



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA - POLO CAMPO MOURÃO

VALDILENE SONVEZ

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

CAMPO MOURÃO - PR

2019

VALDILENE SONVEZ

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

Coorientadora: Prof. Dr.^a Fernanda Peres Ramos

CAMPO MOURÃO - PR

2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Sonvez, Valdilene

Uma proposta de sequência didática para o ensino de ondas eletromagnéticas /
Valdilene Sonvez. – Campo Mourão, 2020.
1 arquivo de texto (133 f) : PDF ; 3.4 MB.

Orientadora: Michel Corci Batista
Coorientadora: Fernanda Peres Ramos
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Física, Campo Mourão, 2020.
Inclui bibliografia: f. 77-80

1. Ondas eletromagnéticas. 2. Aprendizagem. 3. Ausubel, David Paul, 1918-. 4.
Ensino de Física – Dissertações. I. Batista, Michel Corci, orient. II. Ramos, Fernanda
Peres, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD (22.ed.) 530.07

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Polo 32 - MNPEF

TERMO DE APROVAÇÃO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Valdilene Sonvez

Esta dissertação foi apresentada às 9h:30min. do dia 1.º de novembro de 2019, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA, do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campo Mourão - Polo 32 do MNPEF - SBF. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Prof. Dr. Michel Corci Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dr.^a Mariana Moran Barroso
Universidade Estadual de Maringá

“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, verdadeiro guia nessa jornada, autor do meu destino; aos meus pais, minha filha e ao meu esposo pela compreensão, paciência e apoio durante essa caminhada”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, Ser Supremo, nosso Pai, Criador e Senhor de nossas vidas, em Quem confiamos nossos passos, nossa vida e nosso destino. Agradeço por sua presença constante em minha vida, garantindo-me saúde e força para não desistir diante das adversidades que se apresentaram ao longo de toda essa jornada. Sem Ele nada poderíamos fazer, e eu não seria capaz de lutar por aquilo que acredito, obtendo as maiores realizações da minha vida.

Ao amor e carinho de meus pais, José Pedro e Estanislava, que mesmo diante da ausência do conhecimento científico, tem a sabedoria nata e a motivação para incentivar, ouvir, aconselhar e mostrar que sempre há motivos para continuar, mesmo que a jornada seja longa e penosa. Vocês foram extremamente significativos para que eu pudesse alcançar meu maior sonho. Saibam que são meus maiores exemplos. Minha eterna gratidão a vocês.

À minha filha Diely, que apesar de muito jovem, me inspira a acreditar que é possível concretizar metas e aprimorar o conhecimento historicamente construído, estreitar os laços de afetividade entre nós e as pessoas com quem convivemos. Agradeço por seu amor e apoio incondicional transmitidos nessa etapa tão desafiadora da minha vida. Você foi o meu alicerce.

Ao meu esposo Júlio, que no decorrer desses anos, tem me apoiado em todos os momentos, me dando ânimo e coragem para enfrentarmos juntos os entraves da vida, buscando ampliar os horizontes e tornar real um sonho.

Ao meu orientador, professor Dr. Michel Corci Batista, pelo comprometimento com seu trabalho, empenho e dedicação em sanar minhas dúvidas e incertezas, incentivando-me a prosseguir na carreira profissional, sempre buscando o meu melhor, sou-lhe muito grata.

À minha coorientadora, professora Prof.^a Dr.^a Fernanda Peres Ramos, pelo profissionalismo e atenção dedicada, que muito contribuiu com suas ideias, opiniões e sugestões, auxiliando a nortear de maneira valiosa a realização deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do campus Campo Mourão, Pólo 32, do Mestrado Nacional em Ensino de Física. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido a mim por meio de bolsa. Agradeço também a todos os

docentes que fizeram parte dessa jornada na universidade, que muito contribuíram, ofertando, além do conhecimento, convicções e lições de vida que me levaram a refletir o motivo de minha existência, enriquecendo-me como pessoa, tornando-me um Ser Humano melhor.

Aos colegas de curso e de trabalho, por compartilharmos momentos de aprendizado e trocas de experiências vividas, bem como dias agradáveis de convivência e harmonia.

“Se quer viver uma vida feliz, amarre-se a uma meta, não às pessoas nem às coisas”

Albert Einstein

SONVEZ, VALDILENE. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS, 2019. 133 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

RESUMO

Este trabalho objetivou aplicar, desenvolver, implementar e avaliar o potencial pedagógico de uma sequência didática sobre ondas eletromagnéticas. A implementação da nossa proposta foi realizada em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de um colégio público, no interior do Paraná. A Sequência Didática foi construída pelos fundamentos teóricos da Aprendizagem Significativa de Ausubel que contempla a aprendizagem significativa como a associação de ideias prévias existentes na estrutura cognitiva do aprendiz às novas, adquiridas. Nosso trabalho insere-se no campo da pesquisa qualitativa. Para a constituição dos dados utilizamos o diário de campo e a análise orientou-se pela interpretação e atribuição de significados. Dos resultados pode-se destacar maior envolvimento dos estudantes com a aprendizagem, desenvolvimento de competências e habilidades do senso crítico, espírito democrático, respeito e prazer em aprender. Por fim, a partir da observação, análise e interpretação dos dados, foi possível considerar que essa sequência didática produzida e aplicada com esses referenciais possui um grande potencial pedagógico para ensino do conteúdo de “Ondas Eletromagnéticas”.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação. Ondas Eletromagnéticas.

SONVEZ, VALDILENE. **UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNETICAS**, 2019. 133 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

ABSTRACT

This work aimed to apply, develop, implement and evaluate the pedagogical potential of a Didactic-Pedagogical Production (SD), according to Zabala (1998) and Dolz, Noverraz and Schneuwly (2004), elaborated with the general objective of producing a Didactic Sequence electromagnetic waves, in order to provide students with a sequence of activities for learning the content of "Electromagnetic Waves". The application of this educational product was carried out in a 3rd year high school class of a public school, in the interior of Paraná. The Didactic Sequence was built by the theoretical foundations of Ausubel's Meaningful Learning (1982), which contemplates meaningful learning as the association of previous ideas in the learner's cognitive structure with the acquired ones. Also, to achieve such learning the teacher needs to use significant teaching resources, such as experimentation. While, the application of this educational product was guided by the principles of Qualitative Research. The method used for data collection was the Field Diary and the analysis was guided by the interpretation and attribution of meanings. From the results it can be highlighted the greater involvement of students with learning, development of competences and skills of critical sense, democratic spirit, respect and pleasure in learning. Finally, from the observation, analysis and interpretation of the data, it was possible to consider that this Didactic Sequence produced and applied with these references has a great pedagogical capacity in the teaching of the content "Electromagnetic Waves".

Keywords: Physics Teaching. Experimentation. Electromagnetic waves.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL..... | 15 |
| 2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA..... | 20 |
| 2.3 UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS..... | 22 |
| 2.3.1 Noções elementares de ondas..... | 24 |
| 2.3.2 Entendendo a organização dos campos elétrico e magnético | 26 |
| 2.4 ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO..... | 33 |
| 3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO | 38 |
| 3.1 RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA..... | 43 |
| 3.1.1 Atividades experimentais no Ensino de Física | 43 |
| 3.1.2. Tecnologias no Ensino de Física | 47 |
| 3.2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA..... | 51 |
| 3.2.1 Proposta didática..... | 52 |
| 3.2.2 Objetivos da sequência didática | 53 |
| 3.2.3 Organização da sequência didática | 53 |
| 3.2.4 O papel do professor nessa proposta | 53 |
| 3.2.5 Avaliação | 54 |
| 4 RELATOS DA EXPERIÊNCIA E ANÁLISE DOS DADOS | 56 |
| 4.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 56 |
| 4.2 AÇÕES DESENVOLVIDAS E ANÁLISE..... | 56 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 75 |
| REFERÊNCIAS | 77 |
| APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL | 81 |
| APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO | 132 |

1 INTRODUÇÃO

Discutir o ensino da Física no século XXI está sendo um desafio para os educadores atuantes no Ensino Médio. Esses profissionais se deparam com estudantes nativos digitais (geração das novas tecnologias), conectados ao mundo virtual, no qual as informações chegam de maneira instantânea e, na maioria das vezes, prontas e acabadas, levando-os a não pensarem e nem realizarem leituras e observações críticas a respeito da realidade em que vivem.

Em consonância com esse contexto, tais alunos têm apresentado pouco interesse na aprendizagem quanto aos fenômenos físicos que envolvem todo o funcionamento do Universo. Consequentemente, não estão se apropriando dos conhecimentos e conceitos que explicam o mundo fisicamente.

É necessário que os professores reflitam sobre o objeto de ensino da Física no Ensino Médio, e as transformações do mundo físico. Também, por parte dos estudantes, essa disciplina é vista como uma Ciência que não se mostra no cotidiano e não está presente em boa parte de outras Ciências ou em outras profissões, causas estas que os levam a justificarem o desinteresse e resistência pela disciplina,

Outro fato, que implica em desafio para o ensino da Física é o desenvolvimento de experimentos e a compreensão dos conceitos científicos presentes nessa atividade. Ou seja, a atividade de pensar e analisar para compreender os conceitos requer capacidade leitora da parte dos alunos, para que estes, pela retomada da memória e da semântica das palavras, consigam interpretar e fazer as analogias necessárias. As atividades experimentais deveriam suscitar o estabelecimento de relações entre os conceitos de dado experimento com outros já estudados.

Visto que o ensino da Física possibilita aos estudantes do Ensino Médio – etapa final da Educação Básica, conhecerem e entenderem os fenômenos da natureza e o mundo tecnológico em que vivem, é fundamental que estes compreendam os conceitos que explicam as transformações da natureza por meio da atividade humana.

Na educação básica, o ensino da Física é ministrado até hoje, somente no Ensino Médio, pois quando apresentada uma pequena introdução desse ensino no

9.º ano do Ensino Fundamental juntamente com a Química, ele é enquadrado como Ciências. Com isso, ao iniciarem o Ensino Médio, os alunos se deparam com a Física e a Química separadamente, é a fase em que o discente encontra dificuldade, porque a disciplina de Física exige diversos conhecimentos adquiridos ao longo de todo Ensino Fundamental. Segundo Cavalcante “a falta de conhecimentos básicos em leitura e interpretação de textos, e dificuldades com a matemática básica, são fatores que prejudicam a aprendizagem do estudante logo no primeiro contato com a Física” (CAVALCANTE, 2010, *apud* MARQUES, (s.d), p.5).

Salientamos que para o aprendizado da Física, podemos utilizar como ferramenta o uso da Matemática, mas que não seja colocado como requisito no aprendizado do aluno, assim como as demais disciplinas também serão utilizadas na formação do conhecimento. Pois não podemos apresentar a Física como disciplina fechada, homogênea, abstrata ou desvinculada da realidade, devendo haver interdisciplinaridade com as diferentes áreas do conhecimento, assumindo questões e necessidades do homem na sua vivência de mundo no qual está inserido.

Sendo assim, a disciplina apresenta-se de difícil compreensão para uma boa parte dos alunos, levando a situações onde são provocados a fazerem uma boa leitura de mundo e ao mesmo tempo, interpretações de textos e resolução de cálculos matemáticos. A Física no Ensino Médio deve proporcionar ao aluno entusiasmo em aprender, curiosidade e senso crítico, uma vez que tem como fonte de estudo os fenômenos e as mudanças que estão ocorrendo no cotidiano.

As discussões em torno dos processos no ensino da Física vêm demonstrando ser temas de estudos, com certa preocupação, por parte dos pesquisadores. O ensino de Física objetiva uma formação que ofereça ao aluno uma mudança de pensamento de mundo, novas posturas e atitudes.

Devemos abordar os conteúdos de maneira a conduzir o aluno a despertar o senso de investigação dos fenômenos que estão ocorrendo ao seu redor no cotidiano e induzi-lo às novas descobertas, despertando-os para a pesquisa. A partir dessas considerações é que propomos este trabalho procurando delinear alguns caminhos para o ensino desta disciplina utilizando-se de abordagens que nos parecem bem expressivas: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1982) e a metodologia da Sequência Didática preconizada por Zabala (1998) e também postulada por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004).

Este trabalho teve como ponto de partida a elaboração de uma proposta

didático-metodológica denominada Sequência Didática na qual o objetivo geral consistiu em “Produzir um material pedagógico (SD) sobre ondas eletromagnéticas, a fim de proporcionar aos alunos do 3.º ano do Ensino Médio uma sequência de atividades para a aprendizagem do conteúdo de ondas eletromagnéticas”.

Após a elaboração desse produto educacional, ocorreu a sua aplicação em uma turma do 3.º ano, de um colégio da rede pública de ensino do interior do Paraná, tendo como aplicadora a própria professora que o produziu. A aplicação desse produto serviu, assim, para levantar os dados relatados e interpretados por este trabalho, aqui descrito, na medida em que esta dissertação objetivou desenvolver, implementar e avaliar o potencial pedagógico da referida proposta didático-metodológica (SD) sobre ondas eletromagnéticas.

O desenvolvimento deste trabalho, a recolha de dados e a interpretação dos mesmos foram fundamentados nos postulados da pesquisa qualitativa, os dados foram recolhidos em forma de Diário de Campo e interpretados como fenômenos passíveis de atribuição de significados. Os resultados foram registrados de forma descritiva.

Para efeitos de registros esta pesquisa está organizada em capítulos, seções e subseções como passamos a descrever:

Introdução, esta seção, contém um apanhado geral sobre algumas dificuldades presenciadas e relatadas sobre o ensino-aprendizagem da Física. Também aventamos a ideia de que trabalhos diferenciados podem contribuir na construção do aprendizado dessa disciplina do conhecimento. Nesse sentido, propusemos e aplicamos um produto educacional denominado Sequência Didática cujo objetivo geral também está explicitado nesta seção. A aplicação desse produto educacional e seus resultados tornaram-se o objeto de estudos desta dissertação. A introdução já está inserida como parte do texto, sendo contada como o capítulo de número 1.

No capítulo 2, apresentamos a fundamentação teórica iniciando com a principal teoria que alicerça essa proposição de trabalho a “Teoria da Aprendizagem Significativa” segundo Ausubel (1982). Também, apresentamos breve fundamentação sobre a Sequência Didática (SD), amparando-se em Zabala (1998) e Dolz, Noverraz e SCHEUWLY (2004).

No capítulo 3, abordamos aspectos referentes ao encaminhamento metodológico apresentando a proposta didática bem como seus objetivos,

organização e avaliação.

E, finalmente, no capítulo 4, discorreremos sobre o relato de experiência, a aplicação do produto educacional, as ações desenvolvidas no decorrer do trabalho e a análise dos resultados obtidos.

Por último, As considerações finais, o texto reitera os objetivos da produção dessa pesquisa, da elaboração do produto educacional (SD), os recortes teóricos utilizados na fundamentação, e considerações realizadas a partir da recolha dos dados da aplicação da Sequência Didática, e análise por intermédio do método interpretativo e atribuição de significados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL

Este capítulo tenciona explicar sobre a “Aprendizagem significativa” no ensino da Física pautando-se nas ideias de Ausubel (1982). Interessante pensar que há décadas, ideias tão exitosas em torno da aprendizagem já estava sendo discutida e ainda, hoje, o ensino carece desses referenciais. Além de ideias inovadoras no campo que investiga como acontecem os processos cognitivos da aprendizagem, isto é, conhecimentos existentes e novos adquiridos, esse teórico também salienta sobre recursos didáticos significativos.

A aprendizagem significativa é aquela que ocorre quando uma nova ideia interage com ideias previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nessa interação, os elementos preexistentes devem ser relevantes para a aquisição do novo conhecimento, a fim de produzir com este uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Esses elementos relevantes presentes na estrutura cognitiva, que atuam como um “ancoradouro” para atribuir significados aos novos conceitos ou informações são chamados “conceitos subsunçores”. Quando ocorre este tipo de aprendizagem, as concepções espontâneas e o conhecimento já existente se modificam em função de sua interação com a nova informação e esta, por sua vez, também se modifica.

Segundo Ausubel (1995), para aprender significativamente, ampliar ideias já existentes em uma estrutura mental e ser capaz de relacionar essas ideias obtendo novos conceitos, é importante que “quanto maior o número de links feitos, mais consolidados estará o conhecimento”. Ausubel, Novak e Haniensem afirmam que:

Ausubel, Novak e Haniensem (1980, p. 42) alertam que a aprendizagem significativa “não deve ser interpretada simplesmente como a aprendizagem de material significativo” na aprendizagem significativa; os materiais são potencialmente significativos se apresentarem significados. Ou seja, a aquisição de novos significados se completa por definição, antes mesmo de qualquer tentativa de aprendizagem. Dessa forma, o professor deve conduzir o estudante a identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva, explicando-lhe a importância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material. (SILVA, SCHIRLO, p. 39, 2014).

Na aprendizagem significativa, a própria estrutura cognitiva do aprendiz se reelabora, se reestrutura de tal forma que suas “dimensões” não mais serão as

mesmas. Os “subsunçores” vão se diferenciando, assumindo novos significados e tornando-se mais estáveis, mais propícios a servir de base para a aquisição de novos conhecimentos. Para se alcançar tal aprendizagem o professor pode utilizar recursos didáticos potencialmente significativos.

Pesquisas recentes da área ensino de Física tem apontado a relevância das atividades experimentais para uma compreensão nos fenômenos físicos. Nesse sentido, pode-se conceber a atividade experimental como um recurso didático potencialmente significativo para o ensino de física. Essas atividades experimentais podem ocasionar a compreensão de conceitos ou percepções de ideias já discutidas no processo de Ensino. O uso da experimentação deve ser utilizado no sentido de que venha contribuir para que o aprendiz supere as limitações que podem existir entre a teoria e a prática, levando-o a uma reflexão a partir da visão da Ciência.

Nesse sentido, afirma: SILVA, Sani. de C. R. da; SCHIRLO, A.C.

Espera-se que a escola forme estudantes capazes de compreender o mundo e dele participar de forma crítica e criativa. Logo, é preciso que sejam reforçadas as reflexões que valorizam as iniciativas de ruptura paradigmática nos processos de ensinar e aprender; acima de tudo, devem ter compromisso com a formação de cidadãos reflexivos, críticos e com condições de continuar a aprender e a produzir conhecimentos socialmente relevantes. (SILVA, SCHIRLO, p. 41, 2014).

Dessa forma, pode-se verificar que os educandos só darão importância aos conceitos mais elaborados, a partir do momento em que perceberem o significado para as demonstrações científicas do fenômeno exposto. Por isso, a realização de experimento é uma ferramenta importante em que o estudante poderá realizar e comparar sua resposta, de modo que possa refletir e reconstruir seus conceitos a determinados fenômenos.

Pode-se dizer que o teórico Ausubel é um defensor e representante do cognitivismo, com isso ele propõe a “Teoria da Aprendizagem Significativa” como uma reflexão e explicação teórica do processo de aprendizagem, pretendendo com isso clarificar a aprendizagem escolar e o ensino de modo geral (AUSUBEL, 1973).

Os conhecimentos prévios que os alunos trazem, devem ser valorizados, segundo a teoria da aprendizagem de David Ausubel, com isso eles podem construir estruturas mentais utilizando-se os mapas conceituais como meio de descobrir e

redescobrir outros conhecimentos, dessa forma caracteriza-se uma aprendizagem prazerosa e eficaz (AUSUBEL, 1982).

Cada vez que um conteúdo novo é incorporado nas estruturas do conhecimento de um aluno, a aprendizagem se torna bem mais significativa para ele a partir do conhecimento prévio que possui com o que recebeu de novo. De outra forma, ela se torna cansativa, repetitiva, mecânica, pois apenas produziu-se a incorporação e atribuição de significado, assim o conteúdo novo acaba sendo armazenado isoladamente na estrutura cognitiva, ou seja, sem associação arbitrária se torna algo sem significado (AUSUBEL, 1982).

Para se compreender a aprendizagem significativa é preciso, antes de tudo, entender o processo de modificação do conhecimento, ao invés de pensar no comportamento como algo externo e observável, fazendo-se necessário, reconhecer a importância dos processos mentais no desenvolvimento. Deste modo, as ideias de Ausubel se caracterizam por estarem baseadas em uma reflexão crítica e específica da aprendizagem e ensino escolar, além de generalizar e transferir a aprendizagem escolar em conceitos e princípios explicativos extraídos de outras situações ou contextos de aprendizagem.

Mas a aprendizagem significativa de Ausubel depende de duas condições: uma é a disposição do aluno em aprender. Se este quiser apenas memorizar o conteúdo, esse não terá nenhum significado para ele. A outra tem a ver com o conteúdo escolar, para que seja apreendido ele precisa ter um potencial significativo, isso quer dizer que precisa ter lógica e ser psicologicamente significativo. Esse significado lógico tem relação com a natureza do conteúdo e o psicológico relativo a cada ser humano. Assim, cada aluno faz uma filtragem dos conteúdos que recebe, e estes, possuem significado ou não significado para eles (AUSUBEL, 1982).

Dessa forma, segundo Ausubel (1973) a “Aprendizagem Significativa” é o processo do qual um conhecimento novo se relaciona de modo não arbitrário e não literal em relação à estrutura cognitiva do estudante. Dá-se no modo como o conhecimento prévio do educando se relaciona de forma significativa com o conhecimento que lhe é apresentado e isso provoca mudanças na sua estrutura cognitiva.

Compreende-se que a organização cognitiva do aluno é importante para a aprendizagem dos conceitos científicos, já que este é constituído por uma organização de proposições e conceitos que formam o conjunto de novas relações,

ou seja, interage ou se relaciona com uma estrutura de conhecimento específica que Ausubel (1973) denominou de “subsunçor”.

De acordo com Ausubel (1973, p. 25), “subsunçor” é uma composição característica pela qual uma nova informação pode se acrescentar ao cérebro de um ser humano, que é altamente constituído e detentor de uma hierarquia conceitual, que registra experiências prévias do indivíduo. Assim, por exemplo, se alguns conceitos de determinados conhecimentos já existirem na estrutura cognitiva do aluno, esses conceitos irão servir de subsunçores para os novos conhecimentos que ele adquirir em relação ao que já possui.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) explanam que “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e estes, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa”. Isso quer dizer que a revelação de novos significados no aluno ajuíza o complemento de um método de aprendizagem significativa. Deste modo, os frutos das experiências de aprendizagem de um sujeito estão organizados em blocos e por hierarquia de conhecimentos.

Diante dessa afirmação, compreende-se que a organização cognitiva do aluno é importante para a aprendizagem dos conceitos científicos, já que eles são constituídos por meio de uma organização de conceitos e proposições que formam o um conjunto de relações novas que interagem com a estrutura específica do educando.

Assim, para Ausubel (1973), a aprendizagem é uma organização e uma integração do material na estrutura cognitiva através de uma hierarquia dos conceitos que são divididos em três fases: na primeira fase, sugere-se o uso de organizadores prévios, como por exemplo, a estratégia em manipular a estrutura cognitiva, isso quando o aluno não tem subsunçores em sua estrutura mental ou quando existem, mas não são satisfatórios e estáveis ao desempenhar suas funções de ancora para o novo conhecimento.

Nesse argumento, os organizadores prévios podem servir, também, como ativadores de subsunçores que não eram ou estavam sendo utilizados pelo educando, porém estão presentes na sua estrutura mental e cognitiva.

De acordo com Moreira e Masini (2006), esses organizadores prévios podem mostrar-se como textos, esquemas, filmes, fotos, desenhos, perguntas, mapas conceituais, etc., que são apresentados ao aluno, num primeiro momento, em nível de maior abrangência que permite a integração de novos conceitos que foram

aprendidos, tornando mais fácil a interação da nova informação com a estrutura cognitiva, já existente.

Ressalvando que o organizador prévio não é um breve resumo do que será apresentado ao educando, contudo, de acordo com Ausubel (1973), ele precisa estar em um grau de abstração ou de generalidade que seja capaz de facilitar a conexão da nova ideia. Deve atuar como um elo, ou seja, fazer a ligação entre a estrutura hierárquica de conhecimento com o que já existe.

Porém quando o aluno não possui nenhum conhecimento prévio de algo que será apresentado, faz-se necessário que o professor apresente a ele antes de introduzir um novo conteúdo. E quando o conhecimento existe na mente do aluno, mas não está ativo, é preciso que o professor desenvolva um trabalho prévio para ativar o conhecimento existente antes de inserir novos conhecimentos.

Na “Teoria da Aprendizagem Significativa” em sua segunda fase, Ausubel (1973) indica que o material seja potencialmente significativo para o aluno e que este possa manifestar uma disposição de relacionar o novo conteúdo recebido, de modo substantivo e não despótica à sua estrutura cognitiva. Dessa forma, o que acontece inicialmente quando o educando recebe uma nova informação é de tentar incluí-la em um dos seus subsunçores já existentes, isso significa relacionar a nova informação com aquelas já existente em sua estrutura cognitiva.

Assim, de acordo com Moreira e Masini (2006), para que o processo de subsunção seja agilizado, os recursos de estudo e ensino usados pelo educador devem ser associados ao novo material com o que foi apresentado anteriormente, através de referências e de comparações que estarão presentes em atividades que requerem o uso do conhecimento de maneira nova.

No entanto, é preciso que os professores tenham conhecimento da teoria “Significativa da Aprendizagem” para o processo de ensino que pretende desenvolver. Ainda, para Ausubel (1976), o processo de subsunção com a existência inicial de apenas um subsunçor na estrutura mental e cognitiva do sujeito relaciona uma nova informação que é potencialmente significativa. Com isso, no processo de assimilação, a nova informação, bem como a ideia ou conceito inicial são modificados, dessa forma surgindo um novo conceito. Se o aluno que receberá o conhecimento conseguir ancorar o novo ao velho, de modo interativo, obterá uma aprendizagem significativa.

Além desses fatores, torna-se necessário pensar que a motivação para

aprender coisas novas nem sempre está relacionada ao pensamento “novo e velho”, mas em aspectos exterior do aprendiz, como vivenciar novas práticas, novos desafios, novas experiências, daí a importância de proposições diferenciadas como no caso, esta implementação pedagógica (SD) em discussão, aqui neste trabalho.

