para uma efetiva aprendizagem. Por isso é fundamental que o professor de física associe o conhecimento adquirido no curso de licenciatura com metodologias inovadoras elaboradas e disponibilizadas em pesquisas acadêmicas. O docente precisa adquirir novos métodos de ensino e encontrar caminhos que facilitem a compreensão dos fenômenos físicos, e assim contribuir para que os alunos consigam estabelecer relações entre a física e a sua realidade, tornando o ensino e aprendizagem muito mais significativos.

A Física é uma ciência que investiga os fenômenos naturais, sendo assim essa disciplina contribui para que o aluno possa estabelecer ligações entre o conhecimento científico e aspectos de sua vida cotidiana.

Através do estudo da física o educando pode adquirir uma nova percepção dos eventos naturais, compreende-los e principalmente interagir com eles, com mais propriedade e conhecimento. Para que os princípios físicos sejam compreendidos de forma satisfatória se faz necessário a aplicação de metodologias de ensino que privilegiem o contexto social e os conhecimentos prévios dos alunos. Segundo Marco Antônio Moreira:

[...] o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto. (MOREIRA, 2014, p. 02)

Essa desatualização do ensino faz com que os discentes tenham maior dificuldade em entender os conceitos, e principalmente em alcançar uma aprendizagem significativa. Os fenômenos físicos apresentados em sala de aula não condizem com os fenômenos vivenciados diariamente pelos alunos, há uma lacuna entre eles como se os mesmos não passassem pelo mesmo processo físico. Esse distanciamento metodológico entre realidade e conteúdo pragmático desmotiva o educando e impede que o mesmo relacione os fenômenos físicos com sua vida cotidiana, deste modo não ocorre uma aprendizagem significativa.

1 MATERIAL DE APOIO

1.1 Ondas eletromagnéticas

Vivemos continuamente em contato com inúmeras ondas, tal como as ondas sonoras, responsáveis pela audição e comunicação verbal. Há também as ondas de luz, que possibilitam fenômenos complexos como a fotossíntese e a visão. Percebemos que essas ondas são fundamentais para a existência de vida na terra, pois sem elas a existência humana seria impossível.

Conseguimos ver e ouvir algumas destas ondas, entretanto algumas são quase imperceptíveis, entretanto todas contribuem para o equilíbrio dos mecanismos naturais. Devido a suas múltiplas funcionalidades e características se faz necessários estudos que conceituem a mecânica ondulatória e nos forneça informações sobre esse fenômeno tão fundamental para o universo.

O estudo das ondas além de nos explicar como é produzido o belo pôr-do-Sol ou o exuberante arco-íris, também nos fornece benefícios tecnológicos como os meios de comunicação (telégrafo, AM/FM, televisão e celulares, etc...), nos auxilia na medicina e em muitas outras áreas. Toda a facilidade e conforto que temos atualmente são descobertas advindas de muitas pesquisas que buscavam entender as propriedades das ondas e mediante experimentos as aplicaram em diversos aparelhos que atendiam os mais diferentes fins.

Vivemos em um mundo imerso em ondas, isso ocorre devido à atmosfera estar inteiramente ocupada por elas, que se propagam e chegam a superfície terrestre. As ondas estão em cada lugar do nosso planeta e se manifestam de diversos tipos. A natureza das ondas são classificadas em eletromagnéticas e mecânicas.

Nós conseguimos captar essas ondas pois, o nosso corpo possui mecanismos sensoriais que transformam as ondas sonoras (mecânicas) que estão a nossa volta em sensações auditivas. Igualmente transformamos as ondas visuais (eletromagnéticas), por meio dos órgãos da visão, captamos todas as ondas ao nosso redor e as convertemos em impulsos que chegam ao cérebro e se transformam cores.

Tanto a visão quanto a audição estão, desta forma, relacionadas à habilidade do sistema nervoso do humano e também dos animais de transformarem e usarem as ondas que nos cercam. Essa habilidade de usar as ondas nos possibilita ampliar nossos meios de comunicação e de orientação. Entretanto, salientamos que há muitas outras ondas no mundo, além das ondas visuais e sonoras.

A grande quantidade de informações acumuladas sobre as propriedades das ondas eletromagnéticas, relativas à sua produção, propagação, e absorção, levou à abertura das portas do maravilhoso mundo das comunicações que hoje conhecemos.

As ondas eletromagnéticas possuem grande variedade de radiações provenientes de diversas fontes. Entretanto, mesmo que essas radiações tenham diferentes propriedades, e que sejam produzidas e observadas de formas distintas, elas ainda mantêm características em comum, elas podem ser analisadas nos campos elétricos e/ou magnéticos, e todas as ondas se propagam no vácuo na velocidade da luz. Veremos na figura a seguir os aspectos das diferentes ondas eletromagnéticas:

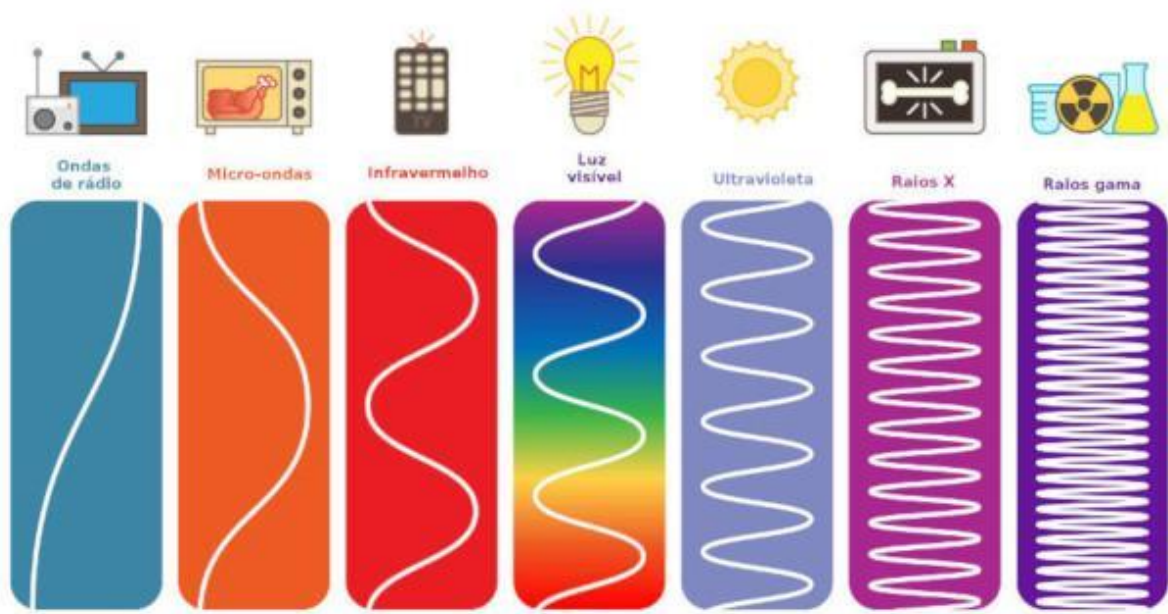


Figura 1: Aspecto das diferentes ondas eletromagnéticas.

Sendo assim as ondas eletromagnéticas se diferenciam somente no comprimento e na frequência. A nomenclatura das regiões do espectro está relacionada apenas a forma como as ondas são observadas ou produzidas, de modo que os nomes das ondas não são relacionados as suas propriedades fundamentais. Não existe outra forma experimental, além da diferença de comprimento e frequência da onda, e não há limites nítidos entre as várias ondas.

1.2 Ondas de rádio

As ondas de rádio estão à nossa volta. Nós não podemos vê-las, mas podemos gerá-las e detectá-las, podemos determinar suas características e podemos medi-las. Elas desempenham um grande papel na nossa vida diária, mesmo que direta ou indiretamente a sociedade se utiliza desta tecnologia, sendo a espinha dorsal da economia da informação: de rádio e televisão, telefones celulares, comunicações móveis, controles remotos de muitos tipos, bloqueios de carro sem chave, abridores de portas remotas, redes locais sem fio, navegação por satélite, rádio-telescópios, monitoramento ambiental e tanto mais em nosso mundo.

Todos esses dispositivos necessitam para seu funcionamento das ondas eletromagnéticas e todos devemos ter um conhecimento prático deles. Muitas destas inovações foram desenvolvidas por cientistas e engenheiros que tiveram seu interesse despertado por uma demonstração hands-on, talvez na escola, talvez em uma exposição, talvez através de uma demonstração por um rádio amador.

Experimentos com aparelho de home-made barato pode abrir nossa visão e revelar este mundo de rádio invisível para nós. Sugestões e orientações para algumas experiências de rádio são apresentados aqui para o indivíduo e para demonstrações de classe na escola. Estas ondas invisíveis e muitos mistérios de rádio podem ser revelados por seus próprios “hands-on” investigações. A licença de rádio especial não é necessário para as manifestações e experiências aqui descritas.

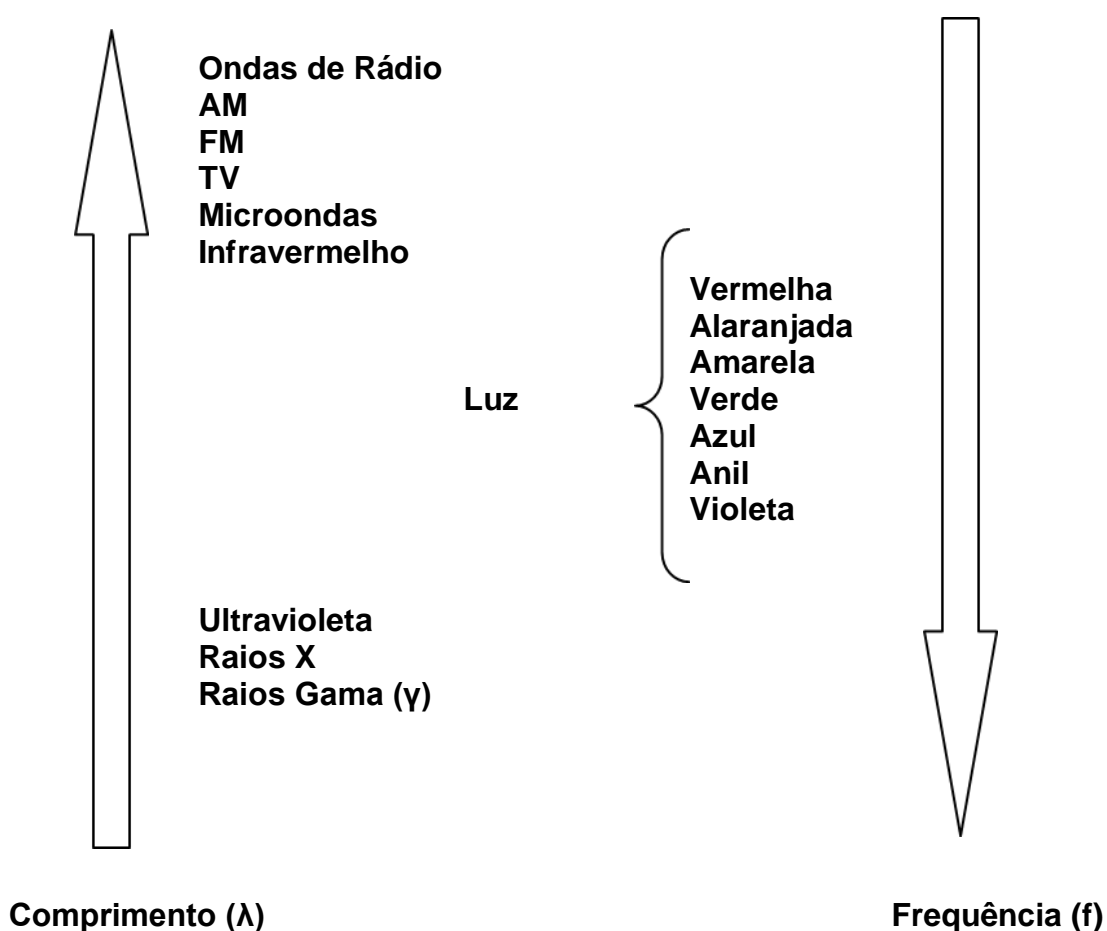


Figura 2: Ordem de Crescimento do Comprimento de Onda e da Frequência.