2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De acordo com alguns estudos desenvolvidos por Dols, Noverraz e Schneuwly, a sequência didática pode ser determinada como “uma sequência de atividades escolares elaboradas de maneira ordenada, em torno de um gênero textual oral ou escrito.” (DOLZ, NOVERRAZ E SCHNEUWLY, 2004, p. 97).

Diante da diversidade de alunos que encontramos nas salas de aulas, sabemos que nem todos aprendem da mesma forma e ao mesmo tempo. Desta forma, considera-se que uma proposta planejada com atividades diversificadas como em uma sequência didática, ofereça oportunidade para que o aluno se aproprie do conhecimento, havendo várias estratégias de ensino e aprendizagem. Com essa prática, os professores podem fazer mediações diferenciadas e oportunizar àqueles que apresentam maiores dificuldades, pois é realizada durante várias aulas incentivando uma maior reflexão e assim expandindo os conceitos envolvidos, o que a diferencia de um plano de aula.

Essas diferentes formas de abordagem proporcionam subsídios metodológicos que conduzirão a usos de estratégias estabelecidas por intermédio da relação entre a teoria e a prática, consideradas em suas especificidades que as diferenciam, mas que, mesmo distintas, se complementam. Nessa perspectiva, acredita-se que o aluno deverá construir seu conhecimento a partir do momento em que consiga estabelecer relação com o mundo, reconstruir suas estruturas e modificar sua realidade (VYGOSTSKY, 1998).

A sequência didática para Zabala é definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18).

A sequência didática conforme Castro (1976, p.55), é um curso em miniatura. Há uma defesa por parte desse autor da sequência didática por entender que “a aprendizagem por unidade atende as necessidades dos estudantes de maneira mais

efetiva”. Sendo muito debatida, pois uma vez que um corpo de conhecimento é dividido em várias partes, ocorre uma fragmentação da aprendizagem gerando partículas isoladas de conhecimento.

Contudo, Zabala (1998, p.139) afirma que as sequências didáticas “apesar de que seguidamente se apresentem em classe de modo separado, têm mais potencialidade de uso e de compreensão quanto mais relacionados estejam entre si.” Sendo assim, é essencial que ocorra uma ação direcionada a essa inter-relação, isto é, que o docente incorpore esses conteúdos sempre que possível, vinculando esses conhecimentos fragmentados de forma mais coerente para que assim “integrem conteúdos teoricamente isolados ou específicos para incrementar seu valor formativo.” (ZABALA, 1998, p.139).

Ao se planejar uma sequência didática, é importante levar em consideração, as relações entre professor/aluno, aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações, ou seja, o papel do professor e o papel do aluno, a formação de agrupamentos, a organização dos conteúdos, a organização do tempo e espaço, a organização dos recursos didáticos e avaliação.

Para Oliveira (2013, p.39), a sequência didática pode ser definida como:

Um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem.

Pode-se verificar que, segundo Zabala (1998) e Oliveira (2013), para desenvolver uma sequência didática é preciso ter a intenção de desenvolver um ensino na perspectiva de atividades sequenciadas, organizadas com objetivos bem definidos e esclarecidos tanto para professores quanto para alunos, que contribuirão para a construção do conhecimento e aprendizado de novos saberes. Pode ser usado também, para uma reflexão das práticas docente por meio da observação do seu processo de desenvolvimento e interação entre todos os envolvidos.

Entendendo a diversidade no conhecimento dos alunos, é que propomos uma intervenção embasada em uma metodologia que estabeleça o desenvolvimento de atividades variadas, tais como: leitura, discussão, observação, atividades em grupo, trabalho em equipe, onde foi observado um clima de parceria e colaboração entre eles.

O desenvolvimento da Sequência Didática descrita e aplicada neste trabalho foi previsto para acontecer em 9 horas/aulas, caso seja necessário, esse número pode ser alterado. A Sequência Didática será estruturada em encontros, com um conjunto de assuntos, dos quais o objetivo é instaurar um diálogo entre os diferentes saberes sociais e fazer com que o cotidiano possa ser objeto de estudo.

2.3 UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Aqui discorreremos sobre alguns conceitos de “ondas”, sendo que em suas subseções serão tratadas especificamente as ondas eletromagnéticas mostrando-as em formas de figuras e aprofundando os conhecimentos sobre o tema apresentando, também, sua aplicação em modo de fórmulas. Dessa mesma maneira, é descrito o espectro eletromagnético.

Uma onda pode ser definida como sendo uma perturbação do meio que se propagam. De acordo com alguns estudos estas ondas são entendidas como pulsos energéticos que se propagam no espaço transportando apenas energia, não havendo transporte de matéria (BONJORNO, et al, 2016).

Ainda, de acordo com Bonjorno, et al, (2016), as ondas podem ser classificadas de acordo com a sua natureza em ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas:

Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagarem. Nesse caso a propagação do meio, oscila em torno de um ponto de equilíbrio. Esses tipos de propagação ocorrem em ondas de corda, ondas sonoras ao se propagarem no ar ou uma pedra lançada em um lago com águas calmas, ondas mecânicas não se propagam no vácuo. Também podemos definir ondas mecânicas como impulsos mecânicos transmitidos por meio das vibrações das partículas que constituem o meio.

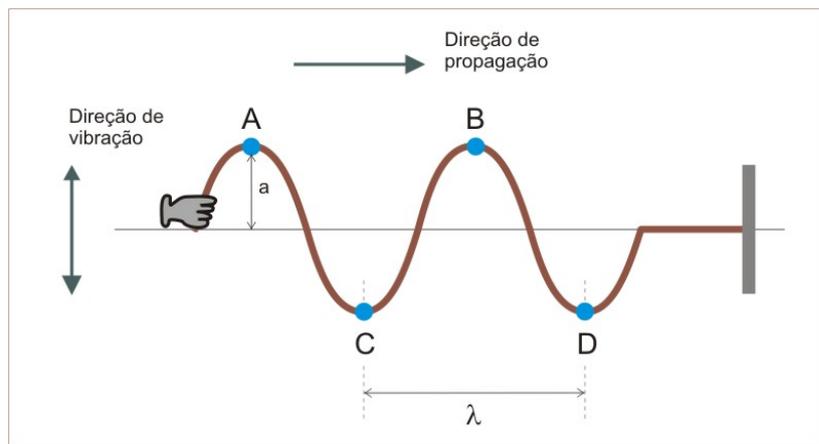
Ondas eletromagnéticas: As ondas eletromagnéticas são resultantes dos campos elétricos e magnéticos em conjunto, que se propagam com velocidade constante, e igual a 3.10^8m/s . É importante ressaltar que uma onda eletromagnética ao contrário da onda mecânica pode se propagar no vácuo. As ondas eletromagnéticas compõem o espectro eletromagnético que representa aproximadamente 5% de toda

a energia que conhecemos hoje. Esse espectro é composto por ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio X e Raios gama.

De acordo com a forma, podemos classificar as ondas de duas maneiras distintas: transversal e longitudinal.

Ondas transversais: São aquelas cuja direção de perturbação da onda é perpendicular, conforme figura 1.

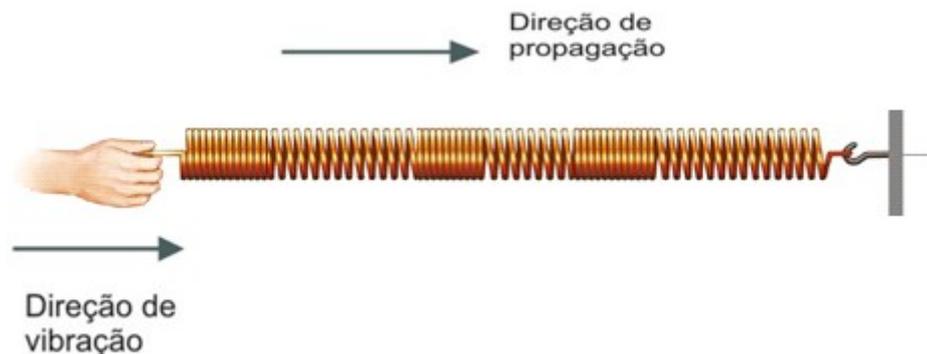
Figura 1: Representação de uma onda transversal



Fonte: Disponível em:¹

Ondas longitudinais: São aquelas cuja direção de propagação da onda e a mesma do movimento de cada ponto dessa onda. Podemos dizer que a direção da vibração coincide com a direção de propagação, como podemos verificar através da figura 2.

Figura 2: Representação de uma onda longitudinal numa mola



Fonte: Os autores

¹ Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=33327>

É importante salientar que uma onda mecânica pode ser classificada tanto quanto transversal (ondas em cordas) como longitudinal (ondas sonoras) enquanto as ondas eletromagnéticas assumem apenas a forma transversal (espectro eletromagnético).

2.3.1 As ondas eletromagnéticas

Muitos dos avanços científicos têm contribuído para o desenvolvimento da sociedade, para qualidade de vida da humanidade. Na atualidade estamos desfrutando de muitos aparatos tecnológicos, que há décadas foram sonhados e atualmente começam a fazer parte do cotidiano das pessoas. A maior parte desses recursos envolve a área do eletromagnetismo.

O eletromagnetismo só se constituiu como uma área de conhecimento a partir de 1820, após os estudos de Oersted, pois até este momento a eletricidade e o magnetismo eram estudados como corpo de conhecimentos distintos. Algumas contribuições foram dadas para esta área por Ampère, por Jean-Baptiste Biot, por Félix Savart, por Faraday, entre outros. Mas foi em meados do século XIX, que um físico escocês, James Clerk Maxwell (1831 - 1879), ficou conhecido por desenvolver um dos trabalhos mais relevantes na área do eletromagnetismo. Com apenas vinte e quatro anos, se propôs realizar a tarefa de ligar a eletricidade e o magnetismo por meio de uma base matemática sólida.

De acordo com Mckelvey e Grotch (1981), Michael Faraday (1791 - 1867) já havia realizado experiências e chegado a descobertas que um campo magnético variável induzia um campo elétrico, no entanto, suas explicações em termos de linhas de força não foram consideradas como totalmente satisfatórias por seus contemporâneos. Foi Maxwell quem conseguiu desenvolver uma descrição matemática correta para a lei da indução de Faraday, além disso, predisse que um campo elétrico variável no tempo induziria um campo magnético. Esta proposição originou-se da descoberta de Maxwell da corrente de deslocamento. (BATISTA, 2016, p 26).

$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dA = \frac{q}{\epsilon_0}$, o fluxo elétrico fora do volume arbitrário é igual a $\frac{1}{\epsilon_0}$, vezes a carga total dentro do volume.

$\oint_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{n} dA = 0$, o fluxo magnético fora do volume arbitrário é igual a carga magnética total no volume. O fluxo deve ser zero devido à inexistência de

cargas magnéticas. Portanto, os fluxos para dentro e para fora do volume devem sempre ser iguais.

$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{n} dA$, a integral de linha de $\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$ em torno de uma trajetória fechada é igual a razão de variação no tempo do fluxo magnético através da área encerrada pela trajetória.

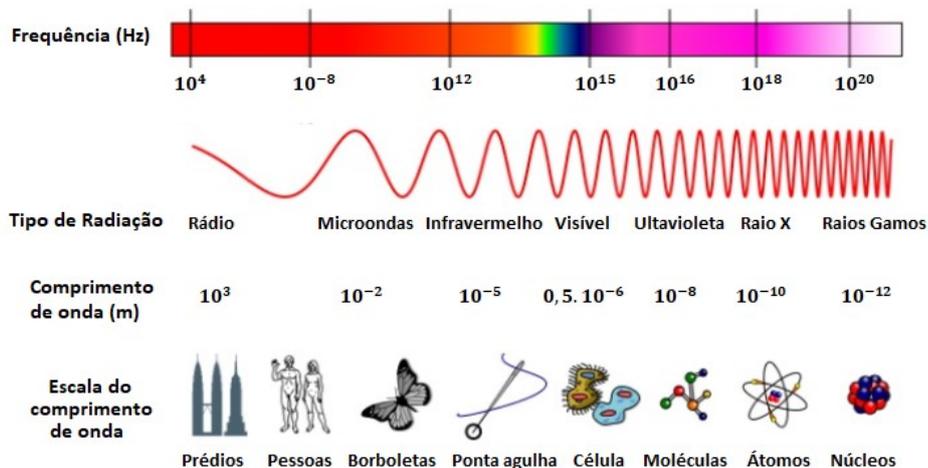
$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \left(i_c + \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dA \right)$, a integral de linha de $\mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ em torno de uma trajetória fechada é igual a μ_0 vezes a soma das correntes de condução e deslocamento (MCKELVEY E GROTCHE, 1981. P.1280-1981, apud BATISTA, 2016, p.26).

Maxwell propôs quatro equações envolvendo campos elétricos, campos magnéticos, e distribuições de carga e densidade de corrente que resultaram em grandes contribuições para a Física.

Embora tenha dado importantes contribuições em outros ramos da Física, a que lhe deu maior notoriedade foi a sua previsão de que a luz é uma onda eletromagnética. Uma descoberta notável segundo Chesman, André e Macedo (2004) apud Batista (2016), pois com tal descoberta ele conseguiu unificar em uma única teoria o Eletromagnetismo e a Óptica. Atualmente sabemos que qualquer problema de eletricidade, de magnetismo e de óptica pode ser abordado utilizando o formalismo de Maxwell.

Assim, além de descrever o comportamento do campo elétrico e do campo magnético, as equações de Maxwell possibilitaram a previsão da existência das ondas eletromagnéticas, as quais são muito conhecidas e empregadas na ciência e na tecnologia. São ondas eletromagnéticas (radiação eletromagnética): as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação infravermelha, os raios X e raios gama e a luz visível ao olho humano, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Espectro da radiação eletromagnética



Fonte: disponível em: Wikipedia, 2019².

Os resultados mais significativos das equações de Maxwell estão relacionados com a predição da existência de ondas eletromagnéticas, como já citado anteriormente. Essas consistem em campos elétricos e magnéticos oscilantes

Os campos variáveis criam um ao outro para manter a propagação da onda, um campo elétrico variável induz um campo magnético também variável que por sua vez induz um campo elétrico variável e assim por diante.

2.3.2 Entendendo a organização dos campos elétrico e magnético

Para a construção do tópico 2.3.2 utilizamos como referência o Halliday&Resnick, 2012.

Vamos considerar uma onda eletromagnética que viajando na direção x (direção de propagação)

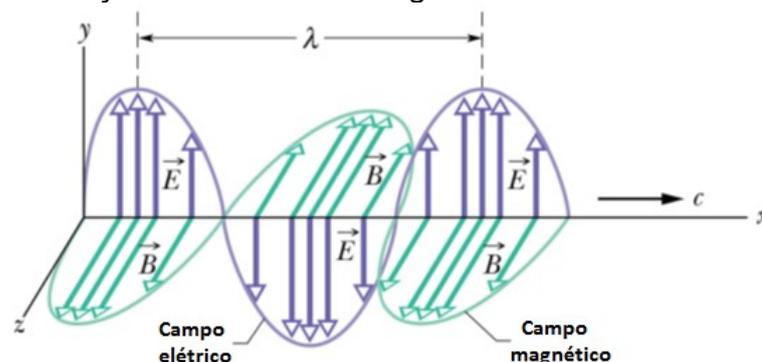
Nesta onda: o campo elétrico (\vec{E}) esta na direção do eixo y e o campo magnético (\vec{B}) esta na direção do eixo z , assim:

$$E = E_{\text{máx}}(x, t)$$

$$B = B_{\text{máx}}(x, t)$$

Uma onda pode ser representada por um “instantâneo” do campo elétrico \vec{E} , e do campo magnético \vec{B} em vários pontos sobre o eixo x , pelos quais a onda passa com velocidade c , como na figura 4.

Figura 4: Representação da onda eletromagnética



Fonte: Halliday&Resnick, 2012.

Frente de onda:

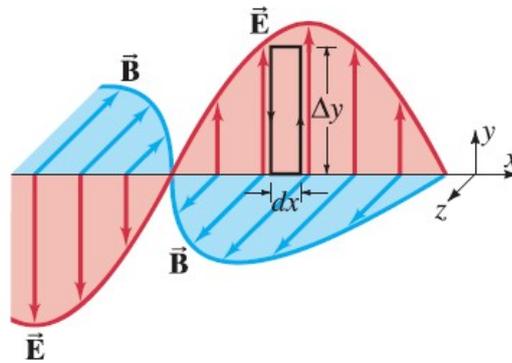
Duas frentes de onda estão separadas por um comprimento de onda λ . Onde $\lambda = \frac{2\pi}{k}$, na qual k é chamado número de onda.

As componentes da onda (\vec{E} e \vec{B}) estão em fase. São perpendiculares entre si, e são perpendiculares à direção de propagação.

2.3.3.1 Descrição matemática de uma onda eletromagnética

Para simplificar o problema vamos considerar uma onda propagando no vácuo onde não há cargas ou corrente de condução ($q = 0$ e $i = 0$), figura 5.

Figura 5: Aplicando a lei de Faraday para a espira retangular (Δy)(dx).



Fonte: Halliday&Resnick, 2012 - Adaptada.

Aplicando a lei de Faraday no retângulo de altura Δy e largura dx

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Notamos que nos lados horizontais do retângulo, \vec{E} é perpendicular a $d\vec{s}$, que para nossa demonstração podemos chamar de dx , pois está em apenas uma dimensão.

Logo:

$\vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$ (produto escalar $E \cdot ds \cdot \cos\theta$).

Para os lados verticais consideramos E o campo elétrico do lado esquerdo e $E + dE$ do lado direito

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = (E + dE)\Delta y - E\Delta y$$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = E\Delta y + dE\Delta y - E\Delta y$$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = dE\Delta y$$

Agora o lado direito da equação da lei de Faraday a variação do fluxo magnético através da espira é

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{d(B \cdot A \cdot \cos\theta)}{dt}$$

mas $A = dx \cdot \Delta y$ e $\theta = 0^\circ$, aonde θ ângulo entre o lado vertical e o campo elétrico

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{dB}{dt} dx \Delta y$$

Logo:

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$dE\Delta y = -\frac{dB}{dt} dx \Delta y$$

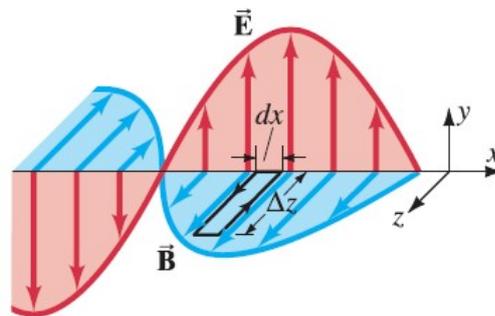
$$\frac{dE}{dx} = -\frac{dB}{dt}$$

Na verdade ambas as funções E e B são funções de x e t , portanto devemos usar derivadas parciais para reescrever a relação acima:

$$\frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

Podemos obter outra relação entre E e B , considerando agora a espira retangular no plano de \vec{B} , com comprimento Δz e largura dx , figura 6.

Figura 6: Aplicando a lei de Ampère-Maxwell para essa espira.



Fonte: Halliday&Resnick, 2012 - Adaptada.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

Para os lados horizontais temos B perpendicular a $d\vec{s}$ (que na imagem é representado por dx devido estar em uma única dimensão) logo:

$$\vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

Para os lados verticais seja B o campo magnético do lado esquerdo e $(B + dB)$ do lado direito, assim:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = -[(B + dB)\Delta z - B\Delta z]$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B\Delta z - (B + dB)\Delta z$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B\Delta z - B\Delta z - dB\Delta z$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = -dB\Delta z \quad (*)$$

Para o lado direito da lei de ampère-maxwell temos:

$$\mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d(E \cdot A \cdot \cos \theta)}{dt}$$

Mas $A = \Delta z \cdot dx$ e $\theta = 0$, portanto:

$$\mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dE}{dt} dx \cdot \Delta z \quad (**)$$

Igualando * com ** temos:

$$-dB\Delta z = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dE}{dt} dx \Delta z$$

$$-\frac{dB}{dx} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dE}{dt}$$

ou

$$\frac{dB}{dx} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{dE}{dt}$$

Logo podemos concluir que um campo elétrico variável induz um campo magnético também variável, que por sua vez induz um campo elétrico, e assim por diante, dessa forma mantém-se a propagação da onda.

Duas equações são importantes para o estudo das ondas, vamos chamá-las aqui de equação 1 e equação 2,

$$\frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad \text{equação 1}$$

$$\frac{\partial B}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \quad \text{equação 2}$$

Se derivarmos os dois lados da equação 1 em relação à x temos:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial E}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(-\frac{\partial B}{\partial t} \right)$$

Permutando a ordem das derivadas em relação ao tempo e ao espaço:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial B}{\partial x} \right)$$

mas: $\frac{\partial B}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = -\frac{\partial}{\partial t} \left(-\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \right)$$

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \rightarrow \text{função de onda harmônica}$$

Comparando a função de onda harmônica padrão com a encontrada temos:

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} = \frac{1}{v^2} \frac{d^2 \Psi}{dt^2}$$

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

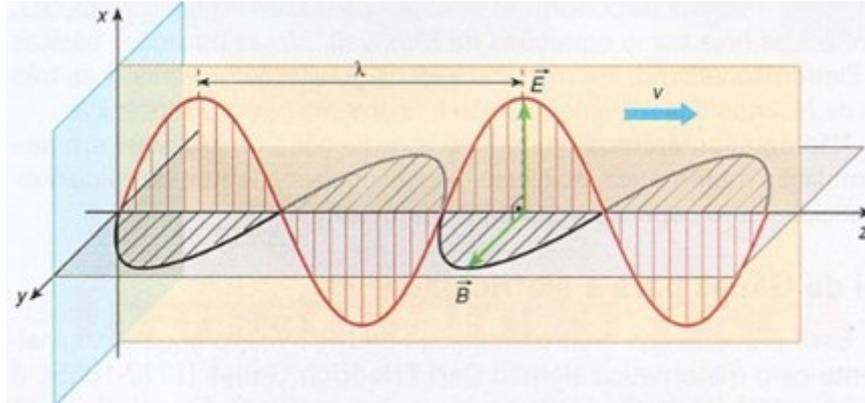
$$\frac{1}{v^2} = \mu_0 \epsilon_0$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \rightarrow \text{velocidade da luz}$$

Logo temos que o campo elétrico e o campo magnético obedecem à equação de onda deslocando-se com a velocidade da luz.

Nesse sentido pode-se dizer que, ondas eletromagnéticas são formadas pela combinação dos campos magnético e elétrico que se propagam perpendicularmente um em relação ao outro e na direção de propagação da energia, com uma velocidade constante c , figura 7.

Figura 7: Onda eletromagnética



Fonte: disponível em: <http://asondaseletromag.blogspot.com.br/2012_11_01_archive.html>

2.4 ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Os diversos tipos de ondas eletromagnéticas recebem diferentes nomes, que variam de acordo com seus respectivos intervalos de frequência, comprimento de ondas ou as forma como são produzidas. A classificação segundo a frequência é chamada espectro eletromagnético. Os intervalos não são bem definidos e frequentemente se superpõem.

Os trabalhos de Maxwell obtiveram evidências experimentais Segundo Torres et al. (2013) apud Gomes (2017). com o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz em 1887, quem detectou experimentalmente as ondas eletromagnéticas, oito anos após a morte de Maxwell. Suas pesquisas levaram-no a produzir ondas eletromagnéticas, detectá-las e até mesmo descobrir suas frequências.

Conforme Vargas (1996) apud Gomes (2017). Hertz realizou experiências sobre a propagação das ondas eletromagnéticas, utilizando como transmissor pontas metálicas pela quais saltavam faíscas elétricas e como receptor ele utilizou espiras metálicas, demonstrando que suas onda refletiam-se contra placas metálicas. Este autor ainda nos diz que ele tentou medir se a velocidade de propagação dessas ondas era igual a velocidade de propagação da luz, mas isso só foi provado depois por outros pesquisadores.

Em 1888, Hertz apresentou os resultados de seus experimentos ao Congresso da Sociedade Alemã para o Progresso da Ciência, que os reconheceu imediatamente e segundo Torres et al (2013) apud Gomes (2017).esse reconhecimento tornou-se ainda maior quando as ondas passaram a ser conhecidas

como ondas hertzianas. Essas ondas, por muito tempo receberam esse nome e foi uma grande confirmação da teoria de Maxwell, sendo conhecidas atualmente como ondas de rádio.

De acordo com Horowicz (1999) apud Gomes (2017) “a onda eletromagnética não apresenta um movimento material que possamos acompanhar, assim, todos os conceitos introduzidos para as ondas mecânicas continuam válidos”, pois, a onda eletromagnética tem características de uma onda, tem frequência, período e uma velocidade de propagação. Porém, existem várias faixas de frequências eletromagnéticas, desde as ondas de rádio até os raios gama, sendo que a luz é considerada uma radiação na “faixa do visível”, para o ser humano e que se difere para outros animais. Toda essa faixa de comprimento de onda é conhecida como espectro eletromagnético.

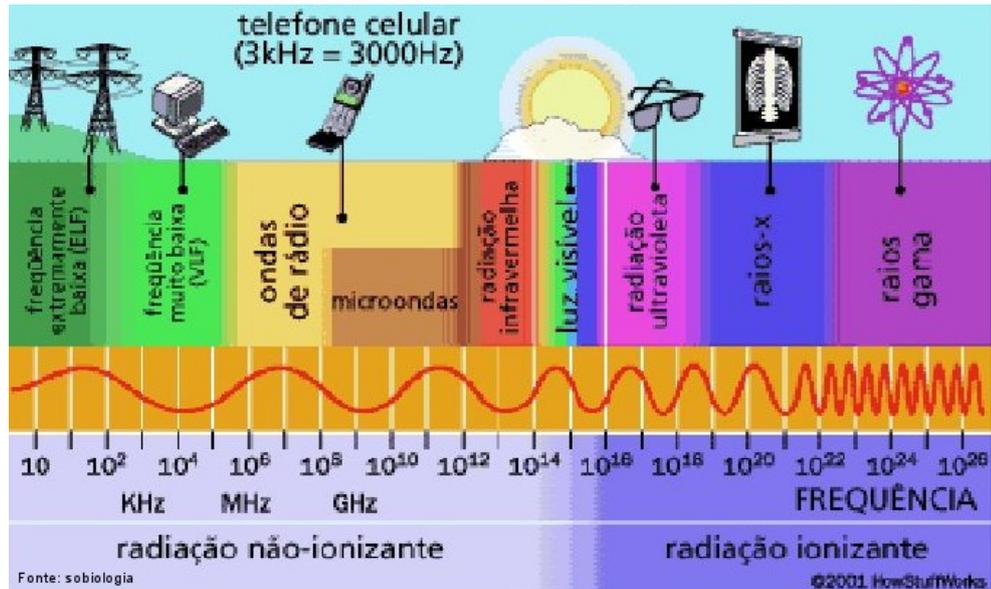
O “espectro eletromagnético é constituído por ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda que variam numa faixa extremamente ampla. As várias faixas de comprimento de onda ou frequência receberam denominações especiais” (OKUNO; VILELA, 2005, p. 9, apud Gomes (2017)).