Fonte: Gesualdo 2005.

As ondas de Rádio são as que possuem menor frequência no campo eletromagnético. Uma parte desse espectro eletromagnético é utilizado para comunicações via rádio, celulares ou outros. As estações de rádio FM (Frequência Modulada) operam em uma frequência próxima de 108 Hz, já as estações de rádio AM (Amplitude Modulada) operam com frequência próxima de 106 Hz. As ondas de rádio podem atingir uma frequência de até 300 mega-hertz.

As microondas são um subconjunto das ondas de rádio, elas têm uma frequência compreendida no intervalo entre 300 MHz e 300 GHz. Essas microondas contêm características especiais, pois são facilmente absorvidas pelos alimentos, elas refletem em metais e conseguem atravessar inúmeras meterias tais como vidro, papel e plástico, devido a sua funcionalidade elas são utilizadas na fabricação de fornos microondas. Essas microondas são amplamente utilizadas no meio industrial e estão presentes em radares da polícia rodoviária e em equipamentos de comunicação. A seguir temos uma tabela de ordem de grandeza da frequência.

Utilização	Ordem de grandeza da frequência
Radares	10 GHz
Satélites (GPS)	1 GHz
Telefonia móvel	500 MHz
TV digital	300 MHz
Rádio FM	100 MHz
Rádio AM	1 MHz

As ondas de rádio passam pelo fenômeno da ressonância, que ocorre quando elemento um em movimento vibratório induz outros elementos a vibrarem na mesma fase e frequência que ele. O agente propulsor do movimento é denominado de excitador, e o outro agente se chama receptor, pois recebe energia do excitador e passa a oscilar. O sistema físico possui uma oscilação livre, e cada corpo tende a oscilar em uma frequência específica (preferencial) de vibração, essa frequência nem sempre é única. Gesualdo complementa que:

Quando num sistema físico quaisquer, são injetados impulsos de energia periodicamente com uma frequência igual a uma de suas frequências preferenciais de vibração, o sistema passa a vibrar com amplitude progressivamente crescente, que tende ao maior valor possível. Neste caso, dizemos que o sistema em questão entrou em ressonância, vejamos alguns exemplos:

- Se aplicarmos num balanço (ou pêndulo) uma série de empurrões regularmente espaçados por um intervalo temporal, a amplitude após um certo tempo, será a maior possível. Se este intervalo variar irregularmente, dificilmente o balanço oscila.

- A sintonização das estações num rádio constitui um exemplo de ressonância elétrica. Quando giramos o botão do sintonizador, fazemos com que a frequência da corrente alternada no aparelho se torne igual à das ondas emitida pela estação transmissora. (GESUALDO, 2005, p. 34)

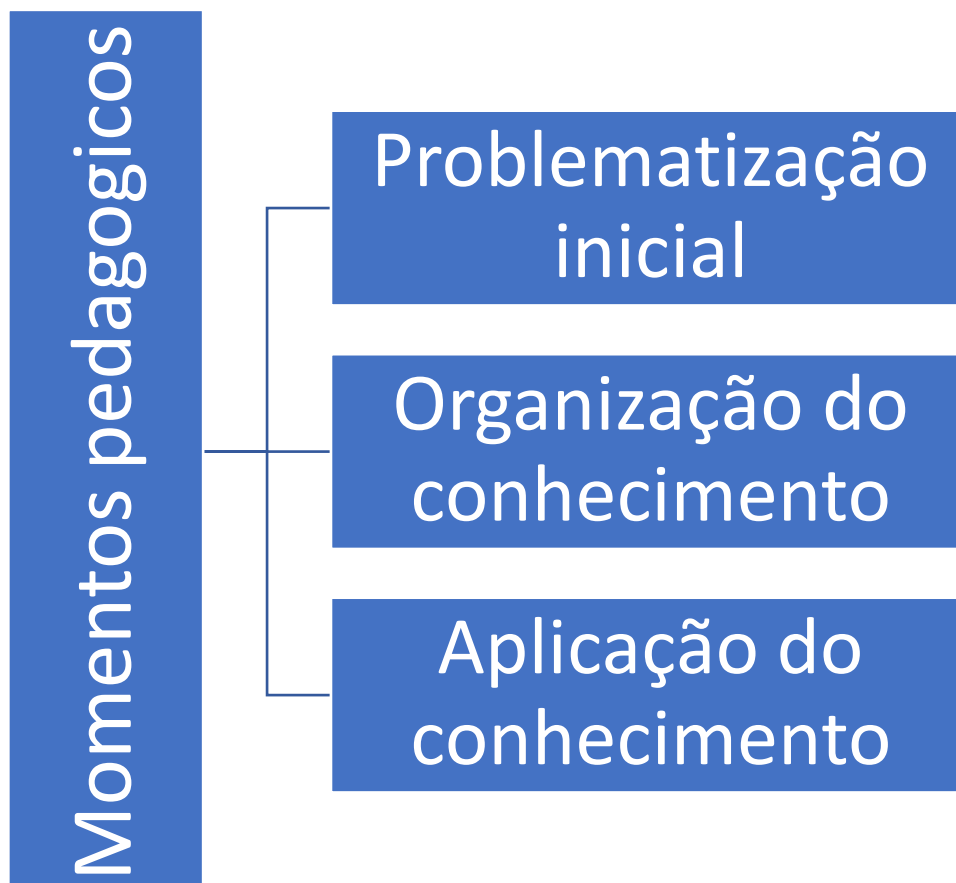
As ondas de radiofrequência podem ser produzidas por uma fonte de oscilações de corrente ou carga. A corrente elétrica é convertida em ondas eletromagnéticas por meio da aceleração da carga de um dipolo existente dentro da fonte, a variação de velocidade da corrente cria uma variação no campo elétrico, induzindo as ondas se desprenderem da fonte e se propagarem pelo meio.

Durante a fase de produção e transmissão de uma onda de rádio, a energia eletromagnética situada nos circuitos oscilatórios da fonte é convertida e irradiada. Entretanto no processo de recepção de uma frequência de rádio ocorre o inverso, a energia coletada da propagação é convertida em uma corrente alternada, presente na entrada dos circuitos oscilatórios da fonte receptora.

O processo de recepção acontece por meio de dipolo elétrico que sente a presença de uma onda se propagando pelo espaço. A energia da onda recepcionada vai depender do comprimento da onda, da direção e do próprio dipolo. Precisamos ressaltar que uma fonte transmissora também pode ser uma fonte receptora, isso vai depender das propriedades que ela tem.

2 ETAPAS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

O produto educacional está inserido em uma sequência didática que pode ser realizado em três momentos pedagógicos, os momentos que propomos são baseados no pressuposto metodológico proposto por Delizoicov e Angotti (1990). Os três momentos estão estruturados da seguinte forma:



Essa sequência se diferencia das práticas tradicionais de ensino, pois não propõe uma memorização de uma situação ou problema, ou exige respostas mecânicas de transcrição do conteúdo do livro didático. Essa didática proposta inicialmente, por Delizoicov (1982, 1983), põem em evidencia a concepção de educação de Paulo Freire.

2.1 Primeiro encontro – Situando a problematização das turmas e apresentação do assunto ondas eletromagnéticas.

CONTEÚDO	<ul style="list-style-type: none">•ONDAS ELETROMAGNÉTICAS;•FENÔMENOS ONDULATÓRIOS;•APLICAÇÕES DE ONDAS ELETROMANGÉTICAS.•TRANSMISSÃO E CAPTAÇÃO DE SINAIS ONDULATÓRIOS.
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none">•TRATAR SOBRE AS PROPRIEDADES DAS ONDAS ELETROMANGÉTICAS, SUA NATUREZA, SEU USO E ENTENDER O PROCESSO DA SUA EMISSÃO E DETECÇÃO.
METODOLOGIA	<ul style="list-style-type: none">•AULA EXPOSITIVA COM ILUSTRAÇÕES NO POWER POINT, EXEMPLIFICANDO CADA APLICAÇÃO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS MOSTRANDO OS CÁLCULOS ENVOLVIDOS.
RECURSOS	<ul style="list-style-type: none">•DATASHOW;•QUADRO BRANCO;•PINCEL.
AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none">•NÃO SE APLICA NESTA AULA.

No primeiro momento pedagógico (Problematização Inicial) são apresentadas situações reais, do dia a dia dos discente, e coletado mediante diálogo os conhecimentos prévios dos alunos. Nessa etapa pedagógica, os alunos são conduzidos e estimulados a observar e descrever suas concepções sobre o assunto abordado. O objetivo dessa fase é proporcionar aos educandos a possibilidade de construir e discutir as interpretações, as situações propostas além de levá-los a buscar outros conhecimentos que os ajudem na elaboração de uma resposta.

Essa etapa vai além de uma simples motivação ou introdução de um conteúdo específico, pois a problematização inicial almeja relacionar o conteúdo com acontecimentos reais vivenciados e presenciados pelos educandos, situações essas que o aluno não conseguia interpretar ou compreender corretamente pois, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990 a, p. 29)

Neste primeiro momento o discente provavelmente vai se identificar com o assunto abordado, buscando então inserir-se nesse universo temático à procura de aspectos de sua vida que envolva o mesmo tema, e assim também poder participar com diferentes observações e novas abordagens sobre o assunto.

Seguindo esse modelo pedagógico, sugerimos que se inicie com um diálogo informal sobre as ondas eletromagnéticas, que o tema seja apresentado em sala. Após essa contextualização informal, o docente pode com auxílio de slides falar das características das ondas eletromagnéticas, suas aplicações em ondas de rádio, televisão, radar, micro-ondas, telefonia celular e sobre as antenas levando em consideração a sua importância na aplicação no cotidiano dos alunos. A seguir trazemos alguns modelos de slides que podem ser usados em sala para contextualizar o conteúdo.

Transmissão e recepção de Imagem

Com frequência de $\pm 10^8$ Hz e comprimento de onda de 1m, temos ondas de TV, as quais não são refletidas pela ionosfera; para serem captadas, são necessárias estações repetidoras (75 km).

Observe que algumas frequências de TV podem coincidir com a frequência de FM. Isso permite algumas vezes captar uma rádio FM na televisão, ou captar um canal de TV num aparelho de rádio FM. (7)



Imagem: National Oceanic and Atmospheric Administration / Public Domain.

Figura 3: slide para explicar a recepção e transmissão de imagens.

Transmissão e recepção de sinal de celular:



Figura 4: slide explicando sobre transmissão e recepção de sinal de celular.

As micro-ondas:



Figura 5: slide sobre as micro ondas.

E emissão e recepção do sinal do radar:



Figura 6: slide para explicar sobre os sinais de radar.



Figura 7: Transmissão e recepção de sinal de ondas eletromagnéticas para fins diversos.

Durante a explicação do conteúdo, e conversa sobre o tema, será possível identificar e percebermos se os alunos, possuem conhecimento sobre o assunto. Esse momento é fundamental principalmente para turmas que ainda não conhecem nada sobre os fenômenos eletromagnéticos.

Nesse momento é preciso trazer exemplos reais para que eles consigam relacionar as ondas de rádio com seu cotidiano, gerando assim uma identificação com o tema e conseqüentemente um aprendizado significativo.