Ainda sobre o espectro Hewitt (2009, p. 290, apud Gomes (2017).) nos diz que

“é uma faixa contínua de ondas que compreende desde ondas de rádio até os raios gama. Os nomes descritivos de suas várias partes constituem simplesmente uma classificação histórica, pois todas as ondas são de mesma natureza básica, diferindo principalmente em frequência e comprimento de onda; todas as ondas eletromagnéticas têm o mesmo valor de velocidade”.

Essas denominações podem ser observadas na figura 8, em que apresenta uma organização do espectro eletromagnético com algumas aplicações cotidianas. Este mesmo autor (p.289) informa que “A classificação das ondas eletromagnéticas de acordo com a frequência é o espectro eletromagnético”. Isso fica bem claro quando observamos a figura abaixo:

Figura 8: Espectro eletromagnético.



Fonte: Disponível em:

<<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=118&evento=2>>

Okuno e Vilela (2005, p. 9) apud Gomes (2017, p.69). nos diz que “A separação entre as faixas não é muito rigorosa, podendo sobrepor, uma vez que ela foi feita por motivos históricos do que propriamente físicos ou biológicos”. Entretanto Sant’anna (2013) afirma que se usa dividir o espectro eletromagnético em faixas de frequências, na qual se agrupam as ondas com propriedades semelhantes. Assim, o espectro eletromagnético é constituído por ondas de rádio, de TV, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

Cronologicamente Okuno e Vilela (2005) apud Gomes (2017) informam que primeira onda descoberta foi a radiação infravermelha em 1880, depois da luz e assim em 1881 descobriu-se a radiação ultravioleta, em 1888 as ondas de rádio, em 1895 a radiação X, em 1900 a radiação gama e as micro-ondas em 1932.

Olhando para a figura 8 podemos notar que as ondas eletromagnéticas também são separadas em dois tipos de radiações: não ionizantes e ionizantes. Essas autoras nos dizem que a radiação é classificada ionizante quando a radiação eletromagnética interage com a matéria e tem energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos que a constituem, transformando-os em íons. Entretanto, quando energia da radiação não for suficiente para a produção destes íons, ela é classificada como não ionizante.

“Outro tipo de interação que ocorre é a excitação, em que um elétron não é arrancado do átomo, mas é excitado, passando de seu nível fundamental para níveis mais energéticos, denominados níveis excitados. Este elétron volta ao estado fundamental em um intervalo de tempo da ordem de 10-8s, emitindo um fóton de luz” (OKUNO; VILELA. 2005, p. 17, apud GOMES p. 69, 2017).

Neste sentido, dentro do espectro eletromagnético, apenas os raios X e gama são considerados ionizantes, ou seja, possui uma alta frequência o que lhes concerne uma alta quantidade de energia capaz de realizar a retirada de elétrons dos átomos.

A caracterização das ondas eletromagnéticas na região de frequência baixa que compreende desde 0 Hz até o início da radiação infravermelha é comumente feita em termos de frequência. A região que contém a radiação conhecida como óptica composta por radiação infravermelha (RIV), luz visível e raios ultravioletas (RUV), é usualmente caracterizada pelo comprimento de onda. Isso é confirmado por Hewitt (2009), pois segundo ele

As frequências mais baixas de luz que podemos enxergar aparecem como luz vermelha. As frequências mais altas de luz visível são aproximadamente duas vezes maiores do que da vermelha, e aparecem como violeta. Frequências ainda mais altas constituem o ultravioleta. Essas ondas de frequência mais alta são mais energéticas e causam queimaduras na pele (HEWITT, 2009, p. 290, apud GOMES, p.70, 2017).

Este autor afirma “que a frequência com a qual uma onda eletromagnética varia no espaço é idêntica à carga elétrica oscilante que a produziu”, assim sendo, para cada uma das frequências existe um comprimento de onda correspondente, e como podemos observar na figura do espectro, baixa frequências produzem longos comprimentos de ondas e vice-versa. Então “quanto maior for a frequência da carga oscilante, menor será o comprimento da radiação” (Ibid).

Em relação isso, Figueiredo e Pietrocola (2000) afirmam que existe uma relação de frequência versus comprimento de onda. Pois,

No estudo de Física Ondulatória, representa-se o comprimento de onda, isto é a distância entre duas cristas consecutivas de uma onda, pela letra grega λ . A frequência é representada pela letra f ou pela letra grega η . As frequências das ondas eletromagnéticas são em geral, muito altas... E a velocidade da luz é representada genericamente por v . Para uma onda qualquer, essas grandezas se relacionam da forma representada pela fórmula: $v = f \times \lambda$ ou $f = v / \lambda$. Se pensarmos na luz no vácuo, a velocidade de qualquer cor é de 300000 km/s e a representamos por c Como a

velocidade da luz é sempre a mesma, é fácil observar a relação inversamente proporcional entre a frequência f e o comprimento de onda λ . Isto é, para determinada onda, quanto menor a frequência, maior seu comprimento de onda (FIGUEIREDO; PIETROCOLA. 2000 p.14, apud GOMES p.70, 2017).

Neste sentido podemos verificar no espectro eletromagnético que frequência e comprimento de ondas eletromagnéticas são inversamente proporcionais com características das ondas e também da luz.

De acordo Sant'anna (2013) apud Gomes (2017) algumas décadas após a descoberta das ondas eletromagnéticas, teve-se início uma revolução tecnológica que utilizavam as mesmas nas mais diferentes formas e por isso o conjunto de todas essas ondas constituem o chamado espectro eletromagnético.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Aqui, neste capítulo, apresentamos as abordagens que orientam a aplicação do produto educacional elaborado e posto em prática com a finalidade de investigar seu potencial pedagógico. Enquanto que, este se orientou pela Aprendizagem Significativa e teve como metodologia a Sequência Didática (SD), sua aplicação se deu por princípios da Pesquisa Qualitativa, cujos dados são analisados por meio de métodos interpretativos e descritivos. A seção capitular trata dos recursos tecnológicos no ensino da Física. Já a subseção fala das atividades experimentais como um recurso motivador para aprendizagem.

Esse trabalho é de natureza qualitativa, visto que há uma inter-relação entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, que não pode ser traduzido em números. Apenas a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são consideradas nesse processo, sendo que o mesmo não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas (BATISTA, FUSINATO, 2015).

A investigação qualitativa justifica-se por ser pautada em diferentes técnicas de recolha de dados, justifica-se, ainda por possuir uma natureza social. Assim, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. O processo e seu significado são os focos principais nesse tipo de abordagem.

O importante para esse estudo, é que os resultados não objetivam quantificações. Segundo Denzin e Lincoln (2006): o pesquisador interpreta o mundo, ou seja, estuda os cenários naturais, tentando entender os significados atribuídos pelas pessoas. Já para Vieira e Zouain (2004) a pesquisa qualitativa considera os depoimentos dos atores sociais envolvidos, os discursos e os significados transmitidos por eles. Esse tipo de pesquisa detalha os fenômenos e os elementos que o envolvem.

Nessa perspectiva, nosso trabalho objetivou desenvolver, implementar e avaliar o potencial pedagógico de uma sequência didática sobre a temática das ondas eletromagnéticas em uma turma do 3.º ano do Ensino Médio, com 26 alunos, em uma instituição pública de ensino do interior do Paraná.

O Estabelecimento de Ensino escolhido para implementação da proposta de ensino conta com um número de 895 matrículas, sendo distribuídos 456 no período

matutino, que estão distribuídos da seguinte maneira: 281 alunos pertencem ao Ensino Fundamental e 175 ao Ensino Médio, no período vespertino temos: 264 alunos matriculados em projetos e 175 alunos no Ensino o Fundamental.

Os documentos norteadores e as Diretrizes do Estado do Paraná estão fundamentados na pedagogia Histórico-Crítica, sendo, portanto, o Projeto Político Pedagógico do colégio construído baseado nesta referida Pedagogia.

O Colégio tem como propósito, a formação integral dos estudantes e percebe-se que os resultados alcançados no ENEM e vestibulares têm sido satisfatórios. Porém, essa teoria abre para outras dimensões, sendo assim, a “Aprendizagem Significativa” está dentro da construção do conhecimento historicamente construído pela humanidade, e conduz o aluno a uma aprendizagem efetiva. Pois parte do seu cotidiano, da sua realidade de mundo é considerada no processo de aprendizagem, construindo o conhecimento embasado na realidade experienciada pelo aluno. Nesse sentido, quando propomos a implementação de um produto educacional organizado em uma proposta de ensino diferente da convencional, é vista de forma produtiva, tanto pelos alunos quanto pela equipe de ensino.

Nessa perspectiva, implementamos nossa proposta em 9 aulas, ocorrendo durante três encontro. Nos três encontros, as atividades tiveram duração de 03 horas/aulas, com duração de 50 minutos cada.

Para execução da coleta de dados, foram utilizados os instrumentos tais como: evocação livre de palavras, explanação sobre o conteúdo em forma de diálogos, questões de compreensão de texto, relato dos alunos e diário de campo do professor pesquisador, o que serviu de base para a constituição do relato de experiência apresentado nessa dissertação.

De acordo com Thiollent (2004), o diário de campo consiste num conjunto de narrações que refletem condutas do professor, nas dimensões objetiva e subjetiva, sobre os processos mais significativos da sua ação. A sua utilização possibilitará descrever a evolução das situações vividas pelos alunos e, portanto, do seu desenvolvimento profissional num determinado período de tempo.

Para preservar o anonimato dos alunos participantes da pesquisa, optamos por designar cada sujeito usando os termos: Aluno A1; Aluno A2; Aluno A3 e assim por diante.

Em relação à metodologia aplicada, as atividades propostas na Sequência Didática procurou levar em consideração os conhecimentos trazidos pelos alunos do

seu cotidiano e incentivar a convivência entre eles, com a finalidade de ampliar o processo de desenvolvimento dos conteúdos conceituais, de habilidade de pensamento, de valores e de atitude. Para isso, o material foi dividido em três encontros.

O primeiro encontro objetivou apresentar o conteúdo de estudos para os alunos, reiterando: Ondas Eletromagnéticas. Mostramos que esse conteúdo faz parte do currículo escolar do 3.º ano, sua necessidade em estudá-lo e como seria o seu estudo de forma habitual em sala de aula, com explanação do professor sobre o assunto, explicações detalhadas por meio da teoria proposta, em geral pelo livro didático, e lista de exercícios para resolver no caderno. Em seguida, após essa corriqueira explanação, pois geralmente os conteúdos escolares, são quase que sempre introduzidos assim, argumentamos como seria outra forma para estudar esse mesmo assunto, falamos da metodologia da Sequência Didática, e o uso de estratégias mais concretas distanciando daquilo que é considerado, comumente, como “um estudo de fórmulas”. Ainda nesse primeiro encontro foi realizada a evocação de palavras livres e aplicação de um questionário elaborado previamente sobre o assunto em estudo.

O segundo encontro teve como objetivo proporcionar aos educando o aprofundamento sobre os conceitos de Ondas Eletromagnéticas, estudando o Espectro Eletromagnético. Esse encontro teve início com a retomada do questionário respondido pelos alunos na aula anterior e, partindo dos conhecimentos apresentados pelos alunos, deu-se a estruturação do conteúdo de forma explícita, organizado cientificamente com o rol de conceitos pertinentes ao campo de conhecimento da Física, conforme pode ser visto na Sequência Didática em anexo. Esse tipo de atividade requer um pouco mais do professor, pois o mesmo deve ter clareza de alguns conceitos da Física para proporcionar maior e melhor compreensão por parte dos alunos. Devendo tomar cuidado para não ficar no conhecimento empírico, o que já é comum no cotidiano do aluno.

O terceiro encontro teve o objetivo de proporcionar aos educandos o aprofundamento sobre as ondas de rádio instigando os alunos a fazerem uma breve retrospectiva de passado, presente e talvez um futuro próximo, por meio de questões reflexivas previamente elaboradas, trabalhadas em grupo. Em seguida, foi aberto um determinado tempo para os alunos manipularem o experimento “rádio de galena”.

Ainda que o objetivo de uma aula seja o ensino do conteúdo de forma teórica, é essencial que o docente tenha entendimento sobre o que os alunos deverão aprender, para que aprendam e como aprender. Desse modo, necessitará fazer uma seleção de conteúdos a serem ensinados para que o aluno tenha uma formação completa, isto é, que ele possa dispor de competências e habilidades que propiciem viver em sociedade, ser cidadão crítico e reflexivo, sendo isso possível, a partir dos conteúdos abordados pelo professor e conectados à realidade dos alunos.

Nessa etapa o professor poderá utilizar-se de vários recursos, tais como: estudos de textos, aplicação de questionários, debates sobre o tema, atividades experimentais investigativas, pesquisas e diário de campo.

Dessa forma, procura-se incentivar a participação em questionamentos e apresentar situações problemas relevantes que oportunizem a construção de conhecimentos que tenham relevância para os alunos.

Percebe-se, de acordo com as concepções de Zabala (1998) e Oliveira (2013), que uma sequência didática deve ser organizada na perspectiva do ensino de conteúdos mediante atividades sequenciadas, estruturadas com objetivos bem definidos e esclarecidos para os professores e alunos que colaborarão para a aprendizagem e construção do conhecimento e de novos saberes. É imprescindível para que o professor faça uma reflexão sobre sua prática docente por meio da observação do seu processo de desenvolvimento e interação entre todos os envolvidos.

Podemos aqui, citar o livro *A prática Educativa* de Antoni Zabala (1998). Neste, o autor retrata os conteúdos ensinados em três grupos: conceituais, procedimentais e atitudinais: Na aprendizagem conceitual, os conteúdos e princípios devem ser trazidos para o mundo real, para a interpretação de situações corriqueiras (ZABALA, 1998).

Batista et al, (2019, p.22), enfatizam que essa dimensão do conhecimento deve responder à questão: “o que os alunos devem aprender ao final da sequência?”

Conforme esse autor, os conteúdos conceituais constituem uma articulação entre o conceito apresentado pelo professor e a relação com o fato apresentado anteriormente; isto é, estabelece uma ligação com o que o discente deve saber. Segundo Carvalho (2012),

Na aprendizagem de conceitos, as pesquisas já consolidaram a noção de

que o estudante não é uma tábula rasa. Conforme a autora, “é importante que o professor, ao iniciar uma nova sequência didática, leve em consideração o que os alunos já sabem e construa os novos saberes” (CARVALHO, 2012, p. 32).

Em outras palavras, que o professor tome como ponto de partida, o conhecimento trazido do cotidiano do aluno e o transforme em saberes científicos, o qual o aluno pode se utilizar desse conhecimento para usufruir de uma vida mais digna.

Nessa perspectiva, o estudante não acata respostas prontas, mas é levado a argumentar e exercitar sua razão na construção do conhecimento.

Podemos entender aqui, que de acordo com Zabala, os conteúdos procedimentais, descrevem as ações estruturadas (métodos, estratégias, procedimentos, avaliações) destinadas para a efetivação de um objetivo, corresponde ao que o professor quer que seu aluno aprenda a fazer. Já os conteúdos atitudinais, englobam conceitos regidos pela moral, valores e normas. Para Carvalho (2012, p. 33), na dimensão atitudinal deve-se propor “atividades que levam os alunos à tomada de decisões fundamentadas e críticas sobre o desenvolvimento social”.

Além disso, Echeverría e Pozo (1994) destacam a importância de desenvolver uma atitude crítica e o hábito de questionar mediante a resolução dos problemas, procurando respostas à suas próprias questões ao invés de receber aquilo que foi elaborado pelo outro.

Já para o conteúdo atitudinal, compreende os valores, atitudes e normas que determinam nossa vida em sociedade de forma que nos proporciona manifestar juízo sobre atitudes de como devemos ser.

Zabala (1999), ainda afirma que, se essas categorias forem desenvolvidas em consonância dentro da proposta apresentada, e se os conteúdos forem trabalhados de forma correta, o professor conseguirá atingir os objetivos propostos e grande parte dos problemas apresentados na educação, diminuirão. Para tanto, é necessário pensar os diferentes recursos didáticos que serão utilizados para que os conteúdos mencionados anteriormente sejam contemplados e ensinados de forma efetiva.

É no momento da construção ou da realização de atividades que o professor deve ficar atento para as dificuldades encontradas pelos alunos e trabalhar os

problemas que vão surgindo, dando a eles, instrumentos necessários para superá-los buscando usar os mais variados recursos como os tecnológicos e os experimentais.

3.1 RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA

3.1.1 Atividades experimentais no Ensino de Física

Pesquisas realizadas para o ensino de Física têm constatado a importância das atividades experimentais para uma compreensão nos fenômenos físicos. Essas atividades experimentais podem motivar a compreensão de conceitos ou percepções de ideias já discutidas no processo de ensino. O uso da experimentação deve ser utilizado no sentido de que venha contribuir para que o estudante supere as limitações que podem existir entre a teoria e a prática, conduzindo-o a uma reflexão a partir da visão da Ciência.

Para que cumpra tal função, esta deve ser muito bem planejada, pois a ideia de ir para um laboratório com a “mente vazia” ou que “os experimentos falam por si” é um velho mito científico (SILVA E MARTINS, 2003, apud PARANÁ, 2008).

Segundo Axt (1991), os laboratórios de ciências dos colégios devem ser vistos como um ambiente de comparação de hipóteses e separação entre os limites de validade das hipóteses, de maneira que a experimentação não seja simplesmente verificatória.

Nos contextos da educação formal, em sala de aula, os jovens da atualidade adquirem, de maneira empírica, ideias dos fenômenos que os cercam, pois estão rodeados de informações e não de conhecimentos e, assim, muitas vezes, formulam conceitos físicos em seu mundo, em seu meio, ou seja, conceitos que vão sendo passados de geração para geração. Nesse sentido, a atividade experimental encaminhada de maneira adequada pode levar o aluno ao questionamento das ideias que já possuía sobre determinado assunto, abrindo caminho assim, para uma aprendizagem significativa.

Segundo Batista, Fusinato e Blini (2009), o professor deve desempenhar um papel de mediador no processo da atividade experimental, procurando fazer com que os educandos cheguem a uma problematização dos conteúdos, despertando a curiosidade, e estimulando-os para uma aprendizagem significativa. É importante

que nesse momento o professor faça observações quanto a prática, e sempre que for necessário faça intervenções para o desenvolvimento da atividade, que pode passar despercebida pelo educando.

Conforme esse contexto, Batista et al. (2009) afirmam:

A experimentação no ensino de Física não resume todo o processo investigativo no qual o aluno está envolvido na formação e desenvolvimento de conceitos científicos. Há de se considerar também que o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos é bastante complexo e envolve múltiplas dimensões, exigindo que o trabalho investigativo do aluno assuma várias formas que possibilitem o desencadeamento de distintas ações cognitivas, tais como: manipulação de materiais, questionamento, direito ao tateamento e ao erro, observação, expressão e comunicação, verificação das hipóteses levantadas. Podemos dizer que esse também é um trabalho de análise e de síntese, sem esquecer a imaginação e o encantamento inerentes às atividades investigativas (BATISTA, FUSINATO, BLINI, 2009, p.44).

Portanto, podemos verificar que os educandos só darão importância aos conceitos mais elaborados a partir do momento em que perceberem o significado para as demonstrações científicas do fenômeno exposto. Por isso, a realização de experimento é uma ferramenta importante em que o estudante poderá realizar o mesmo e comparar sua resposta com o resultado do experimento, de modo que possa refletir e reconstruir seus conceitos a determinados fenômenos.

Sendo assim, o processo da construção do conhecimento através da experimentação pode proporcionar momentos de investigação através de várias pesquisas relacionada aos conteúdos que auxiliarão no aperfeiçoamento dos conhecimentos científicos e isso contribui para compreensão social e crítica dos estudantes em relação ao conteúdo tratado.

Para favorecer a superação de algumas das visões simplistas predominantes no ensino de ciências é necessário que as aulas de laboratório contemplem discussões teóricas que se estendam além de definições, fatos, conceitos ou generalizações(.) Pois o ensino de ciências, a nosso ver, é uma área muito rica para se explorar diversas estratégias metodológicas, no qual a natureza e as transformações nela ocorridas estão à disposição como recursos didáticos, possibilitando a construção de conhecimentos científicos de modo significativo (RAMOS, ANTUNES, SILVA, 2010, p. 8, Apud FONSECA E SOARES, 2016, p.5).

Percebemos que a experimentação, enquanto metodologia do ensino de

Física é importante para a construção do saber, tendo em vista que o educando terá a oportunidade de manipular materiais e componentes que estão ligados com os conteúdos de Física e atividade relacionada ao cotidiano de alguns estudantes, facilitando o entendimento de suas aplicações em sua prática diária.

Também percebemos que, por meio do experimento, pode-se conduzir à maior e mais significativa da aprendizagem, melhorando consideravelmente a participação, o envolvimento e o entusiasmo dos educandos nas aulas de Física, facilitando assim o processo de ensino e aprendizagem.

Constatamos também a importância de abordagem histórica e a teoria quanto ao experimento proposto em sala de aula, quando, no processo, os conceitos dos conteúdos abordados ficam mais evidentes e significativos. Assim, consideramos a experimentação uma metodologia de ensino importante para compreensão dos conceitos e leis da Física. Para Paulo Freire (1996)

“No mundo da História, da cultura, da política, *constato* não para me *adaptar*, mas para *mudar*. [...] Constatamos, nos tornamos capazes de *intervir* na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela.”. (FREIRE, 1996, p.77 Apud FREITAS E FOSTER, 2016, p.58).

Portanto, notamos que o uso da experimentação deve ser compreendido como uma maneira de auxiliar uma aprendizagem significativa e não somente como um material visível e manipulativo nas mãos dos educandos. E ainda, temos que ter consciência que o experimento por si só, não tem nenhum significado para o processo de ensino e aprendizagem. É nesse momento, que o papel do professor é fundamental para a mediação envolvendo os aspectos lúdicos e experimentais e fazendo-os transitar para o que é científico e, dessa forma o professor conduz os estudantes a apropriarem-se do conhecimento científico.

Ainda segundo Amaral, as atividades experimentais desenvolvidas em consonância com outras metodologias vão desempenhar uma função importante para o enriquecimento das concepções científicas, possibilitando uma compreensão mais elevada na compreensão dessa ciência.

[...] ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados; representar, sempre que possível, uma extensão

dos estudos ambientais quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal (AMARAL, 1997, p.14, apud HIGA, OLIVEIRA, 2012, (s.p.)).

As atividades experimentais trabalhadas, sejam em um laboratório didático ou não, auxiliarão para o convívio social entre os alunos, sendo possível desenvolver trabalhos em grupos, possibilitando conhecimentos que poderão ser capazes de levarem os mesmos para a sua convivência com a sociedade na qual estão inseridos, tornando assim pessoas ativas e integrantes do desenvolvimento da comunidade que convive.

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade de simular no micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem (GASPAR e MONTEIRO, 2005, p. 232, apud SILVA, s.d.).

De acordo com Seré (2003):

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens (SÉRÉ, 2003, p. 39).

Portanto, a atividade experimental cria possibilidades de exercer a função como estratégia de ensino do conhecimento, mas é necessário fundamentá-la de maneira apropriada com as perspectivas pedagógicas. Assim sendo, proporciona aos alunos o entendimento da conexão existente entre os aspectos naturais e artificiais dos fenômenos que estão sendo estudados, aperfeiçoando o espírito investigativo dos alunos, instigando os mesmos a fazerem uma ligação do conhecimento empírico com o conhecimento científico.

Segundo Delizoicov&Angotti (1991 *apud* ZANATTA, LEIRIA, 2018, p.129):

“... 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.”

Sendo assim, as atividades experimentais possibilitam a um diálogo entre professor e aluno, e também entre os próprios alunos, e podem colaborar no processo ensino aprendizagem dessa disciplina que é julgada ser tão difícil, e a sua relação no meio em que convive. Sendo assim, as atividades experimentais vêm ao encontro como um componente importante para o Ensino, valorizando a relação entre ensino e aprendizagem.

No que se refere à realização das atividades experimentais é relevante que o professor leve em considerações o conhecimento prévio trazido pelos alunos e seus métodos, o que pode levar o professor a ter uma prática metodológica compatível com a atividade que será proposta, para que então consigam alcançar o propósito principal da atividade.

3.1.2. Tecnologias no Ensino de Física

Na atualidade, vivemos em uma sociedade orientada pelos avanços tecnológicos, enquanto que por um lado, podemos entender a tecnologia como um meio de realizações humanas úteis e necessárias para a resolução de problemas, criados pelo homem, por outro, os inventos (aparatos) como computador e o celular são considerados ferramenta de principal utilização. Conforme Schuhmacheretal (2002), o desenvolvimento e a evolução dos computadores nas últimas décadas, levaram à mudanças significativas em várias áreas, expondo uma imensa eficiência que os mesmos oferecem.

Os computadores estão inseridos no desenvolvimento da Física nos últimos anos, independentemente, da sua natureza teórica ou experimental, estando evidentemente perceptível a sua incontável influência na resolução de grandes problemas. Diante do desenvolvimento de aparatos tecnológicos, não podemos negar as mudanças que estão ocorrendo no cotidiano das pessoas, e as escolas não podem ficar distante a essa realidade, portanto, é essencial se adaptar e ensinar ao aluno como conviver com essas tecnologias dentro dos colégios, para que eles sejam capazes de desempenhar o papel de cidadão atuante dentro e fora do âmbito educacional.

Moran e Oliveira salientam que a utilização das tecnologias de informação e comunicação na educação é capaz de propiciar processos de comunicação mais participativos, transformando a relação professor-aluno mais cativante, comunicativa e harmoniosa (MORAN, 2000 *apud* OLIVEIRA & FISHER, 2007).

Cada vez mais, professores, estudantes, pais, enfim, grande parte da comunidade da qual estamos inseridos fazem parte e usam cada vez mais as novas tecnologias de informação e comunicação, que vêm em auxílio para facilitar e simplificar nossas vidas e até mesmo para diversão e passatempo. No entanto, é importante perceber que não se trata mais de ser ou não, defensor ou contra, fazer a utilização ou não, mas, de uma organização dessa ferramenta para auxiliar conforme a necessidade de cada conteúdo e de acordo com a realidade de cada colégio.

Aqui, pensando no contexto educacional, e de acordo com o Guia de Tecnologia Educacional do MEC, Brasil (2008), que afirma:

“Embora se considere importante o uso de uma tecnologia, vale lembrar que esse uso se torna desprovido de sentido se não estiver aliado a uma perspectiva educacional comprometida com o desenvolvimento humano, com a formação de cidadãos, com a gestão democrática, com o respeito à profissão do professor e com a qualidade social da educação” (BRASIL, 2008.p.16).

No processo de ensino e aprendizagem, o uso da tecnologia tem como objetivo principal, auxiliar na compreensão de conceitos abstratos, uma vez que os alunos possam modificar variáveis e averiguar as mudanças que ocorreram. Ademais, temos a contribuição pedagógica que os modelos possuem para facilitar a compreensão de conceitos teóricos (LARA, MANCIA, SABCHUK et al.,2013).

Dentre muitas práticas pedagógicas, o uso da tecnologia associada ao processo de ensino-aprendizagem é apenas mais uma opção para os professores utilizarem destes meios como “incentivo” ao aprendizado. Contudo, essa pratica está em concordância com uma visão de construção do conhecimento em um recurso que envolve principalmente a superação das abordagens e práticas habituais do processo.

“A prática docente deve responder às questões reais dos estudantes, que chegam até ela com todas as suas experiências vitais, e deve utilizar-se dos mesmos recursos que contribuíram para transformar suas mentes fora dali. Desconhecer a interferência da tecnologia, dos diferentes instrumentos

tecnológicos, na vida cotidiana dos estudantes é retroceder a um ensino baseado na ficção” (SANCHO, 1998, p.40, Apud LARA et al, p. 2, 2011).

De acordo com Corrêa (2004), sobre a utilização das tecnologias, diz que:

“A tecnologia empregada funciona como força impulsionadora da criatividade humana, da imaginação, devido à visibilidade de material que circula na rede, permitindo que a comunicação se intensifique, ou seja, as ferramentas promovem o convívio, o contato, enfim. Uma maior aproximação entre as pessoas” (CORRÊA, 2004, p. 3, apud LARA et al., 2013, p.2).

Os nossos alunos estão desde criança, inseridos na era digital, tais como: computadores, *players* de música, celulares, *videogames*, câmeras de vídeos, e muitos outros equipamentos que fazem parte da vida deles desde muito cedo. Sendo assim, a inserção dos aparatos tecnológicos como ferramentas mediadoras no processo de ensino da Física são vistos como uma estratégia relevante e pode auxiliar consideravelmente para o processo ensino e aprendizagem. Uma vez que esses recursos estão inseridos no mundo de tais alunos, podemos utilizar programas como recursos metodológicos.

A inserção de programas de aplicação desperta o interesse dos estudantes, pois oportuniza aos mesmos “aprender fazendo”. Recorrendo a estas ferramentas virtuais. Almeja-se que os alunos manifestem interesse pela aprendizagem abrindo-se à novas escolhas de ensino e verificando a ideia de que as Ciências, mesmo sendo “complexas”, são possíveis de serem aprendidas com motivação (HECKLER SARAIVA & OLIVEIRA FILHO, 2007).

Os aplicativos de simulações são ferramentas desenvolvidas para auxiliar nas tomadas de decisões, uma vez que permite estudo, observação e avaliação de acontecimentos, que não seria possível de se trabalhar de outro modo. São fundamentais para projetistas, engenheiros, administradores e diretores, para a resolução de problemas em estudo (VALENTE, 2008, apud SALLES, 2012).

Entende-se que a simulação é um conjunto de equações matemáticas que reproduz em forma perfeita, acontecimentos do mundo real, seja por sua complexidade, sua dificuldade para experimentar ou entender um fenômeno. A tecnologia proporciona as ferramentas e métodos para que o ambiente de simulação se transforme em um ambiente onde podem interagir vídeos, animações, gráficos interativos, áudio, narrações, etc. (TORRES, MAZZONI & ALVES, 2002).

Ao introduzir simuladores como ferramentas para o ensino, é fundamental

que os professores e alunos tenham ciência de que as situações criadas dizem respeito a um modelo simplificado da realidade ou do fenômeno em estudo, e que a utilização das tecnologias para o ensino de Física é inevitável e que são apenas ferramentas que auxiliam e devem ser mais um aliado atrelado aos demais recursos existentes para contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

Esse artifício tem grande capacidade ao serem utilizados no ensino de Física, entretanto é relevante discernir que as simulações devem ser apenas uma complementação de experimentos de laboratórios que muitas vezes não conseguimos fazer por serem muitos difíceis ou por falta de materiais, custo alto ou por serem perigosas, entre muitas outras. Ainda, segundo Coelho (2000) as simulações virtuais apresentam outras vantagens no ensino:

“... os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro e giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas” (COELHO,2000, p.39, apud SILVA, de LEVANDOSKI, 2012).

Nessa perspectiva, Frota & Alves (2000) apud Carraro de Pereira (2014) apontam que no caso específico do ensino de Ciências e, mais ainda, no ensino de Física, o uso das simulações pode ter grande considerações, por ser capaz de romper algumas barreiras quase que insuperável pelo ensino tradicional, visto que a comunicação, os recursos multimídia e a oportunidade de repetir/visualizar muitas vezes a mesma aula ou retomar o conteúdo, podem fazer a diferença e assim superar a tradicional falta de base, o alto índice de reprova, a falta de comunicação professor/aluno, e assim romper esse mito que a Física é uma disciplina muito difícil.

Sendo assim, vemos que fazer uso de aparatos tecnológicos na educação pode oportunizar desenvolvimentos qualitativos na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos, visto que oferecemos maneiras diferentes de conduzir à reflexão, à realidade, ao debate e a testar os princípios físicos. Dessa maneira, sistematizando o conhecimento fora dos modelos tradicionais onde o aluno recebe um conhecimento pronto e acabado como resultado das extraordinárias mentes iluminadas.

O uso de simulações virtuais no ensino de Física oferece ao estudante oportunidades de ampliar o entendimento de conceitos, e conduzi-los a participar

realmente no seu processo de aprendizagem, sair de um comportamento passivo e começar a distinguir e a agir sobre o seu propósito de estudo, fazendo ligação dos estudos com as ocorrências do seu cotidiano. Valente (2013) apud Salles (2012), ressalta ainda que:

Assim, situações vivenciadas no circuito real podem ser simuladas pelo software, fornecendo gráficos e tabelas que permitem diferentes representações de fenômenos e, com isso, os alunos têm outros meios de confrontar resultados com os aspectos teóricos trabalhados (VALENTE, 2013, p. 127, apud SALLES, 2012).

Em nosso trabalho cotidiano, muitas vezes encontramos situações em que é complexo reproduzirmos os fenômenos abordados quando trabalhamos algum conteúdo de Física. Tal dificuldade acontece por diversos fatores como: falta de equipamentos nos laboratórios de Física, número excessivo de alunos por turma, acrescida de aulas fragmentadas, baixa carga horária da disciplina e também demanda de tempo longo de alguns experimentos. Provendo essas falhas, os simuladores permitem aos alunos, experimentarem essas diversas representações dos fenômenos físicos, relacionando-os com a teoria estudada.

3.2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O exposto trabalho apresentado na forma de sequência didática é um material de apoio que tem o objetivo de contribuir com o professor na construção do conhecimento sobre o tema: “*Ondas Eletromagnéticas*”, de maneira a provocar um envolvimento mais efetivo dos alunos no decorrer das aulas de Física.

A proposta de mediação desse trabalho é fundamentada em uma metodologia que prioriza o desenvolvimento de diferentes atividades, tais como: debates, observações, leitura, experimentos, relatos, entre outros; assim como valoriza o trabalho em equipe, propiciando situações em que os alunos estabeleçam um ambiente de parceria, participação e interação entre eles.

Para fins de coleta de dados, foram previstas nove (9) aulas, sendo que esse número pode sofrer alterações caso haja necessidade, organizadas em três (3)

encontros, com a finalidade de estabelecer um diálogo entre os diversos conhecimentos sociais e assim elaborar, a partir do conhecimento empírico, relação com o conhecimento científico.

No que concerne à metodologia, as atividades propostas nesse trabalho, prezam pelos conhecimentos que os alunos possuem do seu dia a dia incitando, assim a convivência entre eles, com a finalidade de valorizar o processo de aperfeiçoamento dos conteúdos conceituais, de habilidades de pensamento, de valores e de atitudes.

3.2.1 Proposta didática

O foco principal da proposta didática nesse trabalho constitui-se em como conduzir o conhecimento prévio trazido pelo aluno em uma aprendizagem para o conteúdo de Física que tenha um significado e sentido para a sua formação humana, do mundo no qual está inserido e a aquisição de um novo saber. Portanto, procuramos organizar as atividades pautadas na assimilação de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades e valores no contexto do ensino da Física que contribua para o seu desenvolvimento integral, e que o estudante compreenda que o seu conhecimento não está pronto e acabado, mas que deve ser transformado.

A proposta desse trabalho é de ser desenvolvido em grupo; pois assim a aprendizagem acontece em um processo coletivo e dessa forma, esse grupo de alunos promove a construção do saber em conjunto, onde é estimulada a capacidade da criatividade, melhora a produtividade, estimula o trabalho em equipe e ainda pode melhorar as relações interpessoais. Porém, nada impede que seja trabalhada de forma individual. De acordo com Kolb (*apud* Silva, 2008, p. 9) a atividade em grupo é “uma situação simulada, desenvolvida para se criar experiências para aqueles que aprendem, serve para iniciar o seu próprio processo de investigação e aprendizado”.

Ainda, Segundo Perpétuo e Gonçalves (2005, p. 2)

A dinâmica de grupo constitui-se um valioso instrumento educacional que pode ser utilizado para trabalhar o ensino-aprendizagem quando optasse por uma concepção de educação que valoriza tanto a teoria quanto a prática e considera todos os envolvidos neste processo como sujeitos.

Portanto, é imprescindível observar os resultados obtidos no trabalho

desenvolvido pelo grupo de forma coletiva, e avaliar o empenho individual dos participantes de cada grupo, para que não haja situações de “comodidade” entre estes que, muitas vezes, são geradas por falta de organização nesse formato de trabalho.

3.2.2 Objetivos da sequência didática

- Entender a noção de ondas mecânica, bem como suas propriedades;
- Compreender as características das ondas eletromagnéticas e diferenciá-las por meio de diferentes aplicações cotidianas;
- Associar o espectro eletromagnético e a radioastronomia;
- Compreender as noções básicas de radioastronomia e suas aplicações;
- Desenvolver a expressão oral e escrita.

3.2.3 Organização da sequência didática

A seguir, é apresentada no quadro, a forma como os módulos do trabalho estão ordenados:

Quadro 3 – Disposição dos módulos da Sequência Didática

| MÓDULOS | TEMAS | Nº DE AULAS |
|--|---|--------------------|
| Encontro Um (01) Noções básicas de ondas | - Noções elementares de ondas. - Estudo das ondas, de acordo com sua natureza, e sua forma. - Classificação em relação à direção de propagação. | - Três (03) |
| Encontro Dois (02) Ondas Eletromagnéticas e Espectro Eletromagnético | - Estudo do Espectro Eletromagnético. - Características de cada faixa espectral e sua interação com a matéria. | - Três (03) |
| Encontro Três (03) Aprofundando o estudo sobre ondas de rádio. | - Estudo das ondas de rádio e TV. - Avaliação do Produto Educacional | - Três (03) |

Fonte: Autora (2019)

3.2.4 O papel do professor nessa proposta

O papel do professor nesse gênero de proposta didática é que este conduza as atividades como mediador ativo e participativo, encaminhando os conteúdos de

forma estruturada e organizando-os, de maneira que sejam compreensíveis e explícitos para um melhor e maior entendimento por parte dos alunos. Precisarão auxiliar, quando for necessário, na compreensão dos conteúdos, instigando debates entre os grupos acerca da importância desses recursos no processo de ensino aprendizagem e como estão vinculados com as diretrizes curriculares que direcionam o ensino de Ciências, da mesma maneira que as teorias da aprendizagem, porém sempre considerando o espaço e sua liberdade e/ou capacidade intelectual.

Compete ao professor, distribuir as atividades aos grupos de forma organizada, propiciar um ambiente favorável ao aprendizado, fazendo a mediação sempre que necessário, com o objetivo de que novos conceitos sejam compreendidos e aprendidos.

3.2.5 Avaliação

A proposta de avaliação da aprendizagem nessa forma de trabalho é que esta seja contínua e cumulativa com o processo de ensino, reconhecendo sempre a participação e o desempenho dos alunos no decorrer da execução das atividades, especialmente os debates gerados em sala de aula entre os mesmos. Tal avaliação deve ter caráter diversificado: tanto qualitativo do ponto de vista “instrumento” e quantitativo quando o professor se orienta no regimento escolar estabelecido. Sendo assim, para que ocorra um resultado positivo na aplicação do referido trabalho, o professor deve:

- Desenvolver questões de maneira organizada, possibilitando ao aluno de forma clara e objetiva o que se pretende alcançar;
- Possibilitar a compreensão de conceitos físicos presentes em textos ou questões;
- Analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos abordados;
- Abordar as questões relacionadas ao conteúdo de forma contextualizada, buscando sempre, uma melhor e maior compreensão dos alunos sobre o assunto.

Ao final de todo o processo, a finalidade da avaliação da aprendizagem é de verificar o que o aluno efetivamente aprendeu e fornecer subsídios para a atividade docente no processo ensino e aprendizagem (BORBA et. al., 2007, apud PARANÁ, 2008).

Por fim, reitera-se a importância de oportunizar aos alunos no final do processo, a realização da “auto-avaliação”, levando-os a uma reflexão sobre seu desempenho e sua evolução no decorrer de todo processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, a avaliação potencializa o papel da escola quando cria condições reais para a condução do trabalho pedagógico.

A avaliação da aprendizagem bem elaborada serve como ferramenta para a melhoria da qualidade de ensino, conduzindo o aluno ao sucesso, e não mais ao fracasso (SCHON & LEDESMA, 2008).

Ainda Busarello (2000, *apud* ALBINATI, 2011, p.1), sabiamente comenta que “por trás da escolha do tipo de avaliação a ser praticada, está a decisão quanto ao tipo de ser humano que se pretende formar: submisso ou autônomo, passivo ou ativo”.

4 RELATOS DA EXPERIÊNCIA E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo objetiva discorrer sobre a experiência realizada por meio da aplicação da Sequência Didática, bem como apresentar os dados levantados com a coleta e, por fim, realizar a análise interpretativa dos mesmos, enquanto descreve os passos da aplicação. Como já foi explicitado no capítulo que tratou da metodologia usada para a realização desse trabalho, o aporte teórico utilizado para a análise dos dados foi o da Pesquisa Qualitativa.

Foram escolhidos para a implementação do produto educacional, alunos do 3.º ano de uma instituição pública, da cidade de Assis Chateaubriand – PR. Sendo apenas em uma única turma contendo 26 alunos. Para preservar o anonimato dos participantes foram denominados como Aluno A1; Aluno A2; Aluno A3 e assim por diante. Em relação à assiduidade, tivemos a participação dos alunos em todos os encontros, os quais aconteceram no período normal de aula, sendo esse no matutino, durante 4,5 semanas, com duração de 02 aulas de 50 minutos por semana, sendo na última semana apenas uma aula de 50 minutos.

O colégio tem como princípio educativo, a formação integral dos estudantes, percebe-se que os resultados alcançados no ENEM e vestibulares têm sido notáveis. Esses dados se constituem como evidências de que se está avançando em direção ao princípio educativo norteador, logo, trabalhos como esse que propõem encaminhamentos ressignificados, pressupondo o estudante como sujeito são muito bem-vindos, apesar das dificuldades encontradas em âmbito geral e comum às escolas públicas do Estado do Paraná.

4.2 AÇÕES DESENVOLVIDAS E ANÁLISE

Iniciamos as atividades no dia 21/05/2019 com um período de duas aulas de 50 minutos na semana, sendo uma na terça-feira e outra na quinta-feira. No primeiro momento, foi apresentado o tema de estudo para os alunos. Foram expostos os objetivos da proposta de trabalho através de um breve resumo, bem como as

atividades que seriam realizadas, explicando sobre a importância da participação dos mesmos para o sucesso dessa implementação.

Em seguida, foi feito um levantamento dos conhecimentos trazidos pelos alunos por meio da evocação livre de palavras, uma técnica na qual os alunos tinham um tema gerador "Ondas" e para este tema deveriam escrever cinco palavras e, após, justificar a escolha dessas palavras, o intuito foi de verificar quais elementos científicos estariam presentes nas respostas.

Nesse momento evidenciou-se a dificuldade dos alunos com o tema, muitos não escreveram nada, ou escreveram que não sabiam, outros trouxeram a ideia de onda do mar. A maior parte das respostas estava distante dos conceitos físicos de ondas.

Após a evocação livre de palavras sobre o tema "ondas" solicitamos a confecção de um mapa conceitual inicial (é importante ressaltar que antes de iniciar o trabalho com o mapa conceitual os alunos já possuíam conhecimento desse encaminhamento metodológico, pois já haviam produzido mapas conceituais em outros conteúdos). Neste momento surgiram vários questionamentos principalmente sobre a própria ferramenta de ensino. Algumas notas tomadas a partir das falas iniciais são apresentadas a seguir:

"É aquele negócio dos quadradinhos, professor, mas posso escrever qualquer coisa que penso mesmo sobre isso" (Aluno A3).

"Mas qualquer onda faz parte da Física professor, até essas do celular e wi-fi" (Aluno A12).

"Só de *sabê* que não vai ter conta eu já estou gostando" (Aluno A7).

Na fala do aluno A3, fica evidente sua preocupação com a estrutura e com o que vai colocar no papel, já o aluno A12 apresenta uma fala carregada de percepção da física, já apresenta uma dúvida sobre o conteúdo e cita exemplos de ondas eletromagnéticas ainda que não tenha consciência disso. É importante ressaltar aqui que tal conhecimento deve ser entendido como subsunçor, é a partir dele que vamos apresentar alguns organizadores prévios a fim de que os alunos interajam e compreendam o conceito físico.

O aluno A7 afirma que já está gostando pelo fato de não ter conta. Esse tipo de abordagem ajuda a desmistificar que a Física é só "fórmulas", os alunos começam a perceber que é possível falar sobre Física sem fazer contas.

Na sequência, foi pedido para que os alunos se organizassem em grupos com quatro ou cinco integrantes. Foi proposta uma situação problema para discussão em grupo, a questão era a seguinte: você já tentou ligar a televisão com o controle remoto do aparelho de DVD? E abrir uma garagem utilizando o controle remoto do portão de outra? Por que isso não é possível se todos esses equipamentos são geradores e receptores de ondas eletromagnéticas? Após um tempo de discussão cada grupo deveria relatar suas conclusões.

Essa atividade foi muito importante, pois além da discussão sobre a questão, foi eleito em cada grupo um líder, que iria relatar a posição do grupo sobre a questão discutida. Este momento é muito importante em um processo de ensino e aprendizagem, pois, os alunos desenvolvem as diferentes competências e habilidades que estão associadas de acordo com Zabala (1999) aos conteúdos procedimentais e atitudinais.

Nesse momento, os alunos ficaram um pouco receosos, pois até então o professor não havia feito nenhuma intervenção com explicações do conteúdo, porém, quando leram a questão, muitos começaram a dar risadas e a socializar com o grupo que já havia tentado resolver a situação que estava colocada no papel. A partir desse momento, pôde-se perceber nos rostos dos alunos um “Uffffffa!” de “não é tão complicado assim”.

Após recolher as respostas, foi aberto um debate mediado pela professora sobre utilizar o controle de outro aparelho para ligar a televisão ou abrir a garagem. Os alunos que já tinham feito esse tipo de experiência queriam falar ao mesmo tempo e contar como tinha sido tal experiência, os que nunca tinham feito isso, ouviam atentos os relatos dos amigos. Percebemos aqui o estabelecimento de um ambiente no qual os alunos queriam falar, entendemos que esse é um elemento muito importante em uma aula de Física, o diálogo. O aluno precisa perceber que tem espaço para ele durante a aula, como sujeito de interação sobre o assunto.

Mediante essa atividade, evidencia-se que alguns alunos detêm muito pouco conhecimento sobre o conteúdo de “Ondas”, e a partir dessa atividade foi possível sanar dúvidas e, ao mesmo tempo, diagnosticar pontos fundamentais para o aprofundamento do conhecimento, portanto essa atividade permitiu a organização do trabalho do professor para os próximos encontros.

O segundo encontro aconteceu no dia 23/05/2019, teve duração de 50 minutos. Nessa aula, foi explanado por meio de uma aula dialogada, todo conteúdo

de noções elementares de “*Onda*”, foi utilizado multimídia e apresentação em PowerPoint com imagens e gifs, para que o aluno visualizasse a diferença de uma onda mecânica e uma onda eletromagnética, também a diferença entre movimento longitudinal e movimento transversal. Nessa aula, houve a participação dos alunos por meio de perguntas e troca de ideias entre eles e a professora.

A partir do conteúdo explanado, alguns alunos tentavam estabelecer relação entre o conteúdo e o seu cotidiano. Ao final dessa aula, houve uma participação intensa dos alunos através de questionamentos e debate com colegas e com a professora. Em uma aula convencional não se verifica essa participação quando os mesmos estão nos modelos tradicionais, sentados enfileirados e copiando inúmeras informações e aplicando "fórmulas" em exercícios.

Neste caso, foram construindo o conhecimento junto com as aplicações do professor, pois em vários momentos eles intervinham na aula com perguntas e informações que serviam para acrescentar o conhecimento. Nesse trabalho, os alunos foram levados para um ambiente extraclasse, sendo no início a aplicação realizada na sala de multimídias onde os mesmos não precisam sentar enfileirados, pois se organizam da maneira que se sentem mais à vontade, conforme podemos verificar na figura a seguir.

Figura 09: Roda de conversa – sala de multimídia.



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 10: Análise do problema elencado



Fonte: Autoria própria (2019)

O terceiro encontro aconteceu no dia 30/05/2019, teve duração de 50 minutos. Essa aula iniciou com uma atividade individual, como sempre houve reclamação por parte de alguns alunos, porém quando os mesmos começaram a fazer leitura das questões brincaram dizendo:

“Isso é moleza pro papai” (Aluno A11)

Logo após as questões estarem nas mãos do professor, foi exibido um vídeo sobre “*Ondas Eletromagnéticas*” o qual abordou informações básicas sobre “Ondas”, como comprimento de onda, velocidade, frequência, energia e muitas outras informações que pareciam ser novidade para os alunos; pois os mesmos faziam comentários entre eles, tipo:

“Eu não sabia disso” (Aluno A6).

Esse vídeo tinha a função de servir como um organizador prévio para os alunos. Em outro momento, foi possível ouvir relato de alunos dizendo que havia acertado a questão, enquanto outros ficavam surpresos com as informações apresentadas no vídeo. Nessa atividade, alguns alunos começaram a tomar consciência do que respondeu em um momento anterior da sequência didática, isso é essencial para que a aprendizagem significativa aconteça.

Figura11: Atividades envolvendo ondas Eletromagnéticas



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 12: Leitura de texto Complementar



Fonte: Autoria própria (2019)

Em um segundo momento, na mesma aula ainda, foi solicitado ajuda de quatro alunos, em que se pediu para que um deles subisse sobre uma carteira e segurasse um experimento conhecido como “máquina de fazer ondas”. Com ajuda de mais três colegas eles fizeram a demonstração de ondas, a turma sempre participando e pedindo para eles agitarem com mais força e mais velocidade.

Figura 13: Experimento – máquina de fazer ondas (vertical)



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 14: Experimento – máquina de fazer ondas (horizontal)



Fonte: Autoria própria (2019)

Outra atividade desenvolvida com o auxílio dos alunos foi a utilização de uma mola de brinquedo, onde fizeram demonstrações de ondas longitudinais, sempre havendo participação da turma pedindo para o aluno movimentar o brinquedo com maior rapidez.

E a última atividade dessa aula, foi com o auxílio de uma corda e dois alunos, em que os mesmos, segurando as extremidades da corda, fizeram demonstração de ondas transversais. Nesse momento, os alunos conseguiram estabelecer um

parâmetro entre a quantidade de energia que está sendo transmitida na corda quando o movimento é "pequeno" ou "grande".

Nessas atividades, houve a participação dos colegas que estavam assistindo, pois os mesmos pediam para eles agitarem a corda com mais velocidade, enquanto outros falavam para colocar mais força.

Figura 15: Aluno realizando a experimentação



Fonte: Autoria própria (2019)

Entendemos que a atividade experimental constitui-se como um elemento muito importante no ensino de Física, pois além de discutirem conteúdo de Física precisa interagir em pequenos grupos, desenvolver habilidades de manuseio e de comunicação. Essas atividades são essenciais para a vida futura dos estudantes, independente da profissão a que venham escolher.

Percebe-se que, o encaminhamento de várias estratégias de ensino, leva os alunos a uma maior motivação e interesse pelo aprendizado.

O encaminhamento dado pelo professor, através de diversas estratégias de ensino, deve possibilitar ao estudante, analisar e interpretar as situações iniciais propostas e outras que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV E ANGOTTI, 2000, p.54-55, apud ALVES, 2012, s.p.).

Ou seja, partindo de um encaminhamento metodológico com diversas estratégias, intensificam-se as possibilidades de um maior debate e discussões, facilitando a criação de novas ideias, análises e formulação de novos conceitos, através de caminhos diferentes.