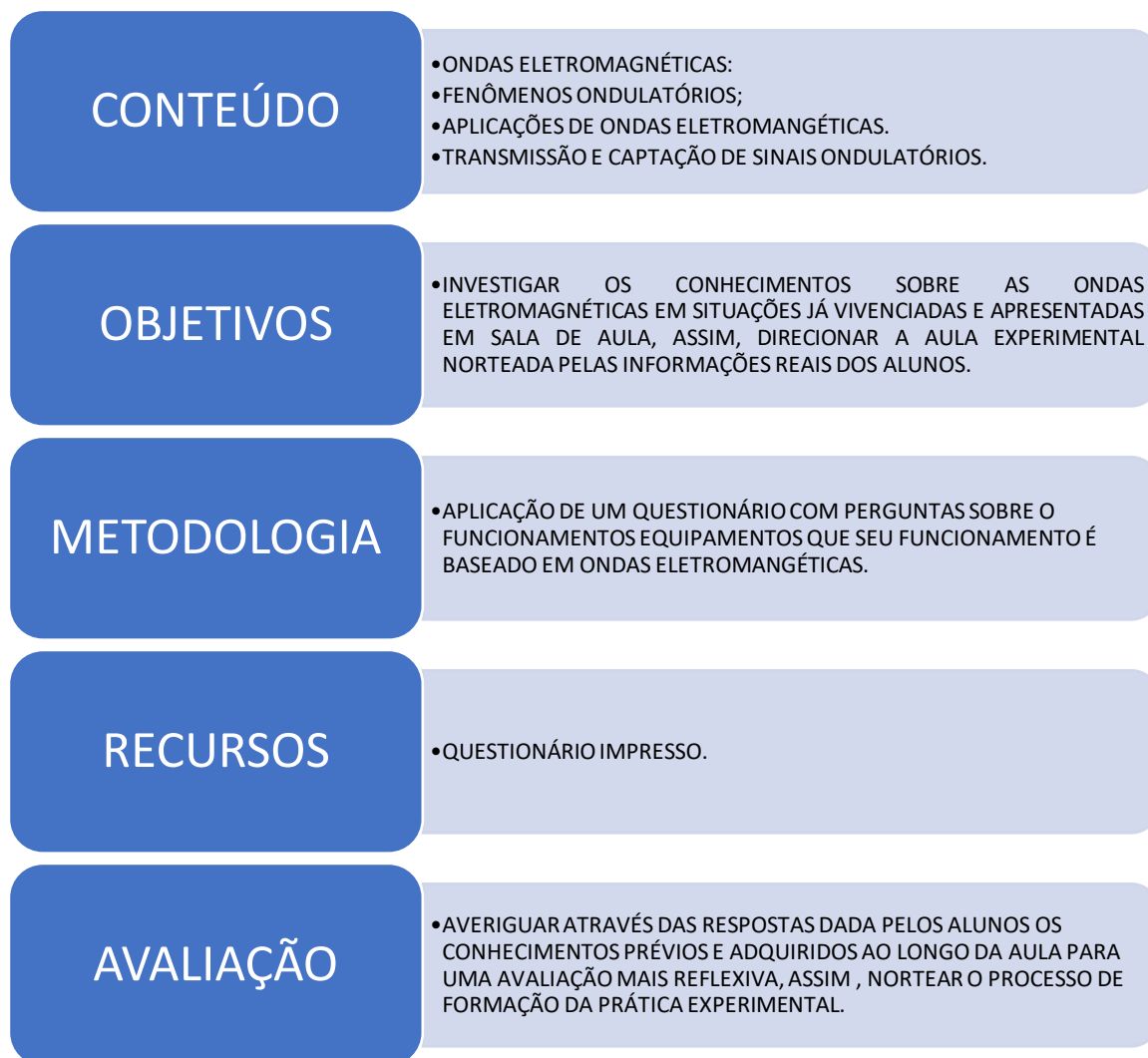
Sugerimos que o professor busque meios de estimular os alunos a participarem do processo de construção de seu conhecimento, criando condições para que eles se envolvam nas aulas. O professor precisa ser mediador e fornecer informações ou dar dicas de como pensar nas situações que lhes poderão aparecer durante o processo, instigando os alunos a desenvolverem suas habilidades e conceitos.

Esse momento precisa ser participativo, por isso deve ser instigante. É interessante trazer também vídeos e outros suportes pedagógicos que ajudem a tornar a aula o mais didática possível. Esses recursos lúdicos auxiliam a fixação do conteúdo e tornam a aula mais atrativa e dinâmica.

Quando a aula é exposta pelo professor, ele determina quais tópicos serão abordados. Essa prática pedagógica não pode ser desvalorizada pelo fato de o aluno apresentar dificuldades nessa maneira de ensino, pois o mesmo se sente confortável quando sabe que não vai ser intimidado pela possibilidade de ser solicitado a falar. Porém, a deficiência mais significativa da aula expositiva é a falta de feedback.

Um outro ponto fraco é a passividade dos alunos, para muitas pessoas, o aprendizado é mais significativo quando está executando algum tipo de atividade. Na audição passiva eles tendem a esquecer mais rapidamente as informações recebidas por exposição oral.

2.2 Segundo encontro – Organização do conhecimento



O Segundo Momento Pedagógico (Organização do Conhecimento): é a fase que o aluno passa a organizar o seu conhecimento, por meio de explicações que demonstre que compreendeu a problematização inicial. Neste momento é sugerido ao docente desenvolver atividades que tenham a intenção de ajudar o aluno no processo de organização do conhecimento, como destacam Muenchem e Delizoicov:

[...] para o desenvolvimento desse momento o professor é aconselhado a utilizar as mais diversas atividades, como: exposição, formulação de questões, texto para discussões, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências”. (MUENCHEM E DELIZOICOV, 2014, p. 624)

Sendo assim nessa segunda aula sugerimos aplicar um questionário baseado nos tópicos ministrados na primeira aula. Com as respostas fornecidas pelos alunos será possível perceber se os alunos assimilaram o assunto, e também identificar quais suas dificuldades ou lacunas. O questionário ajuda o professor a diagnosticar o conhecimento dos alunos e identificar seus conhecimentos prévios. O questionário aplicado tinha as seguintes indagações:

- 01) Qual a definição de uma onda eletromagnética?
- 02) Em que situação do nosso cotidiano eles aplicam?
- 03) Como acontece a interferência de uma onda eletromagnética?
- 04) Como ocorre a refração de uma onda eletromagnética?
- 05) Como ocorre uma reflexão de uma onda eletromagnética?
- 06) Como ocorre a transmissão de sinal de um celular?
- 07) Como é transmitido o sinal de imagem de televisão?
- 08) Como é transmitido o sinal de transmissão de emissoras de rádio?
- 09) Como é transmitido e captado sinal de um satélite?
- 10) Qual é o princípio de funcionamento de um radar?