Figura 16: Aluno realizando a experimentação



Fonte: Autoria própria (2019)

A atividade 4 que propunha a utilização do ambiente JAVA, não foi possível ser trabalhada no laboratório de informática; pois os alunos estavam agitados e o tempo estava curto. Foi apresentado e manuseado pelo professor no multimídia, demonstrando e ao mesmo tempo retomando parte das explicações sobre noções básicas de “Ondas”. Alguns alunos fizeram os comentários, tais como:

“Adorei” (Aluno A 07).

“Ficou fácil fazer uma ligação com a teoria” (Aluno A 13).

“Passa o endereço para eu manipular esse simulador em casa” (Alunos A17 e A 21).

Essa aula foi muito especial, foi incrível perceber a participação dos alunos, e até mesmo uma funcionária responsável pelo portão que fica muito próximo à sala de multimídia estava observando a aula através do vidro, e ainda mais duas professoras readaptadas, em pé do lado de fora também observam a aula.

A referida aula terminou com os alunos agitados e aplaudindo os colegas que estavam participando na realização dos trabalhos práticos. Ao término desta aula, as professoras e a funcionária pediram quando ia ter outra aula daquela, que elas queriam participar. Nesse momento é que esquecemos todos os desafios de nossa profissão, vendo nos rostinhos dos adolescentes um final de aula satisfatório, com muito aprendizado.

O quarto encontro foi realizado no dia 06/06/2019, iniciando com uma atividade em grupo. Foi solicitado aos alunos que se organizassem em grupos com três ou quatro pessoas; em seguida, foram distribuídas as atividades pela professora composta por quatro questões.

- ✓ Como funciona uma conexão WI-FI?
- ✓ Como funcionam os telefones celulares?
- ✓ Como podemos ouvir uma música no rádio?
- ✓ Como funciona o aparelho de microondas?

Os alunos foram orientados pela professora, a ler com atenção as questões propostas, fazerem uma reflexão, discutirem, analisarem o seu cotidiano e anotar suas respostas. Foi observado que os grupos discutiam e trocavam ideias em relação às questões da atividade, também se pode perceber um respeito mútuo entre uma resposta e outra.

Um grupo relatou que o assunto estava relacionado com o cotidiano deles, e era muito fácil discutir entre eles. Porém, no momento de relatar no papel era muito difícil. Esta afirmação nos leva a pensar que os alunos escrevem pouco, assim esta etapa da sequência didática contribuiu para que os alunos trabalhassem a síntese de uma ideia e principalmente desenvolvessem a expressão escrita, mais uma habilidade importante para a formação de um cidadão.

Outro grupo questionou se era obrigado a responder tudo, pois diziam que por mais que o assunto estivesse relacionado com a vivência deles, os mesmos não conseguiam pôr no papel a resposta. Nessa atividade, gastou-se um pouco mais de tempo do que o previsto, pois se observou muito debate entre os integrantes do grupo e também a dificuldade no momento de registrar.

Com as repostas em mãos, foi feito um debate com a sala toda, no qual todos puderam falar e questionar e, ocorrendo várias intervenções da professora, foi possível registrar alguns relatos como:

“Porque não pensei nisso”? (Aluno A9).

“Nunca tinha parado para pensar nisso” (Aluno A15).

Ao término da discussão e ainda em grupo, foi encaminhado um pequeno texto para leitura. Em seguida, foram encaminhadas duas questões para os alunos pesquisarem na internet, utilizando o celular. Logo após, foi exibido um vídeo sobre

“*Espectro Eletromagnético*”, e mais uma vez foi possível ouvir dos alunos:

- ✓ Que tipo de ondas são os exemplos trazidos nos questionamento acima?
- ✓ Quais as semelhanças entre elas? Quais as diferenças entre elas?

“Cara, já estudamos essa parte das cores refletiram” (Aluno A18).

“Nossa, têm muitas coisas para serem estudadas através das ondas” (Aluno A 23).

“Muito bom para nós pensarmos um pouco mais” (Aluno A5).

Durante a exibição do vídeo, percebemos que os alunos estavam atentos às informações que estavam sendo apresentadas, relatando a importância do vídeo para melhor compreensão do conteúdo “Ondas Eletromagnéticas”, e até mesmo para lembrarem assuntos estudados em anos anteriores. Nessa parte, da sequência didática o vídeo serviu como um material complementar ao texto lido e às atividades experimentais anteriormente realizadas.

A aprendizagem desenvolvida com instrumentos de ensino variados, como a utilização de vídeos, por exemplo, deve ser pensada como um desafio constante, pois uma prática bem planejada abre possibilidades para maior capacidade no processo ensino e aprendizagem. Para que isso seja possível, é importante pesquisar, buscar outras interpretações nos vídeos já conhecidos, estabelecendo mais dinamismo, atrativos, objetivando sempre a apropriação exitosa dos conteúdos estudados. Para Moran, o vídeo é:

Sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços. O vídeo combina a comunicação sensorial-cinética, com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, para atingir posteriormente a racional (MORAN,1993, p.2).

Verifica-se que o vídeo pode ser um instrumento metodológico, que vem auxiliar as aulas, facilitando a compreensão e interpretação dos alunos desde que devidamente selecionado pelo professor. Após exibição desse vídeo, foi feita uma explicação de todo o conteúdo pela professora como fechamento da aula.

O quinto encontro aconteceu no dia 13/06/2019 teve início com a leitura do

texto “Espectro Eletromagnético” de Gomes (2017), sendo que, para isso, foi estipulado um tempo de 15 minutos para que os alunos pudessem fazer uma leitura com compreensão do conteúdo em questão e registrar os pontos considerados por eles como mais importantes.

Em seguida, foram retomados alguns conceitos de forma expositiva e dialogada, professor e alunos, fazendo relação entre os conceitos: frequência, período, velocidade e comprimento de onda. Neste momento, a professora fez demonstrações no quadro da relação entre essas grandezas, procurando levar os alunos a fazer comparações entre o conteúdo ministrado na primeira aula. Para finalizar essa aula, foi proposta a atividade de leitura do texto “*Espectro eletromagnético*”, do livro didático Bonjorno et. al. (2016) adotado pelo colégio, chegando ao término dessa aula.

Figura 17: Leitura coletiva do texto “Espectro eletromagnético”



Fonte: Autoria própria (2019)

Nesta aula, foi observada uma grande participação dos alunos na leitura e interpretação do tema proposto e, conforme iam surgindo dúvidas durante a leitura, os grupos procuravam discutir e tentar chegar a uma explicação científica. Somente ocorreu a intervenção da professora quando foi observada que a conclusão estava fugindo do assunto estudado, quando verificado que a conversação estava fluindo ideias relacionadas ao conteúdo, não ocorria intervenção.

Interessante ressaltar nessa atividade que, quando se propõe uma atividade que envolve texto, o mesmo não deve ser lido como se fosse simplesmente um

manual. É importante que o professor evite perguntas com respostas diretas, que não possibilite uma análise em torno dos conhecimentos estabelecidos no texto. Assim, é importante que sejam propostas questões que despertem o interesse do estudante.

O que mais você gostaria de saber sobre esse assunto? Você concorda ou discorda do autor? Perguntas como essa podem ter o poder de envolver o estudante na leitura, possivelmente pela sua natureza mais pessoal, e podem ser um bom início para uma leitura, da qual não se poderá dizer que é simulada (ALMEIDA; SILVA,;MACHADO, 2010. p.67).

O sexto encontro foi realizado no dia 18/06/2019 teve início com a professora fazendo intervenção por meio de explicações do conteúdo “*Características de cada faixa espectral e sua interação com a matéria*”. Para isso, foi utilizado multimídia e apresentação em *PowerPoint*, com imagens e aplicações no cotidiano do aluno. Em seguida, foi encaminhada uma atividade através de um questionário com 09 questões. Para realizar essa atividade, os alunos fizeram uso do livro didático Bonjorno et. al. (2016) adotado pelo colégio.

1- (PUC – RJ) Considere o espectro eletromagnético de acordo com a frequência (em hertz): Ondas de rádio: 10^8 Micro-ondas: 10^{10} infravermelho: 10^{13} Ultravioleta: 10^{16} raios: X 10^{19} raios gama: 10^{22} . Dentre as fontes citadas a seguir, qual produz radiação eletromagnética com maior comprimento de onda no vácuo:

- a) laser ultravioleta
- b) forno de micro-ondas
- c) luz vermelha
- d) aparelhos de raios X
- e) laser infravermelho

2- A luz visível constitui uma parte relativamente grande ou relativamente pequena de espectro eletromagnético?

3- Qual é a principal diferença entre uma onda de rádio e uma onda luminosa? E entre uma onda luminosa e uma de raios X?

4- Qual das duas possui o comprimento de onda mais curto: a radiação ultravioleta ou a infravermelha? Qual delas tem a maior frequência?

5- Ouvimos pessoas falando em “luz ultravioleta” e “luz infravermelha”. Por

que tais termos são confusos? Por que é menos provável escutar pessoas falando em “luz de rádio” e de “luz de raios X”?

6- Qual o comprimento de onda correspondente a uma estação de rádio:

- a) AM, de frequência 1000 KHz?
- b) FM, de frequência 100 MHz?

7- Uma onda eletromagnética está se propagando no vácuo, com velocidade $3 \cdot 10^8$ m/s. Sendo a frequência dessa onda de 100 MHz, determine para essa onda:

- a) A frequência de oscilação do Campo Eletromagnético B;
- b) O seu comprimento.

8- Apontadores a laser emitem ondas luminosas de comprimento de onda é de 670 nm. Qual é a frequência dessa luz?

9- Discuta com seu grupo e apresente uma explicação para as seguintes situações:

- Como funciona uma conexão WI-FI?
- Como funcionam os telefones celulares?
- Como podemos ouvir uma música no rádio?
- Como funcionam o microondas?

Figura 18: Desenvolvimento da atividade proposta



Fonte: Autoria própria (2019)

Nessa aula também, foi realizada uma atividade utilizando a luz negra, para que eles pudessem observar uma nota de cinquenta reais com a luz branca e com a

luz negra e diferenciar o que podia ser observado com esse tipo de luz.

Como resultado dessa atividade, pode-se observar que certo número de alunos fazia uma ligação com a luz utilizada nas portarias de festas e em lugares que os mesmos frequentam nos finais de semana, mas também uma pequena parte dos mesmos não tinha o conhecimento desse tipo de luz. Alguns alunos pediram para retomar essa atividade com a luz negra em outro momento.

Figura 19: Atividade com a luz negra



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 20: Conclusão do questionário sobre “Ondas”



Fonte: Autoria própria (2019)

Como encerramento dessa aula, foi solicitado para os alunos pesquisarem o funcionamento de uma emissora de rádio, o que são ondas sonoras, de que maneira as ondas sonoras podem ser utilizada? Também foi solicitado que pesquisassem três exemplos de uso das ondas sonoras e seu funcionamento. Para essa atividade, os alunos tiveram 04 dias para concluírem a pesquisa e entregarem para a professora, com o propósito de levantar subsídios para o último módulo.

Para relembrar os conteúdos, foram retomados alguns conceitos relacionados ao conteúdo “Ondas”, o qual os alunos iam ajudando na definição de alguns desses conceitos de acordo com o que iam lembrando.

No dia 31/07, iniciamos a aula com a construção de um mapa conceitual, em grupo, envolvendo o conteúdo “Ondas”. Para isso, determinamos um tempo de 15 minutos. Logo após o término, cada grupo apresentou o seu mapa mental para a sala e, para essa apresentação necessitamos de 7 minutos, em seguida, construímos coletivamente um mapa conceitual no quadro, com a participação dos alunos.

Alguns alunos conseguiram visualizar a diferença entre os mapas “conceitual” que tinham sido construídos no coletivo no dia 25/06, e o relato de alguns alunos foi o seguinte:

“Não tínhamos lembrado da energia” (Aluno A3).

“Nem relacionado frequência e energia” (Aluno A21).

“Esse ficou mais completo” (Aluno A24).

Como os grupos já estavam formados, e como a próxima atividade já estava prevista para ser realizada em grupo, os alunos permaneceram nessa mesma disposição. Assim, foram apresentadas para a turma quatro questões norteadoras para serem respondidas e, para isso, tiveram um tempo de 15 minutos. Com isso, finalizou-se essa aula, não sendo possível fazer uma discussão das respostas, ficando para a próxima semana.

Na data de 06/08, iniciamos a aula com um breve debate sobre as questões norteadoras e, logo em seguida, questionando os alunos o quanto eles escutam rádio e quais as emissoras, programas preferidos e o que eles acham possível de aprender via rádio.

Foi interessante ouvir o relato dos mesmos. Porém, a maior parte relatou que não ouve rádio, mas que é possível sim adquirir conhecimentos através desse instrumento. Logo em seguida, foi solicitado que formassem grupos e encaminhado o texto “Ondas de Rádio e de TV” onde os alunos tiveram 5 minutos para fazerem uma leitura e em seguida encaminhar uma atividade com a imagem de um rádio.

Foram entregues também, 08 questões para os mesmos refletirem e anotar suas conclusões.

Nesses momentos, é sempre muito interessante observar os comentários que eles fazem, como por exemplo:

“Esse rádio é do tempo do meu bisavô” (Aluno A12).

“Como é que eles conseguiam ficar ouvindo esse negócio”? (Aluno A15).

“É muito engraçado” (Aluno A9).

Após terminarem de responder as questões, sendo recolhidas pela professora, foi feito um breve comentário sobre cada questão, quando os alunos tiveram a oportunidade de contribuir, ficando nítido nesse momento que não é apenas o professor que tem que expor o conhecimento, mas que eles também estão participando da construção do conhecimento. Enquanto se debatia as questões, foi possível perceber a vontade dos alunos para chegar à questão 08, que perguntava se é possível ter um rádio que funcione sem pilhas ou energia elétrica? Aqui houve perguntas do tipo:

“Só pode ser brincadeira, não tem como funcionar” (Aluno A13).

“Os caras eram fera” (Aluno A22).

“Pode ser até que exista, mas não faço ideia de como vai funcionar” (Aluno A19).

“Tem alguma coisa a ver com ondas eletromagnéticas, pois estamos estudando isso”(Aluno A2).

Com isso terminou a aula e os mesmos ficaram chateados querendo saber como funcionava o tal rádio, propusemos que as respostas seriam descobertas na próxima aula.

No dia 08/08, essa aula teve início na sala de multimídia, sendo retomada a questão da aula anterior, apresentado o *rádio de galena* para os alunos. Foi apresentado em PowerPoint, os materiais, montagem e funcionamento do mesmo.

Figura 21: Apresentação em slides - Rádio de Galena



Fonte: Autoria própria (2019)

Em seguida, foi solicitado para que os alunos ajudassem a esticar o fio de cobre, que tinha a função da antena; nesse momento foi a hora mais gratificante, pois a maior parte dos alunos ajudou e ficou muito interessada em manusear, em testar e ver se realmente funcionava. Alguns relatos do tipo “isso dá choque”, “não vai funcionar”, “como pode funcionar sem bateria?”, “só com esses fios?”, enfim, nesse momento nos sentimos realizados ao ver que realmente havia despertado curiosidade e interesse nos alunos.

Figura 22: Alunos operando o Rádio de Galena **Fonte:** Autoria própria (2019)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou aplicar, desenvolver, implementar e avaliar o potencial pedagógico de uma Produção Didático-Metodológica denominado Sequência Didática (SD) o qual pode ser compreendido como uma metodologia voltada para práticas pedagógicas postuladas, sobretudo, por (DOLZ, NOVERRAZ e SCHNEUWLY, 2004). O Objetivo geral desse produto foi o de produzir um material pedagógico sobre “Ondas Eletromagnéticas”, a fim de proporcionar aos alunos do 3.º ano do ensino médio uma sequência de atividades para aprendizagem do conteúdo de maneira a provocar um envolvimento mais efetivo dos estudantes no decorrer das aulas de Física.

A proposta de mediação desse trabalho foi fundamentada em uma metodologia que prioriza o desenvolvimento de diferentes atividades, tais, como: debates, observações, leituras, experimentos, relatos, trabalho em equipe, pautando-se na Teoria de Aprendizagem Significativa segundo Ausubel (1982). Essa teoria considera a aprendizagem significativa quando uma nova ideia interage com ideias previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

A natureza da aplicação da Sequência Didática foi realizada pelas proposições da pesquisa qualitativa, sendo realizada a coleta de dados a partir da aplicação do produto educacional, diário de campo e aplicado o método analítico interpretativo para se chegar aos resultados expostos na forma descritiva.

Com a proposta desse trabalho, podemos observar uma maior participação nos debates, discussão e, principalmente, na interação e respeito entre os próprios alunos; entre os alunos e as atividades propostas, entre professor e alunos e contribuiu para a formação enquanto cidadão. Um ponto relevante encontrado nessa atividade foi o quanto colaborou para que os alunos não faltassem às aulas. Embora esse não tenha sido uma das intenções dessa pesquisa, todavia, a informação torna-se relevante ao mostrar que atividades escolares quando encaminhadas de forma competente torna-se atrativa contribuindo para a frequência do alunado.

Percebeu-se ainda, um maior envolvimento nos trabalhos em grupos, também houve indícios quanto essa forma de trabalho auxilia desenvolvimento oral.

A partir da observação de tais resultados, foi possível concluir que essa proposta de trabalho possui uma grande capacidade pedagógica, visto que

proporciona a criação de um ambiente de ensino que aguça a participação dos alunos de forma democrática na elaboração do conhecimento, ao mesmo tempo oportuniza ao professor, planejar um ensino de forma diferenciada.

Uma observação importante que requer destaque na aplicação desse trabalho foi a de que tínhamos, na turma, no início do ano letivo, alguns alunos totalmente desinteressados, que até dormiam em sala de aula. Porém, aos poucos eles foram se envolvendo e, no decorrer de todo o processo, foram os que mais participaram das atividades, inclusive dando sugestões em todo o desenvolvimento do trabalho, e com isso, esses alunos se incluíram no processo de aprendizagem.

Ainda temos que ressaltar que a realização dessa proposta de trabalho não teve como propósito substituir o ensino regular de Física. Tampouco, influenciar na proposta pedagógica de ensino, mas sim tem o propósito de apresentar recursos para os nossos professores, para que os mesmos possam oportunizar um ensino com um modelo diferenciado, com o objetivo de provocar nos alunos motivação e interesse para o estudo da Física.

Através dos relatos dos alunos sobre as atividades realizadas, podemos afirmar que os objetivos do estudo foram alcançados, desde levantar e testar hipóteses, argumentar em pequenos grupos, tendo a oportunidade de defender seu pensamento e, sobretudo, respeitar o conhecimento do outro e conseguir expor seu conhecimento em um grupo muito maior, associando os conhecimentos prévios com os novos que ora se construía.

Com a realização desse trabalho sobre ondas eletromagnéticas verificou-se que é possível oportunizar aos alunos um ensino de qualidade no que se refere à disciplina de Física, da mesma forma, estimular o professor a selecionar e elaborar atividades que provocam nos alunos, o desejo de entender e aprender a disciplina de Física, estimulando-os a irem ao colégio.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. et al. Proposta curricular pedagógica de física. 2012. <http://www.apuceebjalindaeamiyadi.seed.pr.gov.br/> . Acesso em: 01/09/2019.
- AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA & AXT. Tópicos em ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- ALBINATI, P. P. M. Avaliação da aprendizagem: a avaliação formativa e seus desafios. Portal Educação. 2011. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/conteudo/avaliacao/10337>. Acesso em: 14/01/2019
- ALMEIDA, M. J. P. M. de; SILVA, H. C. da. MACHADO, J. L. M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em física. 2010. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/> . Acesso em: 25/09/2019.
- AUSUBEL, D. P. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, D. P. ; NOVAK, J.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1995.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BATISTA, M.C., CONEGLIAN, D. R., ROCHA, D.R., Interdisciplinaridade no ambiente escolar: uma possibilidade para formação integral no Ensino Fundamental. Revista Pontes, Paranaíba, v. 1, nº 1, 2018. p. 107-122.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences. Maringá, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org> . Acesso em: 23/02/2019.
- BATISTA, M. C., FUSINATO, P. A., A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física, REnCiMa, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015.
- BATISTA, D. C. Uma proposta para se ensinar efeito fotoelétrico no ensino médio. 2016. Disponível em: riut.utfpr.edu.br. Acesso em: 03/09/2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Guia de Tecnologias Educacionais. Brasília, Secretaria de Educação Básica. 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/> . Acesso em: 13/05/2019.
- BONJORNO, J. R. R. CLINTON, M. A. AUGUSTO, L. Física, eletromagnetismo, física moderna.. São Paulo, SP: FTD. V.3 (s.d.)

CARVALHO, A. M. P. (org). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. O uso de simuladores virtuais do phet como metodologia de ensino de eletrodinâmica. In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Artigos. SEED-PR. 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/>. Acesso em:22/02/2019.

CASTRO, A. D. E. A. (Ed.). Didática para a escola de 1º e 2º graus. 4. São Paulo: Pioneira, 1976. p.49-55.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.) Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In:_____. O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script>. Acesso em: data de acesso 19/01/2019.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M. e SCHNEUWLY, D. Gêneros orais e escritos na escola. Tradução e organização Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 95 – 128.

ECHEVERRÍA, M. P. P., POZO, J. I. Aprender a Resolver Problemas y Resolver Problemas para Aprender. In: La solución de problemas. Juan Pozo (Org.) Madrid: Ed. Santillana, 1994.

FREITAS, A. L. de ; FORSTER, M. M. dos S. Paulo Freire na formação de educadores: contribuições para o desenvolvimento de práticas crítico- reflexivas. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n61/1984-0411-er-61-00055.pdf> . Acesso em 20 de Abril de 2019.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 2 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FONSECA, W.; SOARES, J. A. Os desafios da escola pública do Paraná 2016. Experimentação no ensino de ciências. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/> . Acesso em: 15 de agosto de 2019.

GRAÇA, C. Eletromagnetismo.2012. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/> . Acesso em: 30 de agosto de 2019.

GOMES, E. C. Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações cts. 197f. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas) Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2017.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. DE S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. Revista Brasileira do Ensino Física. vol.29, n.2, São Paulo,SP: 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid. Acesso em:05/04/2019.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*. n.44, Curitiba, .Abr/Jun. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid. Acesso em:23/03/2019.

LARA, A. L. de. et al. Ensino de física mediado por tecnologias de informação e comunicação: um relato de experiência. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF. Anais... São Paulo, SP: 21 a 25 de janeiro de 2011. Disponível em: <https://www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/TICs-na-F%3%adsica.pdf>. Acesso em:05/04/2019

MARQUES, E. C. As dificuldades na aprendizagem da física no primeiro ano do ensino médio da escola estadual de ensino fundamental e médio Osvaldo Cruz. (s.d.). Disponível: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/fisica/as-dificuldades-na-aprendizagem-fisica-no-primeiro-ano-ensino-medio.htm>. Acesso em:08/05/2019.

MORAN, J. M. et al. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

OLIVEIRA, Maria Marly. *Sequência didática interativa no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Ensino. Departamento de Ensino Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Língua Portuguesa – Curitiba: SEED, 2008.

PERPÉTUO, Susan Chio de; GONÇALVEZ, Ana Maria. *Dinâmicas de grupos na formação de lideranças*. Rio de Janeiro: DP&A, 2005. [Links]

SALLES, C. M. C. *A aprendizagem significativa e as novas tecnologias na educação a distância*. 2012. 53f. Projeto (Dissertação de mestrado). Belo Horizonte, MG. FUMEC – FACE.

SÉRÉ, M. G. *O papel da experimentação no ensino da física*. 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/9897-29933-1-PB.pdf> >. Acesso em: 25/03/2019.

SCHON, C. K.; LEDESMA, M. R. K. *Avaliação da Aprendizagem*. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov>. Acesso em: 20/0022019.

SCHUHMACHER, et al. *Experiências Virtuais Aplicadas em Aulas de Teoria de Física*, 2002. Disponível em :< HTTP://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2810.pdf>. Acesso em 20/01/2015.

SILVA, N. M. da. *Como a utilização de um experimento didático pode melhorar as notas de alunos em física: construindo um coletor solar como ferramenta educativa*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/>. Acesso em: 03 de maio de 2019.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. *Imagens e educação*. v.4, n.1, p.36-42, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/48779927-Teoria-da-aprendizagem-significativa-de-ausubel>. Acesso em: 13/03/2019.

SILVA, K. C. de O.; LEVANDOSKI, A. A. O jogo como estratégia no processo ensino-aprendizagem de matemática na 6ª Série ou 7º Ano. *Cad. Bras. Ens. Fis.*, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/>. Acesso em: 10/06/2019.

TORRES, Elisabeth Fátima; MAZZONI, Alberto Angel; ALVES, João Bosco da Mota. A acessibilidade à informação no espaço digital. *Ci. Inf.* [online]. 2002, vol.31, n.3, pp.83-91. ISSN 0100-1965. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652002000300009>.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez, 2004.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão; ZOUAIN, Deborah Moraes (Orgs.). *Pesquisa qualitativa em administração*. *Revista de Administração Contemporânea*. Rio de Janeiro: FGV, 2004. 224 p. (ISBN 85-225-0472-5). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=. Acesso em: 19/01/2019.

VOLPATO, V. C. ; AGUIAR, J. A. de; REIS, J. M. C. dos. A construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais: contribuições de uma oficina temática sobre investigação criminal. In: *Actio: Docência em Ciência*. Curitiba, v. 2, n. 3, p. 249-269, out. a nov 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/114761988> . Acesso em: 27/02/2019.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZABALA, A. A. *Prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A. (org). *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em sala de aula*. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1999.

ZANATTA, S. C.; LEIRIA, T. F. Uma análise das atividades experimentais publicadas em artigos científicos. *Ensino e Pesquisa*. v.16, n.1, 2018, p. 120-149. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/> . Acesso em: 02/04/2019

The background features a dark space filled with vibrant, ethereal light patterns. On the right side, there is a large, glowing sphere with a pinkish-purple hue, containing internal blue and white filamentary structures. From the top left, a thick, wavy blue line extends across the upper portion of the frame. Below it, several vertical, wavy purple lines descend towards the bottom. The overall effect is that of a complex, multi-colored electromagnetic field or wave pattern.