Os alunos que ainda não estudaram sobre eletromagnetismo, terão seu conhecimento restrito a aula expositiva ministrada anteriormente, e de seu repertório de estudo particular. Desta forma, as respostas vão depender da realidade de cada turma, de modo que as respostas podem ser mais elaboradas e condizentes com o conceito físico descrito nos livros didático, ou baseadas no que eles aprenderam (em alguns casos decoraram) da aula anterior sobre as ondas eletromagnética.

Alguns alunos podem não conseguir definir o conceito de ondas eletromagnética, mas podem compreender o funcionamento das ondas e principalmente como funciona sua transmissão, refração e interferência. Boa parte dos discentes deve conseguir relacionar as ondas com elementos de seu cotidiano, de forma muito natural e intuitiva.

Os educandos podem confundir os fenômenos, ou compreenderem apenas parte do conceito, ou mesmo replicaram o que foi explicado. Alguns podem não responder, demonstrando que não se apropriado do conteúdo, ou parte dele. Mas o mais importante é que eles percebam o quanto a física é presente em seu cotidiano seja no celular, televisão ou qualquer outro meio eletrônico. A nova geração está intimamente atrelada a tecnologia, e trazer para sala de aula conteúdos que dizem respeito a um objeto que eles usam diariamente, os deixa muito estimulados a aprender.

Atráves do questionário os discentes poderam formular suas próprias explicações, e trazerem a tona suas concepções sobre as ondas eletromagnéticas. Isso é crucial para a atividade posterior, pois os mesmos já chegarão no etapa final com um conhecimento básico de como funciona cada elemento.

2.3 Terceiro encontro – Aplicação do conhecimento

Conteúdo	<ul style="list-style-type: none">•ONDAS ELETROMAGNÉTICAS;•FENÔMENOS ONDULATÓRIOS;•APLICAÇÕES DE ONDAS ELETROMANGÉTICAS.•TRANSMISSÃO E DETECÇÃO DE SINAIS ONDULATÓRIOS.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">•APLICAR PROJETO EXPERIMENTAL ABOSRDANDO A TRANSMISSÃO E DETECÇÃO DE UM SINAL DE ONDA ELETROMAGNÉTICA ATRAVÉS DE UM RÁDIO TRANSMISSOR EMITIDO E CAPTADO POR ANTENAS.
Metodologia	<ul style="list-style-type: none">•OS ALUNOS SE DIVIDEM EM DOIS GRUPOS ONDE MONTAM O EXPERIMENTOS DE DETECÇÃO DAS ONDAS DE UM RÁDIO TRANSMISSOR ONDE ELES SE DIVIDEM EM DOIS GRUPSOS, UM COM A ANTENA TRANMISSORA E OUTRO COM A ANTENA RECEPTORA. ELES TESTAM O EXPERIMENTAM VISUALIZANDO A CAPTAÇÃO DO SINAL.
Recursos	<ul style="list-style-type: none">• EXPERIMENTO PRÁTICO UTILIZANDO DUAS ANTENAS EMISSOR E DETECTOR DE ONDAS DE RÁDIO.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none">•UTLIZAR O INSTRUMENTO INVESTIGATIVO ONDE OS ALUNOS SÃO LEVADOS A RACIOCIONAR EM SALA DE AULA, DISCUTINDO E QUESTIONANDO ATRAVÉS DAS SITUAÇÕES PROBLEMAS CRIADA NA CLASSE.

Terceiro Momento Pedagógico (Aplicação do Conhecimento): é o momento em que o discente, após organizar seu conhecimento, consegue interferir na problemática inicial, e assim empregar o conhecimento adquirido em outros contextos relacionados ao conteúdo. Como afirmam os autores:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31)

Nesta etapa final conseguimos perceber a efetiva aplicação do conhecimento dos alunos, nessa fase onde os educandos fazem menção as observações e apreensões realizadas antes da aplicação do conhecimento. Nesse momento os alunos interagem por completo com o conteúdo. De acordo com Delizoicov & Angotti (1991):

Significa dizer que, a todo e qualquer momento do diálogo didático da sala de aula, a atividade experimental poderá ser solicitada para configurar os conhecimentos prévios dos estudantes, para gerar conflitos de interpretação acerca de uma dada situação ou ainda como decorrência de uma problematização inicial (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1991, p. 13).

Sendo assim esse é o momento de apresentamos aos alunos o experimento que aborda o assunto das ondas eletromagnéticas. A princípio, sugerimos levar o experimento desmontado. Eles demonstrarão bastante interesse pelo objeto prático, e interrogaram sobre o que consistia cada parte, qual é a sua finalidade, eles precisam ser motivados a montar o equipamento.

Proporcione aos alunos interação com os objetos apresentados, permita que os mesmos, manuseiem os objetos e observem o fenômeno mais próximo a eles. Há pessoas que não conseguem aprender apenas ouvindo e observando, possui a necessidade de tocar também os objetos, são as chamadas de pessoas sinestésicas.

Depois da montagem, os alunos testarão o aparelho e observarão o seu funcionamento. Provavelmente o que os deixará mais interessados no experimento será o motivo pelo qual o ponteiro do multímetro se movimenta quando o rádio é acionado.

A experimentação possibilita a visualização de um fenômeno que ocorre na natureza, logo, surgi as indagações de porquê e como acontece. Uma delas, será verificar se algum objeto ou pessoa interfere na captação de sinal pela antena receptora. Os alunos possivelmente se mostrarão bastante interessados pelo experimento, pois, o projeto experimental, proporcionará a visualização de uma fenômeno natural diferente do que eles estão acostumados a vivenciar em sala de aula, eles serão os protagonistas e participantes do assunto.

Ele também podem pensar na possibilidade da parede interferir na captação de sinal pela antena. Essa indagação, levanta a possibilidade do professor explicar sobre os meios de propagação da onda eletromagnética também, sobre as ondas captadas a longa distância e sobre as possibilidades do que pode atrapalhar ou não na sua propagação.