APÊNDICE A:

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2019.

**ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS**

VALDILENE SONVEZ

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPO MOURÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETOMAGNÉTICAS

Produto Educacional

Valdilene Sonvez

Campo Mourão – PR

2019



VALDILENE SONVEZ

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Produto Educacional

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Fernanda Peres Ramos

Campo Mourão – PR

2019

1. INTRODUÇÃO

No processo ensino aprendizagem, o professor de Física tem encontrado inúmeras dificuldades para o ensino dos conhecimentos científico, considerando uma realidade em que nossos educandos estão inseridos, alguns no mundo tecnológico, enquanto na grande parte dos Colégios verificamos a quase ausência de materiais e laboratório, é nesse contexto que esse trabalho se insere.

O exposto trabalho apresentado na forma de sequência didática é um material de apoio que tem como objetivo contribuir com o professor na construção do conhecimento sobre o tema: “*Ondas Eletromagnéticas*”, de maneira a provocar um envolvimento mais efetivo dos alunos no decorrer das aulas de Física.

A proposta de mediação desse trabalho é fundamentada em uma metodologia que prioriza o desenvolvimento de diferentes atividades, tais como: debates, observações, leitura, experimentos, relatos, entre outros; assim como valoriza o trabalho em equipe, propiciando situações em que os alunos estabeleçam um ambiente de parceria, participação e interação entre eles.

Para a efetivação do trabalho, foram previstas nove (9) aulas, sendo que esse número pode sofrer alterações caso haja necessidade. Esse trabalho está organizado em encontros, com a finalidade de estabelecer um diálogo entre os diversos conhecimentos sociais e assim elaborar, a partir do conhecimento empírico, relação com o conhecimento científico.

No que concerne à metodologia, as atividades propostas nesse trabalho, prezam pelos conhecimentos que os alunos possuem do seu dia a dia incitando assim a convivência entre eles, com a finalidade de valorizar o processo de aperfeiçoamento dos conteúdos conceituais, de habilidades de pensamento, de valores e de atitudes. Para tanto, esse trabalho está dividido em três etapas.

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

| FICHA TÉCNICA: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS | | |
|---|---|---------------------------------------|
| TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Curta, com metodologia e produto final voltado para as práticas pedagógicas. | | |
| PÚBLICO-ALVO | Alunos da 3.º ano do Ensino Médio | DURAÇÃO: 9 aulas de 50 minutos |
| OBJETIVO GERAL | Produzir um material didático pedagógico (sequência didática) sobre Ondas Eletromagnéticas, a fim de proporcionar aos alunos do 3.º ano do Ensino Médio uma sequência de atividades para aprendizagem de ondas eletromagnéticas. | |
| PRÉ REQUISITOS | <ul style="list-style-type: none"> Noções de gravitação universal. Noções de óptica geométrica. Noções de eletricidade básica. | |
| CONTEÚDOS | <ul style="list-style-type: none"> Características das ondas eletromagnéticas. Geração das ondas eletromagnéticas. Espectro eletromagnético. | |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | <ul style="list-style-type: none"> Compreender as características das ondas eletromagnéticas e diferencia-las por meio de diferentes aplicações cotidianas. Associar as diferentes áreas da física em uma única aplicação. Desenvolver a expressão oral e escrita. | |

Fonte: Autores (2019)

1º ENCONTRO: Noções básicas de ondas**Duração desse encontro:** 03 horas aulas

O professor pode separar a turma em pequenos grupos e apresentar para os grupos uma situação problema, em seguida solicite que os alunos discutam no seu pequeno grupo e escreva uma resposta.

Situação problema

Você já tentou ligar a televisão com o controle remoto do aparelho de DVD? E abrir uma garagem utilizando o controle remoto do portão de outra? Por que isso não é possível se todos esses equipamentos são geradores e receptores de ondas eletromagnéticas?

Após escreverem, um aluno de cada grupo faz a leitura da sua resposta; nesse momento o professor não deve apresentar respostas, apenas mediar a participação dos alunos.

Em seguida, entrega para os grupos a atividade 1, um texto sobre noções elementares de ondas. O professor deve solicitar aos alunos a leitura do texto.

ATIVIDADE 1: LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTO:**Noções elementares de ondas.**

Uma onda pode ser definida como sendo uma perturbação do meio em que se propagam, de acordo com alguns estudos estas ondas são entendidas como pulsos energéticos que se propagam no espaço transportando apenas energia, não havendo transporte de matéria.

As ondas podem ser classificadas de acordo com a sua natureza em ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas:

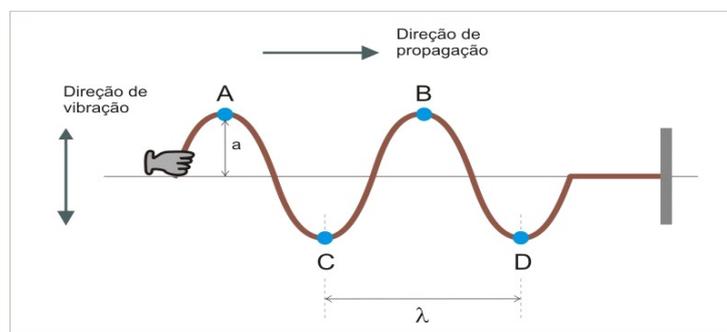
Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagarem. Nesse caso, a propagação do meio oscila em torno de um ponto de equilíbrio. Esses tipos de propagação de ondas ocorrem em ondas em corda, ondas sonoras ao se propagarem no ar ou uma pedra lançada em um lago com águas calmas, ondas mecânicas não se propagam no vácuo. Também podemos definir ondas mecânicas como impulsos mecânicos transmitidos por meio das vibrações das partículas que constituem o meio.

Ondas eletromagnéticas: As ondas eletromagnéticas são resultantes dos campos elétricos e magnéticos em conjunto, que se propagam com velocidade constante, e igual a $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$. É importante ressaltar que uma onda eletromagnética ao contrário da onda mecânica pode se propagar no vácuo. As ondas eletromagnéticas compõem o espectro eletromagnético que representa aproximadamente 5% de toda a energia que conhecemos hoje. Esse espectro é composto por ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio X e Raios gama.

De acordo com a forma, podemos classificar as ondas de duas maneiras distintas: a transversal e a longitudinal.

Ondas transversais: É aquelas cuja direção de perturbação da onda é perpendicular a direção propagação da onda, figura 1.

Figura 1: Representação de uma onda transversal



Fonte: Disponível em:²

Ondas longitudinais: São aquelas cuja direção de propagação da

² Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=33327>

onda e a mesma do movimento de cada ponto dessa onda. Podemos dizer que a direção da vibração coincide com a direção de propagação, figura 2.

Figura 2: Representação de uma onda longitudinal



Fonte: Os autores

É importante salientar que uma onda mecânica pode ser classificada tanto quanto transversal (ondas em cordas) como longitudinal (ondas sonoras) enquanto as ondas eletromagnéticas assumem apenas a forma transversal (espectro eletromagnético).

Classificação em relação à direção de propagação

Segundo as direções em que se propagam, as ondas podem ser divididas em três categorias:

- Ondas unidimensionais:

Só se propagam em uma direção (uma dimensão), como uma onda em uma corda.

- Ondas bidimensionais:

Podem se propagar em duas direções (x e y do plano cartesiano), como a onda provocada pela queda de um objeto na superfície da água.

- Ondas tridimensionais:

Estas se propagam em todas as direções possíveis, como ondas sonoras, a luz, etc.

Características das ondas

Todas as ondas possuem algumas grandezas físicas, que são:

- **Frequência:** é o número de oscilações da onda, por um certo período de tempo. A unidade de frequência do Sistema Internacional (SI), é o hertz (Hz), que equivale a 1 segundo, e é representada pela letra f . Então, quando dizemos que uma onda vibra a 60Hz, significa que ela oscila 60 vezes por segundo. A frequência de uma onda só muda quando houver alterações na fonte.
- **Período:** é o tempo necessário para a fonte produzir uma onda completa. No SI, é representado pela letra T , e é medido em segundos.

Relação entre a frequência e o período de uma onda:

- **Comprimento de onda:** é o tamanho de uma onda, que pode ser medida em três pontos diferentes: de crista a crista, do início ao final de um período ou de vale a vale. Crista é a parte alta da onda; vale, a parte baixa. É representada no SI pela letra grega lambda (λ)
- **Velocidade:** todas as ondas possuem uma velocidade, que sempre é determinada pela distância percorrida, sobre o tempo gasto. Nas ondas, essa equação fica:
- **Amplitude:** é a "altura" da onda, é a distância entre o eixo da onda até a crista. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada.

Após a leitura do texto os alunos devem responder a atividade.

Atividade:

1- O que é uma onda?

2- Qual é a principal diferença entre uma onda mecânica e onda eletromagnética?

3- O que é um comprimento de onda e uma frequência de onda? Exemplifique com um desenho?

4- Imagine uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com velocidade constante de $3 \cdot 10^8$ m/s. Qual a relação entre o comprimento de onda e a frequência?

Após os alunos responderem as questões, o professor deve encaminhar a Atividade 2.

ATIVIDADE 2 – VÍDEO SOBRE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS:

Pretende-se discutir com essa atividade, o quanto as ondas eletromagnéticas estão presentes em nossas vidas. A partir desse momento, com os conhecimentos trazidos pelos alunos, estes deverão ser capazes de compreender que as ondas eletromagnéticas possuem as mesmas características de outros tipos de ondas, e que sua principal diferença é a propagação no vácuo, ou seja, que não necessitam de meio material para sua propagação. Nesse momento, o estudante já deverá ter compreendido que a principal característica para determinar os tipos de ondas eletromagnéticas, é a frequência. Ou seja, quanto maior a frequência, maior será a energia transportada pela onda, e quando a frequência for menor, a quantidade de energia transportada também será menor.

O assunto apresentado no vídeo (duração: 8min 52 s) vai contribuir para que os estudantes façam uma análise do quanto esse tipo de radiação está presentes em nosso cotidiano e que, muitas vezes, não nos atentamos ou não reparamos nas interferências que ocorrem em função da presença dessas ondas no nosso dia a dia.

Figura 03: Vídeo sobre ondas eletromagnéticas.



Fonte: Disponível em:³

Após assistir o vídeo, o professor deverá conduzir um debate envolvendo os conceitos que aparecem no mesmo, e instigando os alunos a apresentarem suas ideias. Após o debate cada aluno deve responder as seguintes questões:

1 – O que é o espectro eletromagnético e para que serve?

2 – Apresente a maior quantidade de aplicações em seu cotidiano das ondas eletromagnéticas que você consegue perceber.

Neste momento, o professor convidará dois alunos para auxiliá-lo em uma atividade prática, atividade 3. Esta atividade é bem simples e praticamente demonstrativa; será proposto o experimento da corda, cujo objetivo principal é levar o aluno a compreender a relação entre quantidade de energia transmitida em uma onda e frequência.

ATIVIDADE 3: ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Dois alunos devem esticar uma corda, sendo que um deles apenas deve segurar a corda, o outro deve perturbar (provocar uma oscilação) a corda na vertical inicialmente com uma velocidade pequena (gastando pouca energia) e verificar o

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zFkaGmFZups>

que acontece com as ondas formadas na corda. Em seguida o aluno deve aumentar a velocidade de perturbação (gastando assim mais energia), e verificar o que acontece com as ondas formadas na corda.

Após realizar a atividade, cada aluno deve registrar, de acordo com seu entendimento, qual a relação entre frequência, comprimento de onda e energia. Em seguida o professor deve encaminhar uma discussão sobre essa temática buscando evidenciar com os alunos que quanto maior a energia (gerada na perturbação), maior a frequência e conseqüentemente menor o comprimento de onda.

Para encaminhar o encerramento do primeiro encontro, o professor pode realizar a atividade 4. Caso não seja possível a realização desta atividade, o entendimento do aluno sobre noções básicas de onda não será comprometido; pois as duas atividades anteriores possibilitam tal entendimento.

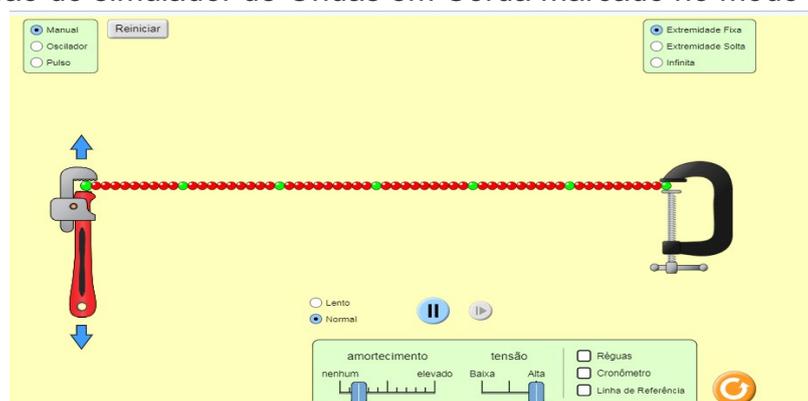
No entanto, a interação do aluno com o computador é desejável. Ao simular, pode perceber ou se atentar para detalhes que ainda não havia ficado claro.

ATIVIDADE 4: SIMULADOR DE ONDAS

Nessa atividade o professor propõe a utilização de um simulador do ambiente JAVA, para explorar os conceitos básicos de ondas. Sugere-se que esse simulador seja utilizado no laboratório de informática, onde o aluno poderá manipular o simulador e o professor estará mediando e orientado nessa atividade.

O simulador pode ser utilizado de diversas maneiras. A seguir, está apresentado algumas sugestões de uso que podem ser feitas com o simulador: Onda em corda disponível em site do phet colorado, de acordo com a figura 4.

Figura 04: Ilustração do simulador de Ondas em Corda marcado no modo manual



Fonte: Disponível em⁴.

Primeira atividade com o simulador

A finalidade dessa atividade, é fazer com que os estudantes compreendam as noções básicas de uma onda transversal, por meio de uma onda mecânica em corda.

PASSOS:

- 1 – Escolha no simulador a extremidade fixa, propulse a chave para cima e para baixo. Neste momento, levar os alunos a pensarem, quais fenômenos estão acontecendo?
- 2 – Selecione a extremidade solta e repetir o processo novamente; o professor deverá questionar os alunos a respeito do que estão observando de diferente?
- 3 – Finalmente deverão selecionar a extremidade no infinito, e impulsionar a chave na vertical. Os alunos devem descrever o que acontece, bem como comparar com as situações anteriores.

Segunda atividade com o simulador

Para essa proposta é necessário colocar o simulador no modo “oscilador”, como apresenta a figura 5. Nesse momento, pode-se utilizar a régua do simulador para fazer medições dos comprimentos das ondas, assim como cronometrar o tempo, para efetuar os cálculos do período e a frequência. A finalidade é fazer com que os alunos assimilem que aumentando a frequência, o período da onda diminui, e vice-versa, bem como verificar que ao aumentar a frequência, o comprimento de onda diminui, esse entendimento será importante para as discussões futuras.

PASSOS:

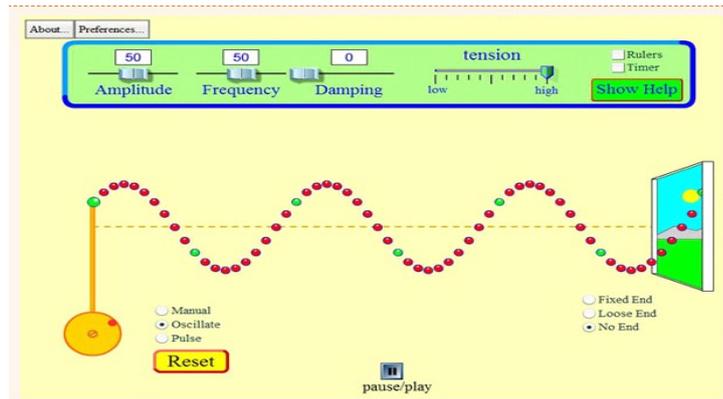
- 1 – Marque a opção extremidade em: fixo; solta; e por último, no infinito. Em cada uma das opções, os alunos serão levados a refletirem e socializarem os fenômenos observados.
- 2 – Nesse momento, o aluno ainda continuará com a opção extremidade em fixo, em seguida deverá fazer variações no cursor da amplitude da onda que está logo acima.

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BRsimulation/wave-on-a-string>

Observando o simulador, descreva o que acontece.

3 – Finalmente, com a extremidade no infinito, movimente os cursores da frequência e de amortecimento. Nesse momento, o professor deverá questionar os alunos sobre o que aconteceu de diferente nas ondas produzidas nos três momentos.

Figura 05: Simulador selecionado no modo Oscilador.



Fonte: Disponível em⁵.

⁵ Disponível em: Sítio: <https://phet.colorado.edu/pt_BRsimulation/wave-on-a-string>-acesso em 02/03/2019.

2º ENCONTRO: Ondas Eletromagnéticas e Espectro Eletromagnético.

Duração desse encontro: 03 horas aulas.

Objetivo: Proporcionar aos educandos o aprofundamento sobre os conceitos de Ondas Eletromagnéticas, estudando o Espectro Eletromagnético.

Nesta etapa vamos conhecer mais profundamente o *Espectro Eletromagnético*; para isso será apresentados aos alunos a atividade 5: Para refletir, apenas para gerar indagações sobre a temática já discutida. Em seguida, será apresentado um vídeo sobre o *Espectro Eletromagnético* de aproximadamente 5 minutos e, logo após será realizada a leitura de um texto que será distribuído aos alunos nos pequenos grupos, para o aprofundamento dos conhecimentos sobre o tema.

ATIVIDADE 5: PARA REFLETIR:

Neste momento, o professor deverá provocar e despertar nos alunos curiosidades sobre questões que estão presentes em suas vidas. Devem-se separar os alunos em pequenos grupos e propor os seguintes questionamentos para serem respondidos:

- Como funciona uma conexão WI-FI?
- Como funcionam os telefones celulares?
- Como podemos ouvir uma música no rádio?
- Como funciona o aparelho de microondas?

Após os grupos responderem, o professor propõe um debate a partir das respostas apresentadas pelos grupos.

Para encaminhar a discussão

A propósito, a comunicação nesse tipo de rede é muito semelhante às utilizadas nas transmissões de rádio, ou seja, uma estação é encarregada de modificar e transmitir o áudio (os dados) em sinal eletromagnético, e sucessivamente, uma estação receptora traduz essas informações. A partir desse momento, a diferença é que ambos os equipamentos terão a mesma função de transmitir e receberem.

Refletindo um pouco sobre as tecnologias apresentadas acima, o que elas têm em comum com a luz? As ondas de rádio e WI-FI são ondas eletromagnéticas. Desta forma, produzem cargas elétricas em vibração, de modo a produzirem um campo elétrico variável transformando este em um campo magnético também variável, que por sua vez dá origem novamente ao campo elétrico variável. Esses campos se irradiam perpendicularmente entre si no espaço. Sendo assim, essas ondas se diferem, por exemplo, de uma onda produzida em uma corda ou no mar, por exemplo, por não precisar de um meio material para sua propagação.

Os alunos, ainda em pequenos grupos, devem pesquisar na internet com o auxílio do aparelho celular, que tipo de ondas são os exemplos trazidos nos questionamentos acima.

Quais as semelhanças entre elas? Quais as diferenças entre elas?

O professor deve trazer para o debate com os alunos, as características do *Espectro Eletromagnético*, ressaltando a diferença entre radiações nocivas e não nocivas.

Na sequência, conduzir a atividade 6, que constitui-se basicamente de assistir o vídeo sobre “*Espectro Eletromagnético*”.

ATIVIDADE 6: VÍDEO SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Apresentar o VÍDEO 2: “*Espectro Eletromagnético*” – YOU TUBE - “Grupo quer que desenhe” fala sobre as ondas magnéticas e enfatiza o Espectro Eletromagnético de uma maneira contextualizada de formas divertida e simples, o vídeo tem duração de 5min 51s e está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE> .

Os alunos devem assistir e registrar os termos desconhecidos e perguntas para posterior discussão.

Figura 06: Vídeo Espectro Eletromagnético



Fonte: Disponível em⁶.

Após o vídeo, deixe que os alunos pesquisem os termos desconhecidos para ir compondo seu vocabulário científico. Em seguida, estabeleça uma roda de conversa na qual se possa discutir as dúvidas que tiveram com o vídeo. Ao terminar esta etapa, propor aos alunos, organizados em pequenos grupos, o estudo do texto “*Espectro Eletromagnético*” para prosseguimento das atividades. Este texto foi produzido por Ederson Carlos Gomes para sua dissertação de mestrado.

ATIVIDADE 7: LEITURA DO TEXTO: O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Ederson Carlos Gomes⁷

Os diversos tipos de *Ondas Eletromagnéticas* recebem diferentes nomes, que variam de acordo com seus respectivos intervalos de frequência, comprimento de ondas ou as forma como são produzidas. A classificação, segundo a frequência, é chamada *Espectro Eletromagnético*. Os intervalos não são bem definidos e frequentemente se superpõem.

Os trabalhos de Maxwell obtiveram evidências experimentais. Segundo Torres et. at. (2013) com o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz em 1887, quem detectou experimentalmente as *Ondas Eletromagnéticas*, oito anos após a morte de Maxwell. Suas pesquisas levaram-no a produzir ondas eletromagnéticas, detectá-las e até mesmo descobrir suas frequências.

Conforme Vargas (1996), Hertz realizou experiências sobre a propagação das ondas eletromagnéticas utilizando como transmissor, pontas metálicas pelas quais saltavam faíscas elétricas

⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>>

⁷ GOMES, E.C.; **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

e como receptor utilizou espirais metálicas, demonstrando que suas ondas refletiam-se contra placas metálicas. Este autor ainda nos diz que ele tentou medir se a velocidade de propagação dessas ondas eram iguais a velocidade de propagação da luz, mas isso só foi provado depois por outros pesquisadores.

Em 1888, Hertz apresentou os resultados de seus experimentos ao Congresso da Sociedade Alemã para o Progresso da Ciência, que os reconheceu imediatamente e segundo Torres et. al (2013), esse reconhecimento tornou-se ainda maior quando as ondas passaram a ser conhecidas como ondas hertzianas. Essas ondas, por muito tempo receberam esse nome e foi uma grande confirmação da teoria de Maxwell, sendo conhecidas atualmente como ondas de rádio.

De acordo com Horwicz “a onda eletromagnética não apresenta um movimento material que possamos acompanhar, todos os conceitos introduzidos para as ondas mecânicas continuam válidos” (1999, p. 20), pois, a onda eletromagnética tem características de uma onda, tem frequência, período e uma velocidade de propagação. Porém, existem várias faixas de frequências eletromagnéticas, desde as ondas de rádio até os raios gama, sendo que a luz é considerada uma radiação na “faixa do visível”, para o ser humano e que se difere para outros animais. Toda essa faixa de comprimento de onda é conhecida como *Espectro Eletromagnético*.

“O espectro eletromagnético é constituído por ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda que variam numa faixa extremamente ampla. As várias faixas de comprimento de onda ou frequência receberam denominações especiais”(OKUNO; VILELA, 2005, p. 9).

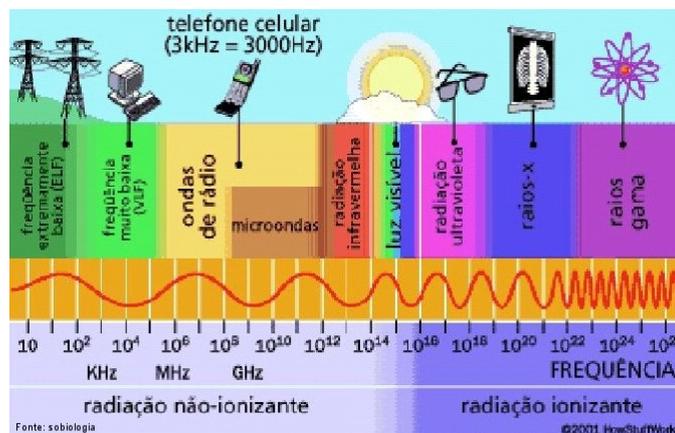
Ainda sobre o espectro, Hewitt (2009, p. 290) nos diz que:

“é uma faixa contínua de ondas que compreende desde ondas de rádio até os raios gama. Os nomes descritivos de suas várias partes constituem simplesmente uma classificação histórica, pois todas as ondas são de mesma natureza básica, diferindo principalmente em frequência e comprimento de onda; todas as ondas eletromagnéticas tem o mesmo valor de velocidade”.

Essas denominações podem ser observadas na figura 07 a

seguir, em que apresenta uma organização do espectro eletromagnético com algumas aplicações cotidianas. Este mesmo autor (p.289) informa que “A *classificação das ondas eletromagnéticas de acordo com a frequência é o espectro eletromagnético*”. Isso fica bem claro quando observamos a próxima figura:

Figura 07: Espectro Eletromagnético



Fonte: Disponível em⁸.

Okuno e Vilela (2005, p. 9) nos dizem que “A *separação entre as faixas não é muito rigorosa, podendo sobrepor, uma vez que ela foi feita por motivos históricos do que propriamente físicos ou biológicos*”. Entretanto, Sant’anna (2013) afirma que costuma-se dividir o espectro eletromagnético em faixas de frequências, na qual se agrupam as ondas com propriedades semelhantes. Assim, o espectro eletromagnético é constituído por ondas de rádio, de TV, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

Cronologicamente Okuno e Vilela (2005) informam que primeira onda descoberta foi a radiação infravermelha em 1880, depois da luz e assim em 1881 descobriu-se a radiação ultravioleta, em 1888 as ondas de rádio, em 1895 a radiação X, em 1900 a radiação gama e as micro-ondas em 1932.

⁸ Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=118&evento=2>>

Olhando para a figura 07, podemos notar que as ondas eletromagnéticas também são separadas em dois tipos de radiações: não ionizantes e ionizantes. Essas autoras nos dizem que a radiação é classificada ionizante quando a radiação eletromagnética interage com a matéria e tem energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos que a constituem, transformando-os em íons. Entretanto, quando energia da radiação não for suficiente para a produção destes íons, ela é classificada como não ionizante.

“Um outro tipo de interação que ocorre é a excitação, em que um elétron não é arrancado do átomo, mas é excitado, passando de seu nível fundamental para níveis mais energéticos, denominados níveis excitados. Este elétron volta ao estado fundamental em um intervalo de tempo da ordem de 10^{-8} s, emitindo um fóton de luz” (OKUNO; VILELA. 2005, p. 17).

Neste sentido, dentro do espectro eletromagnético, apenas os raios X e gama são considerados ionizantes, ou seja, possui uma alta frequência o que lhes concerne uma alta quantidade de energia capaz de realizar a retirada de elétrons dos átomos.

A caracterização das ondas eletromagnéticas na região de frequência baixa que compreende desde 0 Hz até o início da radiação infravermelha é comumente feita em termos de frequência. A região que contém a radiação conhecida como óptica composta por radiação infravermelha (RIV), luz visível e raios ultravioletas (RUV), é usualmente caracterizada pelo comprimento de onda. Isso é confirmado por Hewitt (2009); pois, segundo ele

“As frequências mais baixas de luz que podemos enxergar aparecem como luz vermelha. As frequências mais altas de luz visível são aproximadamente duas vezes maiores do que da vermelha, e aparecem como violeta. Frequências ainda mais altas constituem o ultravioleta. Essas ondas de frequência mais alta são mais energéticas e causam queimaduras na pele” (p. 290).

Este autor afirma *“que a frequência com a qual uma onda eletromagnética varia no espaço é idêntica à carga elétrica oscilante que a produziu”*, assim sendo, para cada uma das frequências, existe um comprimento de onda correspondente, e como podemos observar na figura do espectro baixas frequências produzem longos

comprimentos de ondas e vice-versa. Então *“quanto maior for a frequência da carga oscilante, menor será o comprimento da radiação”* (ibid).

Em relação a isso, Figueiredo e Pietrocola (2000) afirmam que existe uma relação de frequência versus comprimento de onda. Pois,

“No estudo de Física Ondulatória, representa-se o comprimento de onda, isto é a distância entre duas cristas consecutivas de uma onda, pela letra grega λ . A frequência é representada pela letra f ou pela letra grega η . As frequências das ondas eletromagnéticas são em geral, muito altas... E a velocidade da luz é representada genericamente por v . Para uma onda qualquer, essas grandezas se relacionam da forma representada pela fórmula: $v = f \times \lambda$ ou $f = v / \lambda$. Se pensarmos na luz no vácuo, a velocidade de qualquer cor é de 300000 km/s e a representamos por c Como a velocidade da luz é sempre a mesma, é fácil observar a relação inversamente proporcional entre a frequência f e o comprimento de onda λ . Isto é, para determinada onda, quanto menor a frequência, maior seu comprimento de onda” (FIGUEIREDO; PIETROCOLA. 2000, p.14).

Neste sentido podemos verificar no espectro eletromagnético que frequência e comprimento de ondas eletromagnéticas são inversamente proporcionais com características das ondas e também da luz.

De acordo Sant’anna (2013), algumas décadas após a descoberta das ondas eletromagnéticas, teve-se início uma revolução tecnológica que utilizavam as mesmas nas mais diferentes formas e, por isso, o conjunto de todas essas ondas constituem o chamado espectro eletromagnético. A seguir apresentaremos um breve relato de cada uma dessas faixas de ondas eletromagnéticas, que também são chamadas de radiações, e algumas de suas aplicações.

Logo após a leitura, apresentar base teórica e demonstrar na lousa de forma expositiva e dialogada, a relação entre frequência, período, velocidade e comprimento de onda, demonstrando a relação entre essas equações, retomando o primeiro encontro.

ATIVIDADE 8: LEITURA DO TEXTO: CARACTERÍSTICAS DE CADA FAIXA ESPECTRAL

Após a formalização na lousa dos conceitos importantes, propor uma leitura sobre o Espectro Eletromagnético do livro didático Bonjorno et. al. (2013), figura 08, nas páginas 200 – 209, adotado pela escola.

Figura 08: Livro de Física 3 adotado pela escola.



Fonte: Disponível em⁹.

Caso seja necessário para a adaptação do material para outra região, por outro professor, deixamos disponível o texto dos professores Claudio Ubirajara Salicio e Pedro Arthur Augusto de Castro. O texto apresenta as características de cada faixa espectral, assim como o texto do livro didático citado acima.

CARACTERÍSTICAS DE CADA FAIXA ESPECTRAL E SUA INTERAÇÃO COM A MATÉRIA¹⁰

Claudio Ubirajara Salicio

Pedro Arthur Augusto de Castro

Ondas de Rádio

São radiações de baixa frequência, ou, maiores de comprimentos de onda, estando as frequências compreendidas no intervalo de 10^5 a 10^{10} Hz, e comprimentos de ondas do espectro, na faixa de 3 km a 3 cm, com energias inferiores a 10^{-5} eV. São geradas por circuitos oscilantes, em transmissores de estações, mas também em grandes corpos no espaço, tais como cometas, planetas ou nuvens de gás gigantes. São ondas deste tipo que trazem até nós os sinais que recebemos nos nossos aparelhos de rádio, TV e

⁹ Disponível em: https://issuu.com/editoraftd/docs/fisica_b_3

¹⁰ O texto pode ser encontrado no link: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/2822/espectro-eletromagnetico>.

telefones celulares. No nível atômico e molecular, as ondas de rádio não provocam efeitos sobre a matéria; o corpo humano, como a maioria dos materiais, é transparente a essas radiações.

Microondas

Estão compreendidas no intervalo de 10^{10} a 10^{12} Hz. Os comprimentos de onda respectivos situam-se na faixa de 3 cm a 300 μm e transportam energias de 10^{-5} a 10^{-3} eV. As micro-ondas são geradas por válvulas eletrônicas especiais.

Os efeitos que uma micro-onda provocará em moléculas serão aqueles de girar ou torcionar as moléculas da matéria que recebe a radiação, produzindo calor como resultado destes movimentos. É desta forma que um forno de micro-ondas opera, aquecendo/cozinhando os alimentos.

As micro-ondas são usadas na pesquisa para se obter informações sobre a estrutura de moléculas. São também usadas para a transmissão de informações como em radares, sensoriamento remoto e, ainda, em telefonia celular e transmissão de dados informatizados.

Infravermelho

As radiações da banda infravermelha são geradas em grande quantidade pelo Sol, devido à sua temperatura elevada; entretanto podem também ser produzidas por objetos aquecidos (como filamentos de lâmpadas). Radiação infravermelha, ou ondas de calor, ou ainda radiação térmica, situadas na faixa de 10^{11} a $4 \cdot 10^{14}$ Hz, com comprimentos de onda entre 1 milímetro e 750 nanômetros e energias na faixa de 0,0012 a 1,65 eV.

São geradas pela vibração ou oscilação dos elétrons das camadas mais externas de átomos e moléculas. Ao interagir com a matéria, as ondas infravermelhas colocam as moléculas em vibração. No cotidiano, experimentamos os efeitos dessas interações quando sentimos calor proveniente do Sol, de radiadores, de ferros de passar roupa, e até de nosso próprio corpo.

Visível

Refere-se à parte do espectro que o olho humano consegue

detectar. Em comparação com amplitude total do espectro, a luz ocupa uma faixa muito estreita de frequência, situada entre o infravermelho e o ultravioleta, que vai de $4,3 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente a comprimentos de onda de 750 a 400 nanômetros e a energias de 1,65 a 3,1 eV.

Os microscópios óticos são exemplos de interação da luz visível com a matéria. Em observação de tecidos biológicos ou microrganismos, a luz se propaga pode ser espalhada ou absorvida. O espalhamento da luz em um meio (mudanças de direção) ocorre e depende do tamanho da partícula espalhadora e do comprimento da onda da luz.

As principais partículas espalhadoras são membranas celulares e agregados moleculares. Outro fenômeno que ocorre quando a luz interage com meios biológicos é a absorção, que depende das partículas absorvedoras (cromóforos) presentes no tecido.

Ultravioleta

Tal denominação, o prefixo latino ultra significa além, como você pode perceber, vem da posição ocupada por estas radiações na escala de frequência, além da luz violeta, a última radiação visível para nós. As radiações UV têm frequências entre $7,5 \cdot 10^{14}$ e $3 \cdot 10^{16}$ Hz, que correspondem a comprimentos de onda na faixa de 400 nm a 10 nm e a energia compreendidas entre 1,8 a 3,1 eV.

Nesta faixa de energia está o limiar entre as radiações não-ionizantes e as ionizantes. Dado às altas energias que carregam, as radiações ultravioletas são fortemente absorvidas pela maioria das substâncias sólidas. Sobre a pele, o seu efeito é muito conhecido: o tom bronzeado que adquirimos no verão; vem justamente da absorção pela nossa pele das radiações UV emitidas pelo Sol. Mas também ai reside o perigo maior de se adquirir também um câncer de pele.

Nossos olhos são particularmente suscetíveis aos danos das radiações ultravioletas, pois elas provocam a conhecida inflamação UV ou mesmo a cegueira.

Raios gama

São ondas eletromagnéticas emitidas por núcleos radioativos e possuem comprimento de onda entre 10^{-10} m e 10^{-14} m. Uma das aplicações para a radiação eletromagnética de raios gama consiste na sua utilização para fins de esterilização de materiais. Usualmente são usados os raios gama emitidos na desintegração radioativa do cobalto de massa 60 (^{60}Co) ou do césio de massa 137 (^{137}Cs).

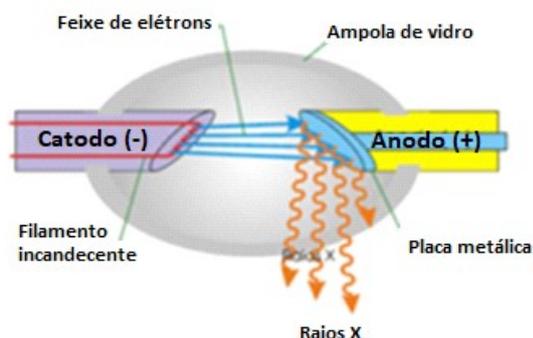
A radiação gama é altamente penetrante, sendo capaz de matar as bactérias presentes em produtos lacrados dentro de uma embalagem. Desta forma, o produto irradiado consegue se manter estéril até que a embalagem seja removida. O processo de esterilização ocorre por meio de colisões entre a radiação e os elétrons dos átomos do material a ser esterilizado. Em tais colisões, os átomos constituintes do material irradiado perdem seus elétrons, formando íons, ou seja, a esterilização é um processo de ionização.

Os materiais não se tornam radioativos quando expostos a radiação produzida por raios-X, raios gama e feixe de elétrons de até 10 MeV, pois os níveis de energia empregados no processamento dos produtos (como exemplo os alimentos) são extremamente pequenos. A radiação ionizante favorece a cisão (quebra) da cadeia de DNA dos microrganismos com o objetivo de eliminá-los ou torná-los incapazes de se reproduzirem.

Raios-X

Graças aos estudos de Roentgen e outros que vieram após ele, hoje sabemos que os raios-x são radiações originárias do freamento de elétrons acelerados que quando interagem com um núcleo pesado e sofrem desaceleração.

Figura 09: Representação do choque de um feixe de elétrons com o anodo, onde se produz dois tipos de raio X.



Fonte: Disponível em¹¹.

O choque do feixe de elétrons (que saem do catodo com energia de dezenas de KeV) com o anodo (alvo) produz dois tipos de raios X. Um deles constitui o espectro contínuo, e resulta da desaceleração do elétron durante a penetração no anodo. O outro tipo são os raios X característicos do material do anodo. Assim, cada espectro de raios X é a superposição de um espectro contínuo e de uma série de linhas espectrais características do anodo. Como toda energia eletromagnética de natureza ondulatória, os raios X sofrem interferência, polarização, refração, difração, reflexão, entre outros efeitos. Os raios x possuem comprimento de onda entre 0,1 a 100Å e frequência entre 10^{16} a 10^{20} Hz.

Para complementar este último texto, o professor pode utilizar um vídeo educacional “O Espectro Eletromagnético” do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais CPTEC/INPE disponível no link: http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/swf/natureza_radiacao/1_2/. Esse vídeo faz

¹¹ Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1884377/mod_resource/content/0/%3D%3D%20SEMINARIO%2024ago16-TEXTO.pdf

parte de uma plataforma educacional denominada Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas - MACA.

Após efetuar o estudo do *Espectro Eletromagnético*, os alunos, em pequenos grupos, devem discutir e responder as seguintes questões:

ATIVIDADE 9: QUESTÕES

1- (PUC – RJ) Considere o espectro eletromagnético de acordo com a frequência (em hertz): Ondas de rádio: 10^8 Micro-ondas: 10^{10} infravermelho: 10^{13} Ultravioleta: 10^{16} raios: X 10^{19} raios gama: 10^{22} Dentre as fontes citadas a seguir, qual produz radiação eletromagnética com maior comprimento de onda no vácuo:

- a) laser ultravioleta
- b) forno de micro-ondas
- c) luz vermelha
- d) aparelhos de raios X
- e) laser infravermelho

2- A luz visível constitui uma parte relativamente grande ou relativamente pequena de espectro eletromagnético?

3- Qual é a principal diferença entre uma onda de rádio e uma onda luminosa? E entre uma onda luminosa e uma de raios X?

4- Qual das duas possui o comprimento de onda mais curto: a radiação ultravioleta ou a infravermelha? Qual delas tem a maior frequência?

5- Ouvimos pessoas falando em “luz ultravioleta” e “luz infravermelha”. Por que tais termos são confusos? Por que é menos provável escutar pessoas falando em “luz de rádio” e de “luz de raios X”?

6- Qual o comprimento de onda correspondente a uma estação de rádio:

a) AM, de frequência 1000 kHz?

b) FM, de frequência 100 MHz?

7- Uma onda eletromagnética está se propagando no vácuo, com velocidade $3 \cdot 10^8$ m/s. Sendo a frequência dessa onda de 100 MHz, determine para essa onda:

a) A frequência de oscilação do Campo Eletromagnético B;

b) O seu comprimento.

8- Apontadores a laser emitem ondas luminosas de comprimento de onda é de 670 nm. Qual é a frequência dessa luz?

9- Discuta com seu grupo e apresente uma explicação para as seguintes situações:

- Como funciona uma conexão WI-FI?
- Como funcionam os telefones celulares?
- Como podemos ouvir uma música no rádio?
- Como funciona o microondas?

Como encerramento da aula, solicite aos alunos uma pesquisa direcionada, sobre o funcionamento de uma emissora de rádio, o que são ondas sonoras, de que maneira as ondas sonoras podem ser utilizadas? Peça que eles também pesquisem 3 exemplos de uso das ondas sonoras e seu funcionamento.

3º ENCONTRO: Aprofundando o estudo sobre ondas de rádio.

Duração desse encontro: 03 horas aulas;

Objetivo: Proporcionar aos educandos o aprofundamento sobre as ondas de rádio.

Nesta etapa vamos conhecer mais profundamente as ondas de rádio. No entanto para iniciar esta aula, os alunos, organizados em pequenos grupos deverão confeccionar um mapa conceitual sobre o tema ondas eletromagnética, a fim de fazer uma retomada do conteúdo estudado até o momento.

ATIVIDADE 10: CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL

Confeccionar um mapa conceitual em equipe sobre o tema ondas eletromagnética. Determine o tempo máximo para esta atividade, por exemplo, 15 minutos. Depois cada equipe deverá apresentar o mapa confeccionado para a classe, em no máximo 5 minutos. Ao final das apresentações, o professor junto com os deverá construir um mapa conceitual na lousa com os elementos apresentados pelos grupos, a fim de melhor entender o conteúdo. Esta atividade constitui-se também como uma retomada do conteúdo visto.

Após a construção do mapa conceitual coletivo presente para a turma algumas questões norteadoras. Estas devem ser respondidas nos pequenos grupos. Estipule um tempo para a atividade (sugestão 15 minutos).

- Como eram os meios com que as pessoas se comunicavam há 100 anos?
- Como são as formas de comunicação entre as pessoas nos dias atuais?
- Que tipo de rádio os alunos conhecem, qual o tipo de alimentação elétrica de cada um?
- Seria possível escutar um rádio sem que este estivesse ligado a uma fonte de energia como pilhas ou tomada elétrica?

Após os grupos responderem, questione-os sobre o quanto eles escutam rádio, quais são as emissoras e programas preferidos que eles ouvem e o que eles acham possível de aprender via rádio. Promova um debate de mais ou menos 10 minutos, incentivando a participação de todos os alunos. Se quiser, pode anotar os dados mencionados pelos alunos na lousa (CASTAGINI, 2011).

Propor aos alunos a leitura do texto Ondas de Rádio e TV adaptado de <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/ondas-eletromagneticas-radio.htm>.

Ondas de Rádio e de TV

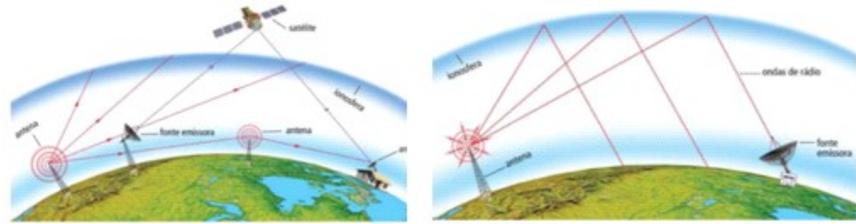
Dentro da faixa do espectro eletromagnético estão contidas as ondas de rádio, estas englobam as bandas AM e FM, e também algumas ondas de TV e ondas curtas e longas. As ondas de rádio que possuem frequência entre 10^4Hz e 10^7Hz , o que constitui uma faixa de grandes comprimentos de onda, permitindo que elas sejam refletidas pelas camadas ionizantes da atmosfera superior (ionosfera). Essa reflexão permite que essas ondas de rádio sejam captadas a uma grande distância em relação ao seu ponto de emissão. Por possuírem um comprimento de onda grande, essas ondas de rádio são mais facilmente difratadas por obstáculos pequenos, como por exemplo, uma casa, um prédio e até mesmo um carro, sendo fácil captar essas ondas em um aparelho receptor.

As ondas de rádio cuja frequência sejam de próximo a 10^8Hz equivalem às ondas que no início eram usadas para transmissão televisiva por estações terrestres. Em nossos dias atuais, os satélites de transmissão digital operam na faixa de 10^{10}Hz , e essa onda está na frequência da faixa de micro-ondas.

As micro-ondas estão compreendidas em um comprimento de onda que variam entre 1m e 1mm, e sua frequência está na faixa de 10^9Hz a 10^{12}Hz . Essa onda tem uma utilidade muito grande na telefonia e nas transmissões de TV via satélites de outros países ou continente.

Representação da imagem sem escala, onde as ondas de rádio são refletidas pela ionosfera e podem ser captadas a longas distâncias pela antena.

Figura 10: Imagens de ondas refletidas e captadas pela ionosfera



Fonte: Imagem livro aula por aula

As micro-ondas sobre saem em relação as ondas de rádio, por terem maiores frequências. Sendo assim, a quantidade de informações transmitidas também pode ser maior, uma vez que a frequência e a quantidade de informações transmitidas são equivalentes. Porém o uso das micro-ondas também tem suas perdas, que corresponde ao sinal não refletido na ionosfera, havendo a necessidade de construção de antenas receptoras colocadas em regiões altas e separadas, por uma distancia de no máximo 70 Km, ou fazer uso de satélites artificiais, que operam como estações repetidoras desse sinal. Uma outra utilização das micro-ondas é também no funcionamento de radares. O radar libera uma radiação (que chamamos de pulso de onda eletromagnética) que toca o objeto. Tal radiação é refletida, regressando ao ponto da emissão, sendo assim conforme a direção e o intervalo de tempo que a radiação faz o caminho de volta, o objeto pode ser localizado.

Observe atentamente a imagem do rádio apresentada abaixo e respondas com seu grupo as questões que seguem.

Figura11: Imagem do rádio para análise e reflexão



Fonte: Disponível em¹².

PARA REFLETIR

1. Que informações encontram-se no visor das estações?
2. Quais são os comandos com os quais usamos o aparelho?
3. Que fonte de energia ele utiliza?
4. Para que servem as pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?
5. Por onde são recebidos os sinais emitidos pelas estações?
6. Imagine que a rádio de sua cidade é sintonizada na frequência de 101,3MHz. Qual é o valor correspondente a essa frequência no espectro eletromagnético?
7. Essa onda de rádio (da questão 5) está mais próxima do limite superior ou do limite inferior referente as ondas de rádio do espectro eletromagnético?
8. É possível ter um rádio que funcione sem pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?

Saiba Mais

Qualquer aparelho de rádio apresenta um botão para sintonia da estação, outro para volume, visor para identificação da estação, alto-falante e antena (mesmo o "radinho de pilha" tem uma antena que se localiza na parte interna do aparelho), além de uma ligação com a

¹² Disponível em: <https://timesofindia.indiatimes.com/entertainment/tamil/music/247-live-youtube-radio-channel-launched/articleshow/63243517.cms>

fonte de energia elétrica (pilha e/ ou tomada).

A função desta fonte de energia é fazer funcionar o circuito elétrico interno do aparelho. As mensagens são recebidas através da antena que pode ser interna ou externa. Posteriormente, o som, ainda transformado em corrente elétrica, é enviado até o circuito do alto-falante.

GRAF, v.3, n.5, 1998

Após responderem as questões é importante fazer uma breve discussão evidenciando as respostas dos alunos e tomar a questão 8 como uma problematização para a próxima atividade, "É possível ter um rádio que funcione sem pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?". Ao final desta discussão os alunos devem realizar a atividade prática: Rádio sem pilha, sem bateria, sem tomada..., apresentada no GRAF, v.3, n.5, 1998, 14.

Rádio sem pilha, sem bateria, sem tomada...,

Objetivos:

Compreender a montagem e funcionamento do mesmo.

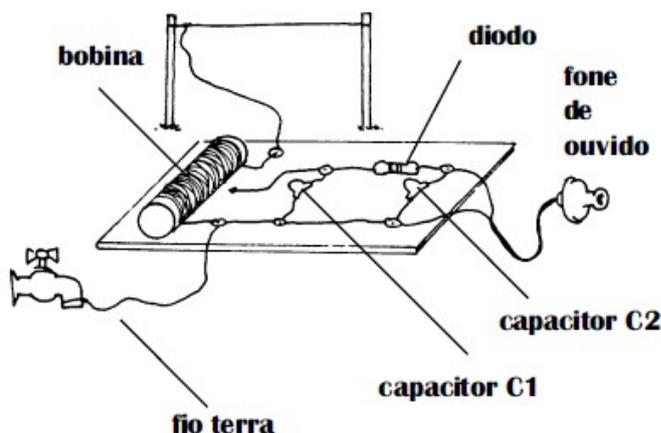
Elaborar e praticar os conhecimentos adquiridos na disciplina Eletromagnetismo;

Lista de material

- base de madeira (25x25cm);
- canudo de papelão ou PVC de 15cm de comprimento e 3cm de diâmetro;
- 45m de fio de cobre esmaltado número 28 ou 30;
- fone de ouvido simples; 2 capacitores de cerâmica: um de 250pF (C1) e um de 100pF (C2);
- diodo de silício ou germânio (Ex. 1n4148);
- 15 percevejos;

- fita adesiva e lixa fina

Figura 12: Radio de galena



Fonte: Disponível em¹³.

Dicas de montagem

- 1 - Antena: use aproximadamente 20 m de fio e coloque a 5m de altura do chão;
- 2 - Bobina: enrole 100 voltas do fio de cobre no canudo de modo que elas fiquem bem juntas;
- 3 - Fixe as extremidades com fita adesiva; lixe as pontas e 1cm de largura ao longo da bobina;
- 4 - Capacitores: C1 é ligado em paralelo à bobina e C2 é ligado no diodo e no fio terra.
- 5 - Diodo é ligado entre os capacitores e o fone nos terminais do C2.

Esses materiais são de baixo custo e de fácil acesso. O fio de cobre pode ser encontrado em lojas do setor elétrico que trabalham com rebobinagem de motores elétricos. O fio fino encapado pode ser encontrado no setor em lojas que trabalham com informática e o diodo, 1n4148, é usado em muitos tipos de equipamentos eletrônicos e é facilmente encontrado em oficinas eletroeletrônicas ou estabelecimentos que vendem componentes eletrônicos.

Esse rádio que funciona sem nenhuma alimentação elétrica é

¹³ Disponível em: < <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/GREF/eletro32-5.pdf>>

conhecido na literatura como Rádio Galena.

A seguir apresentamos outra possibilidade de construção desse experimento, esta proposta é um recorte de um trabalho maior e foi desenvolvida pela professora "Tina" Andreolla, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Pato Branco e está disponível

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=48927>.

Confecção do Rádio Galena

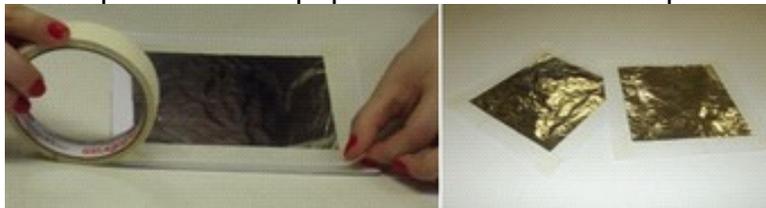
Material Necessário:

- Base em madeira nas dimensões de 20cm X 25cm X 1,5cm;
- Peça em madeira de 8cm X 4cm X 1,5cm;
- Peça em madeira de 7cm X 4cm X 1,5cm;
- 20 metros de fio de cobre esmaltado número AWG 26 - 30;
- 50 metros de fio fino encapado, podendo ser retirado de cabo de rede;
- Tira de papelão medindo 25cm X 10cm;
- Tubo de papelão ou PVC de 12cm X 4cm (pode ser de papel higiênico);
- Tubo de papelão ou PVC de 22cm X 4,5cm (pode ser de papel toalha);
- 2 quadrados de papel alumínio de 13,5cm X 13,5cm;
- 2 quadrados de papel offset 75 g/m² com as dimensões de 16cm X 16cm;
- Pregos;
- Fita crepe;
- Percevejos;
- Uma lamina de barbear ;

- Um alfinete de segurança tamanho médio;
- Um pedaço de lápis de escrever, com corpo em madeira;
- Pedaço de 10 cm de fio de cobre sólido desencapado;
- Fone de alta impedância, retirado de telefone velho;
- Alicates;
- Ferro de solda;
- Estanho para solda eletrônica;
- Lixa nº 320;
- Dois pedaços com aproximadamente 10 cm de PVC, qualquer diâmetro, para confecção dos isoladores da antena;
- um diodo de silício 1n4148 (opcional);

Inicia-se a construção do capacitor cortando dois quadrados de papel alumínio, nas dimensões de 13,5cm x 13,5cm, em seguida cola-se os mesmos, utilizando-se fita crepe, nos quadrados de papel offset nas dimensões de 16cm x 16cm. Em seguida cola-se os mesmos, utilizando-se fita crepe, nos quadrados de papel offset nas dimensões de 16cm x 16cm.