Os estudantes também poderão indagar sobre o movimento da antena, se ela interfere na captação de sinal. É interessante propor que eles que virem a caixa para observa os efeitos no ponteiro do multímetro, e aí explicar para eles sobre os efeitos da polarização. Quando ocorre uma polarização máxima, mínima e alguns exemplos de sua aplicação.

Nessa etapa, o estudante terá participação ativa no processo de aprendizagem, por isso o material instrucional deve ser completo, de simples utilização e baixo custo. É preciso respeitar os pré-requisitos, habilidades e conhecimentos anteriores dos alunos. As questões referentes as ondas eletromagnéticas e o experimento induziram os alunos a realizarem uma observação detalhada de como funciona esses fenômenos eletromagnéticos.

Esse experimento leva os alunos a compreenderem, mesmos que parcialmente, como as ondas de rádio se propagam, como as ondas de rádio podem passar através de alguns materiais e não através dos outros, como as informações pode ser transmitida em uma onda de rádio para tal distância, entre muitas outras coisas. Este aparelho levanta muitos questionamentos que na medida do possível devem ser respondidos, mas também vai gerar muito conhecimento e aprendizagem aos alunos.

O projeto experimental possibilita a participação ativa dos alunos, desperta o interesse pelo assunto, fazendo com que eles realizem perguntas relativas ao conteúdo intuitivamente. Eles se utilizarão da exploração de um material para proporciona essas circunstância. Contextualizar e experimentar uma atividade prática é fundamental para que o aluno tenha um bom desenvolvimento na escola, e a falta dela é também motivo para o desinteresse na disciplina de Física. Tem-se que enfatizar que o prática experimental não caminha sozinha, ela anda juntamente com a parte teórica.

Logo, será possível observamos nessa prática que os alunos conseguirão visualizar melhor o assunto, relacionando o conhecimento científico com os aspectos de sua vivência, ou seja, através desse experimento serão obtidos resultados satisfatórios, causando também uma interação maior e melhor entre os alunos, pois, a dúvida gerada por um, levanta uma discussão entre eles capaz de auxiliar a compreensão do tema.

Além de se tornar uma ferramenta pedagógica alternativa para as aulas de Física, o experimento melhora a qualidade da aula por desenvolver e despertar o desenvolvimentos dos alunos em diferentes formas, tornando o aprendizado significativo, trazendo um fenômeno para ser investigado dentro da sala de aula.

Em resumo sugerimos que se trabalhe a sequência didática da seguinte maneira:

Primeiro Momento

- Ministre aulas expositivas e dialogada sobre os assuntos relacionados ao experimento, os conceitos de ondas eletromagnéticas, antenas, ondas incidentes, refletidas e polarizadas, a transmissão e recepção de uma onda e as diferentes aplicações de ondas eletromagnéticas.

Segundo Momento

- Em seguida, aplique um teste de arguição de aprendizagem conforme consta neste manual, sobre o que foi apresentado nas aulas.

Terceiro Momento

- Posteriormente aplique o produto educacional (Experimento) explicando as teorias juntamente com as demonstrações práticas.

2.3.1 Lista de material

- Dois suportes de madeira



Figura 1: suporte de madeira para as caixas.

- Um rádio transmissor



Figura 2: Rádio transmissor.

- **Duas caixas de madeira:**



Figura 3: frente das caixas de madeira.



Figura 4: atrás das caixas de madeira.

- **Tubos de alumínio:**

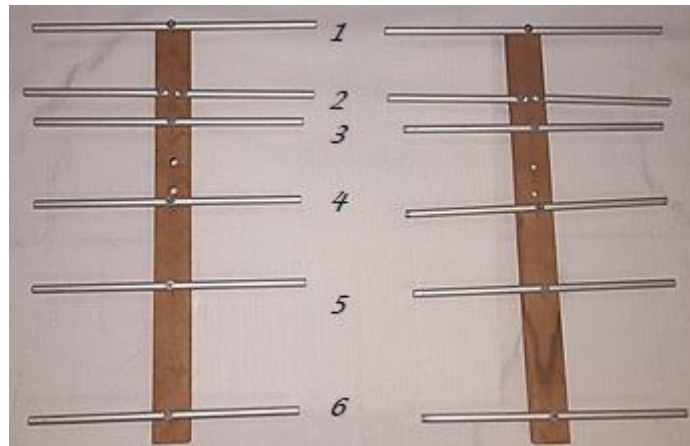


Figura 5: montagem da antena.

- **Dois pedaços de cabos coaxiais:**



Figura 6: cabo coaxiais.

- Dois adaptadores de antena externa



Figura 7: Conector – macho UHF



Figura 8: Conector – fêmea UHF

- **MULTÍMETRO:**



Figura 9: multímetro.

2.3.2 Montagem do experimento

- O suporte foi construído com uma base de (27,5 cm x 24,5 cm) e uma altura no total de 1,47 cm, para que possa ficar a uma altura próxima a visão dos alunos.
- As caixas foram construídas com as medidas de 17 cm de altura, 9,5 cm de largura e 10,5 cm de comprimento.
- Fazer dois furos na parte superior da caixa, para encaixar as antenas, e na parte de trás da caixa, para encaixar no suporte com parafusos.
- A madeira para antenas tem a medida de 50 cm x 4 cm.
- Cortar o tubo de alumínio com arco de serra nas seguintes medidas de comprimento:

- ✓ Antena 1: 0,343 m
 - ✓ Antena 2: 0,166 m cada uma
 - ✓ Antena 3: 0,313 m
 - ✓ Antena 4: 0,305 m
 - ✓ Antena 5: 0,305 m
 - ✓ Antena 6: 0,293 m
-
- Fixar as antenas com parafusos na régua com a ajuda de uma furadeira. A posição das antenas na régua será distribuída ao longo do seu comprimento nas seguintes medidas:
 - ✓ Antena 1: 0 cm
 - ✓ Antena 2: 8,7 cm
 - ✓ Antena 3: 12,4 cm
 - ✓ Antena 4: 22,3 cm
 - ✓ Antena 5: 32 cm
 - ✓ Antena 6: 46,5 cm
-
- Ligar o cabo coaxial dentro do multímetro conforme a imagem 45. Furar o multímetro na parte de trás com a ponta de soda para a passagem do fio.

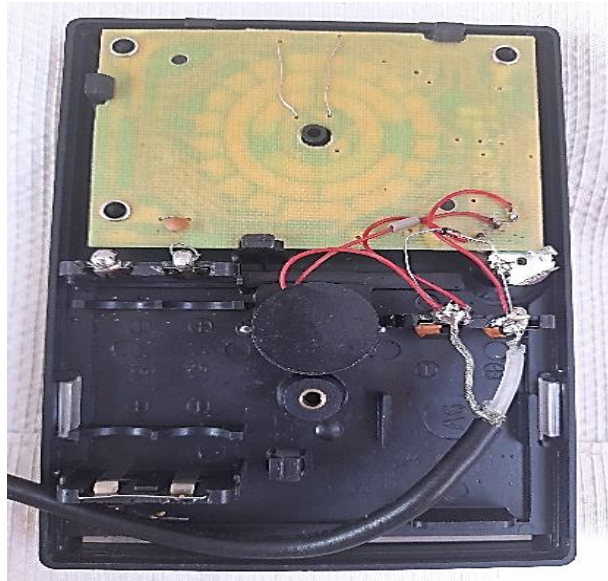


Figura 10: ligação do cabo coaxial no multímetro.

- Furar a parte superior da caixa de madeira para a passagem do fio que conectará na antena. Uma das caixas será para encaixar o multímetro, a outra será usada para colocar o rádio transmissor.



Figura 11: posicionamento e configuração das caixas.

- Soldar o cabo coaxial no conector macho e ligá-lo no conector fêmea. Este, será usado para adaptar o rádio transmissor ao cabo. Assim como na imagem a seguir:



Figura 12: conexão dos cabos conectores ao rádio transmissor.

- O experimento fica montado como na imagem a seguir:



Figura 13: antenas posicionadas.



Figura 14: Antena receptora.



Figura 15: antena transmissora.

Ressaltamos que os materiais aqui descritos são passíveis de modificação, e esse não é um experimento difícil de confeccionar, por isso pode ser replicado. A escola no qual realizamos a sequência didática, possui espaço físico destinado as aulas de laboratório para as disciplinas científicas, porém, não é equipada com ferramentas adequadas, e que supram as necessidades de uma boa aula

experimental. Desta forma tudo foi confeccionado de maneira improvisada pela docente, que utilizou materiais de baixo custo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos são os problemas e as dificuldades encaradas pelo professor em sala de aula, logo, este trabalho traz a elaboração e aplicação de uma proposta didática experimental que desperte o interesse dos alunos, além de uma formação crítica com capacidade de discutir amplamente questões envolvendo as aplicações da física em seu cotidiano. No início da construção didática é necessário que o professor crie meios de aflorar os conhecimentos, e que mobilize os alunos a elaborar hipóteses de determinadas situações.

Quando o professor trabalha apenas situações apresentadas nos livros didáticos, muitas vezes, acabam mascarando dificuldades dos alunos, pois, os conteúdos e os exercícios mostram-se de maneira tão simplificada que os alunos não necessitam realizar uma interpretação mais abrangente, que consiga atingir a sua realidade e as situações que acontecem em cotidiano. Se o docente trabalhar apenas com o livro didáticos e a aula expositiva, ele não dará ao aluno a possibilidade de levantar arguições sobre o conteúdo ministrado, apenas decorar as fórmulas e os

principais conceitos, ao invés, de observar um fenômeno, levantar uma hipótese, construir o conceito, buscar a solução e construir o aprendizado.

O papel do professor deve se dar de maneira ativa, em que o mesmo auxilie, coordene, estimule o raciocínio para que os alunos esclareçam suas dúvidas, e finalmente complementar a aula com exemplos diferentes e significativos. Sendo assim as orientações dadas aos professor são elaboradas pensando num trabalho docente que valorize o conhecimento prévio dos alunos, que estimule a elaboração de respostas por parte deles, e que o professor atue principalmente como coordenador, organizador, orientador, avaliador e muito pouco como expositor da matéria.

Ressaltamos que é fundamental a participação ativa do professor, mas isso exige um esforço inicial intenso, principalmente para vencer a inércia dos alunos, acostumados a aulas somente expositivas. Esclarecemos que a aplicação do projeto pressupõe não apenas o desenvolvimento de temáticas mais próximas dos interesses dos alunos, mas também o desenvolvimento de uma metodologia adequada à sua participação mais interativa e significativa.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978.

BONJORNO, Jose Roberto. et al., **Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**, 3º ano, 3. ed., São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei no. 9.394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>.> Acesso em: 15 de mar. de 2018.

BRASIL, **Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Física. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, 2000.

David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1.ª Edição PT-467, Editora Plátano, janeiro de 2003.

Eduardo Herrmann Gesualdo. **Estudo de ondas no ensino médio utilizando. Mapas conceituais**. Ji-Paraná. 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia** - saberes necessários a prática educativa. São Paulo: Paz e terra, 1996.

GLEISER Marcelo, “**Um mundo imerso em Ondas**”, 1999. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1411199903.htm>.

REF. **Leituras de física**. Eletromagnetismo. **Instituto de Física da USP**. Versão preliminar. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

MÁXIMO, Antônio.; ALVARENGA, Beatriz.; GUIMARÃES, Carla. **Física: contexto e aplicações, Vol. 3**, 2. ed., São Paulo: Scipione, 2016.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. Marco Antonio Moreira. Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Centauro: 2001.

MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, Chile, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. 161

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. In SILVA. Márcia Gorette Lima da. et. al (org). Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRRN, 2012b. p. 45 - 57.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”**. Ciência & Educação (Bauru) 2014. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251031804007>> ISSN 1516-7313

PIETROCOLA, Maurício. et. al, **Física em contextos: pessoal, social, histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

RAMALHO Junior, Francisco.; FERRARO, Nicolau Gilberto.; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Fundamentos da Física**, Vol. 3, 9. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

RAMOS, L. B. da C.; ROSA, P. R. da S. **O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos nos Iniciais do Ensino Fundamental**. Investigação em Ensino de Ciências, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.