Figura 13 - Colagem com fita crepe dos quadrados de papel alumínio nos quadrados de papel offset e Quadrados prontos.



Fonte: Web 1: ANDREOLLA, C. V., 2013¹⁴

Com os quadrados prontos, colar um deles utilizando fita crepe no tubo de papelão ou PVC de 22cm x 4,5cm (pode ser de papel toalha). Depois disso, com a fita crepe, cobre-se toda a superfície do

¹⁴ Web 1 – disponível em: <http://potaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=48927>

tubo, Para finalizar o capacitor, coloca-se o quadrado de papel alumínio restante, utilizando-se fita crepe, sobre a estrutura confeccionada, de modo que o mesmo possa ser movimentado.

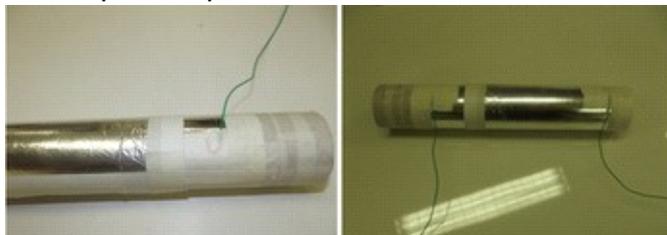
Figura 14 - Fixação de um dos quadrados com fita crepe no tubo e Cobertura da superfície do tubo.



Fonte: Web 1

Dobra-se uma ponta de cada fio em forma de “anzol”, a seguir fixa-se a cada ponta em forma de gancho, em ambas extremidades do capacitor (no papel alumínio).

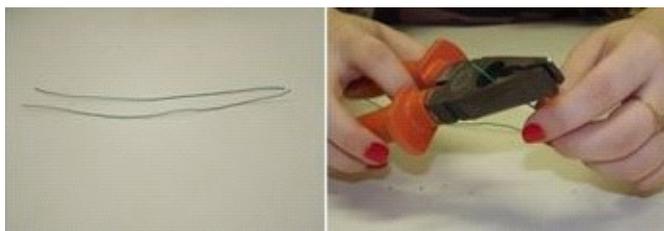
Figura 15 - Colagem do fio com formato em “anzol” na extremidade do capacitor e Capacitor pronto.



Fonte: Web 1

Feito o capacitor, corta-se dois pedaços de fio de aproximadamente 20 cm. Em seguida desencapa-se as duas extremidades de cada fio.

Figura 16 - Pedacos de fio de cobre encapados e Remoção do plástico nas extremidades dos fios.



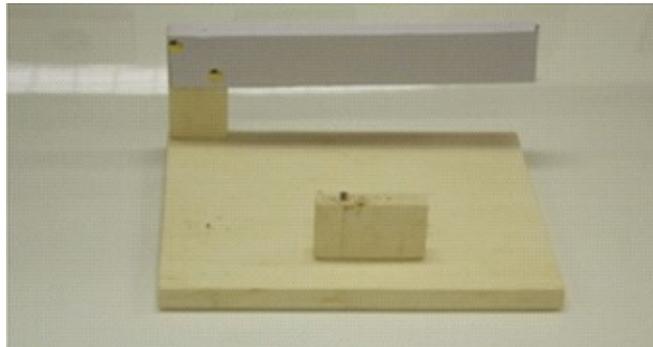
Fonte: Web 1

Inicia-se a montagem da base do rádio. Na placa de madeira

maior é fixada a peça de madeira de 8cm x 4cm x 1,5cm, no canto do lado maior da base, na vertical. A outra peça de madeira 7cm x 4cm x 1,5 cm, é fixada aproximadamente à 3,5 cm do lado maior oposto à primeira peça.

Na ponta superior da peça de madeira menor, firme a tira de papelão com percevejos, envolvendo o topo da madeira.

Figura 17 - Base do rádio pronta.

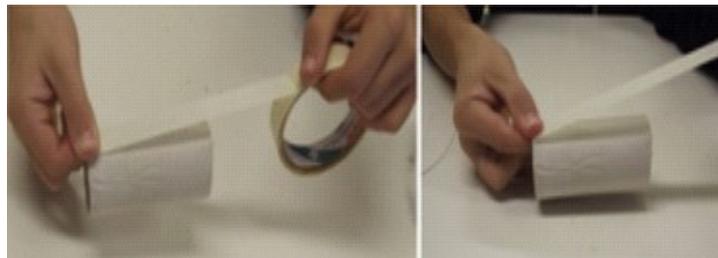


Fonte: Web 1

Nessa parte de papelão, encaixe o capacitor produzido anteriormente.

Inicia-se a confecção da bobina, grudando-se uma fita crepe verticalmente, que atravesse o tubo de papelão ou PVC de 12cm x 4cm (**Figura 18**). Em seguida, é repetido o processo colando-se outro pedaço de fita por cima do anterior.

Figura 18 - fixação da primeira e da segunda fita crepe no tubo menor. Créditos: O autor.



Fonte: Web 1

Para se começar enrolar o fio de cobre, deve-se antes desgrudar

uma parte da fita superior, dar uma volta com o fio, deixando uma ponta livre de 10cm antes da primeira volta, e então fixar a fita novamente (Figura 19). Após isso, dá-se 90 voltas de fio no tubo, novamente deixando uma ponta de aproximadamente 10cm livre.

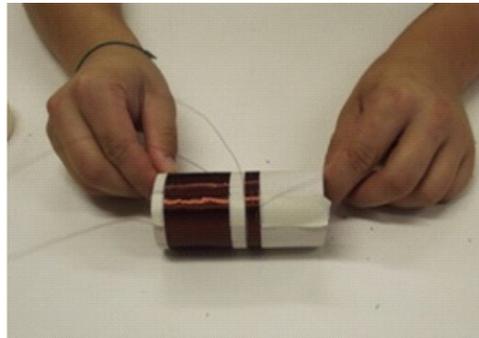
Segue-se o procedimento anterior, porém agora com 25 voltas, deixando-se um espaço de aproximadamente 1cm entre o final da primeira e o início da segunda.

Figura 19 - Primeira volta. bobina com as 90 voltas, e Levantamento da fita superior para prender as 90 voltas.



Fonte: Web 1

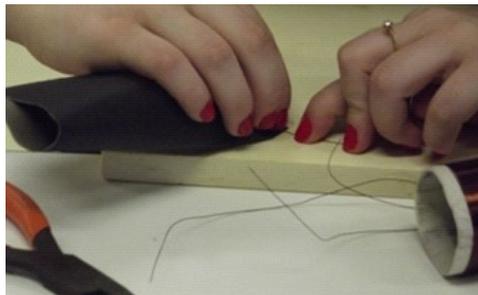
Figura 20 - Bobina finalizada.



Fonte: Web 1

Feito isso, determine a área do fio a ser lixada, colam-se dois pedaços de fita crepe paralelos longitudinalmente, distantes aproximadamente 1 cm.

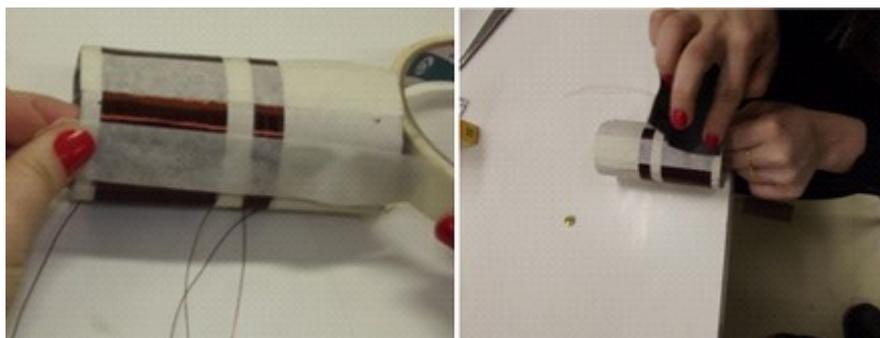
Figura 21 - Raspagem das pontas livres.



Fonte: Web 1

Com a bobina e o capacitor prontos, os mesmos devem ser fixados na base, com percevejos conforme imagens 22.

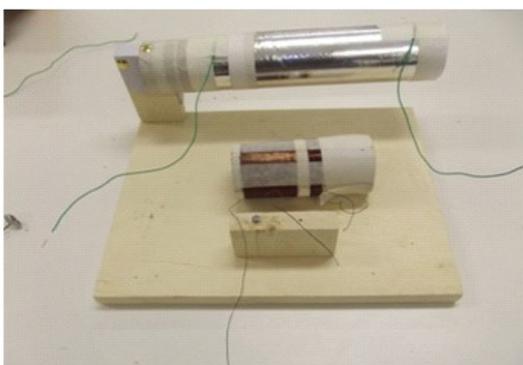
Figura 22 - Determinação do local a ser lixado e lixamento da área determinada.



Fonte: Web 1

Com a bobina e o capacitor prontos, os mesmos devem ser fixados na base, com percevejos conforme imagens 23.

Figura 23 - Capacitor e Bobina fixada a base.

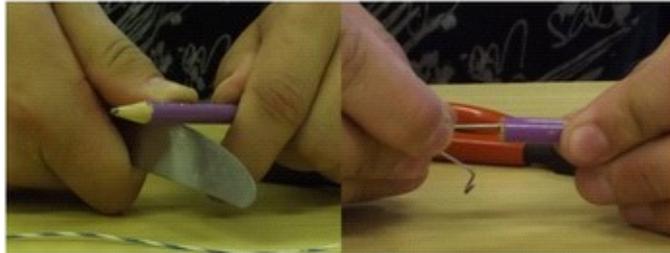


Fonte: Web 1

Para a construção do diodo, corta-se um pedaço de lápis de

escrever de aproximadamente 3cm. E em seguida, coloca-se o alfinete de segurança no lápis de modo que a sua ponta fique em contato com o grafite.

Figura 24 - Corte e fixação do lápis ao alfinete.

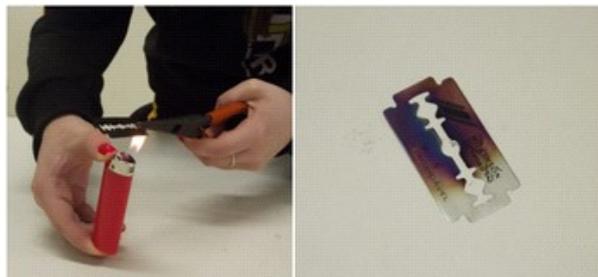


Fonte: Web 1

Queime a lâmina de barbear com um isqueiro até ela ficar azulada.

Observação: Algumas marcas de lâminas funcionam mesmo sem passarem pelo processo de queima, portanto monte normalmente sem queimar a mesma, e se não funcionar siga com a queima.

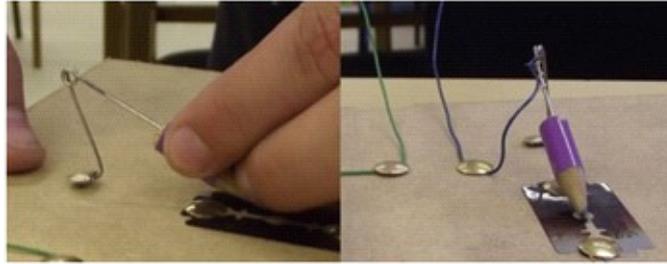
Figura 25 - Queima da lâmina e Lâmina finalizada.



Fonte: Web 1

Após isso, firma-se o alfinete de segurança com um percevejo. Solda-se com o ferro de solda um pedaço de fio fino de cobre encapado, apenas com a ponta desencapada no alfinete.

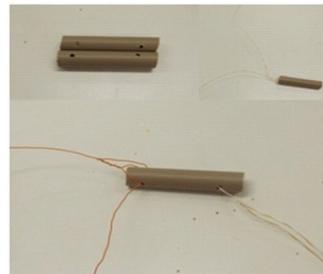
Figura 26 - Fixação do alfinete e Ligação do fio ao diodo.



Fonte: Web 1

Para a confecção da antena, faz-se dois furos, um em cada extremidade, nos pedaços de aproximadamente 10cm de PVC. Um dos furos serve para amarração dos isoladores que ficarão suspensos, e o outro é utilizado para que o fio da antena passe por ele, ficando também suspenso.

Figura 27 - Tubos com seus respectivos furos e amarrações.



Fonte: Web 1

A antena é um fio esticado com cerca de 50 metros.

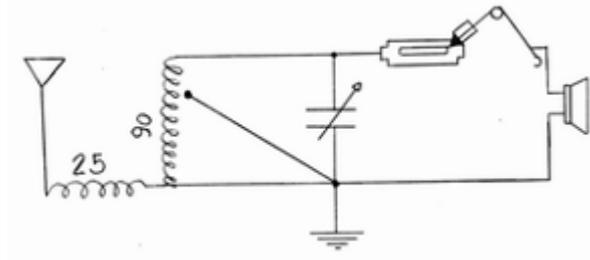
Figura 28 - Antena instalada.



Fonte: Web 1

Com o capacitor, bobina, diodo e antena confeccionados, inicia-se a montagem do rádio conforme o esquema elétrico abaixo:

Figura 29 - Esquema de montagem do rádio.



Fonte: Web 1

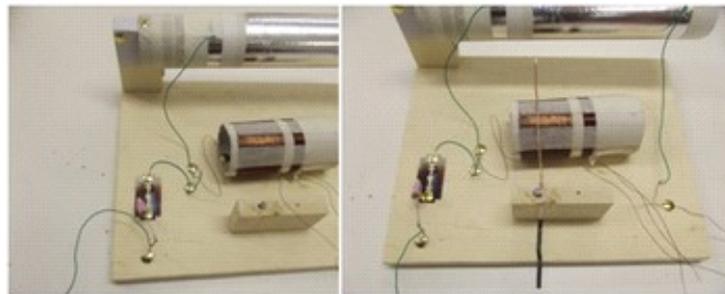
Figura 30 - Legenda do esquema.



Fonte: Web 1

Conectam-se os fios do capacitor com o do diodo e o primeiro fio solto da bobina. Firma-se na peça de madeira a haste metálica que fará a seleção das estações.

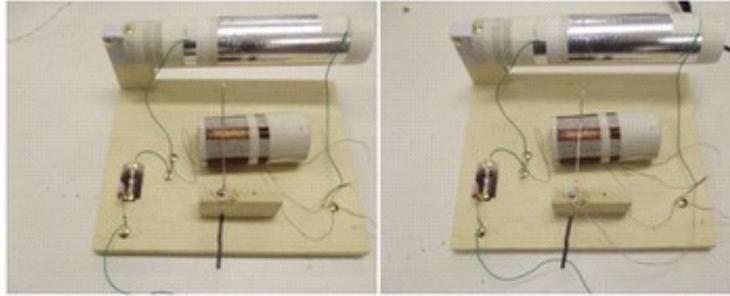
Figura 31 - Ligação dos fios.



Fonte: Web 1

Liga-se o último fio da primeira bobina e o primeiro da segunda bobina ao fio terra, que também fará conexão com o capacitor variável. Posteriormente conecta-se um fio que vai da haste até ao fio terra.

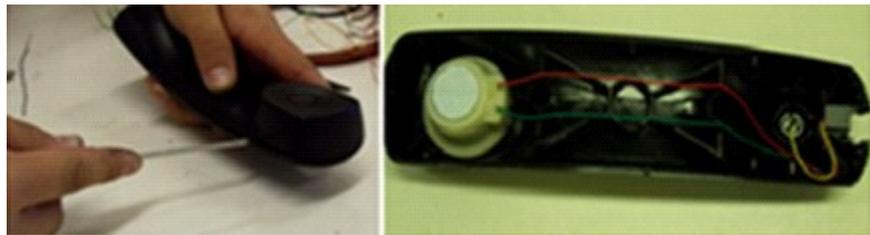
Figura 32 - Ligação dos outros fios.



Fonte: Web 1

Para remover o fone (auto-falante) do telefone, com auxílio de uma chave de fenda desmonte a unidade a fim de expor o fone, o microfone e os fios que fazem a ligação entre tais componentes.

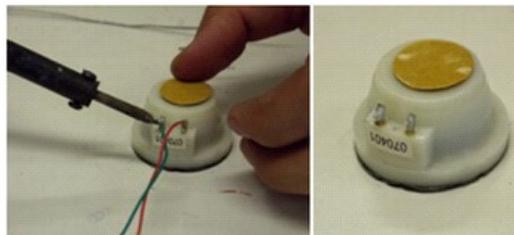
Figura 33 - Remoção do fone.



Fonte: Web 1

Remova as peças da unidade e com o ferro de solda, remova os fios que estão ligados ao fone.

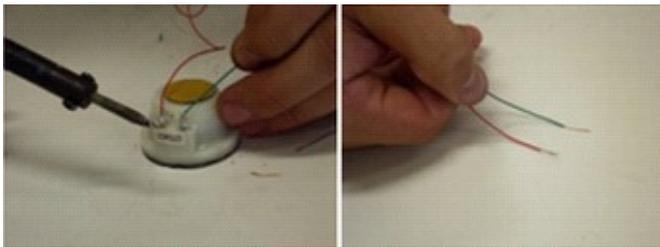
Figura 34 - Remoção dos fios do fone e fone pronto.



Fonte: Web 1

Soldar nos terminais dois pedaços de fio com comprimento de aproximadamente 60 cm, de preferência a fios flexíveis, as outras extremidades solde uma no fio que sai do diodo e outro na junção com terra.

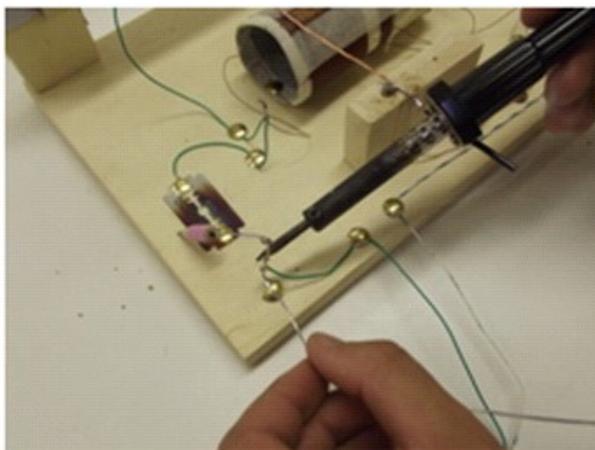
Figura 35 - Solda dos fios ao fone e extremidade.



Fonte: Web 1

Em seguida solde todas as conexões para se ter um melhor contato entre os fios.

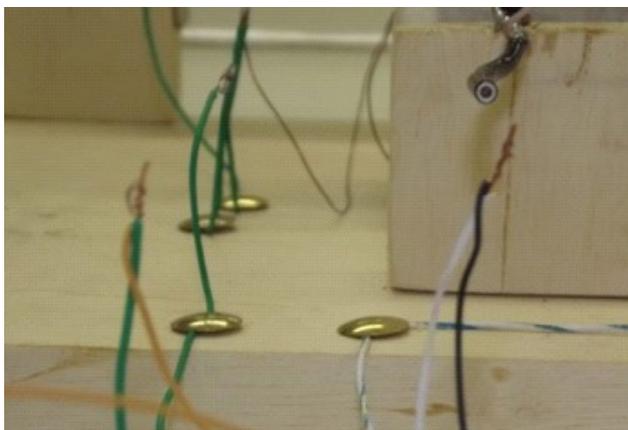
Figura 36 - Solda dos terminais.



Fonte: Web 1

Solde os fios do fone aos terminais de saída do rádio.

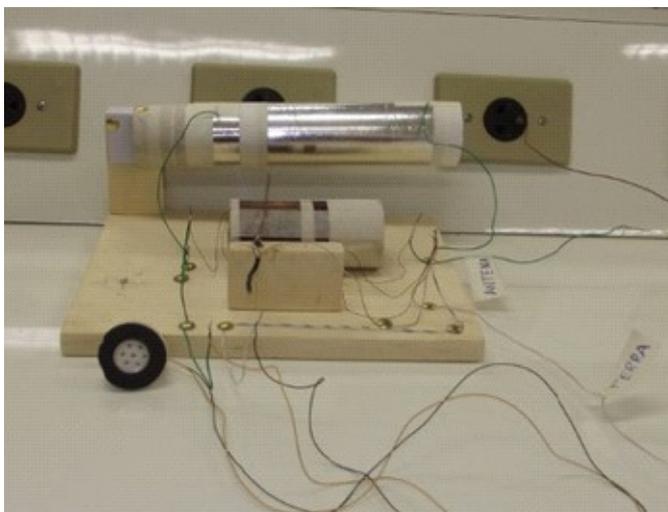
Figura 37 - Solda dos fios do fone a saída de som do rádio.



Fonte: Web 1

Rádio finalizado

Figura 38 - Rádio finalizado. Créditos: o Autor



Fonte: Web 1

Operando o rádio galena

Inicialmente certifique-se de que o fio terra e a antena estão corretamente instalados. Para operar o rádio, varie o indutor e o capacitor até começar ouvir um ruído de baixo som, então altere lentamente o capacitor e a bobina. Por meio da variação da bobina é possível encontrar as estações de rádio mais fortes da cidade e sintonizá-las. A variação do capacitor é responsável por trazer uma melhor qualidade ao som do rádio. Para melhor entender o funcionamento acesse:

https://www.youtube.com/watch?v=X1ezyQ_SQaQ&feature=youtu.b

e

porém, neste vídeo, o rádio esta sendo utilizado com uma caixa de som de computador, no lugar do fone de alta impedância, devido ao fato que o som reproduzido diretamente no fone ser muito baixo e portanto o microfone da câmera não capta o mesmo.

Para se ter um melhor resultado sugerimos substituir o diodo de "Gilette" por um diodo de silício 1n4148 ou de germânio (muito raro).

Após a construção deste experimento o professor deve conduzir um debate apresentando o rádio galena pontuando as seguintes questões:

- O que é este equipamento?
- Quais componentes vocês reconhecem?
- Como é possível seu funcionamento?
- Qual sua fonte de energia elétrica?
- Este equipamento funciona sem nenhum tipo de energia?
- Como a transmissão/recepção ocorre?

Ao final do debate os alunos deverão resolver algumas questões de preparação para o vestibular.

Preparação para o vestibular

1. Considere estas afirmações:

I. A velocidade de propagação da luz é a mesma em todos os meios.

II. As micro-ondas usadas em telecomunicações para transportar sinais de TV e telefonia são ondas eletromagnéticas.

III. Ondas eletromagnéticas são ondas do tipo longitudinal.

Quais delas estão corretas?

- a) () Apenas I
- b) () Apenas II
- c) () Apenas I e II
- d) () Apenas II e III
- e) () I, II e III

2. Sejam v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de propagação no vácuo das radiações gama, infravermelha e luminosa. Temos então:

- a) () $v_1 < v_2 < v_3$
- b) () $v_2 < v_1 < v_3$
- c) () $v_3 < v_2 < v_1$
- d) () $v_1 = v_2 = v_3$
- e) () $v_3 > v_2 > v_1$

3. As siglas TV, FM e os termos "ondas curtas" e "ondas médias" referem-se às frequências usadas em comunicações no Brasil. Assim sendo, o conjunto das radiações que se encontra em ordem crescente de frequência é:

- a) () ondas médias, televisão, raios X, radiação infravermelha
- b) () radiação ultravioleta, radiação infravermelha, luz, televisão
- c) () FM, radiação infravermelha, luz, raios X
- d) () FM, TV, ondas médias, ondas curtas
- e) () micro-ondas, luz, radiação ultravioleta, ondas curtas

4. Uma cápsula a caminho da Lua certamente não encontra em sua trajetória:

- a) () raios X
- b) () raios gama
- c) () radiação ultravioleta
- d) () micro-ondas
- e) () ondas sonoras

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Esse trabalho teve como finalidade desenvolver e implementar uma sequência didática sobre o conteúdo “*Ondas Eletromagnéticas*”, sendo que para essa proposta iniciamos com o conteúdo básico de “*Ondas*”, identificando as principais características e suas radiações presentes no cotidiano.

Para a construção do mesmo, usamos os pressupostos teóricos de Zaballa (1998) e procuramos apresentar diferentes recursos e metodologias na prática pedagógica para atender os diversos níveis de alunos que fazem parte desse processo.

Almejando trabalhar com materiais de baixo custo e, ao mesmo tempo, evitando as aulas tradicionais e metódicas, buscou-se uma dimensão preferencialmente conceitual, não ficando apenas no livro didático, giz, quadro negro e fórmulas matemáticas. Dessa forma, organizou-se um trabalho didático alternativo, explorando um tema bastante presente na vivência dos nossos alunos, porém com pouco conhecimento científico por parte dos mesmos.

Após finalizar os encontros, tomando como base os resultados obtidos após a implementação do trabalho mencionado, pode-se afirmar que o material produzido apresenta um suporte pedagógico, podendo ser utilizado por professores de todas as regiões brasileiras, uma vez que todos os recursos empregados são de fácil acesso e manuseio muito simples.

Não podemos afirmar com exatidão que os alunos aprenderam o conteúdo ministrado, porém temos indícios de aprendizagem dos conceitos trabalhados sobre “*Ondas eletromagnéticas*”, através da participação dos alunos nas aulas e nas atividades propostas, tanto práticas quanto teóricas.

Sendo assim, podemos dizer que o referido trabalho implementado exhibe uma grande atribuição pedagógica, uma vez que permitiu aos alunos um ambiente favorável à aprendizagem, diferenciando-o do método tradicional, corroborando para o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de acordo com os resultados ora obtidos.

REFERÊNCIAS

BARROS, A. L. L. **Uma abordagem sobre o espectro eletromagnético por meio de estudos de caso**. 226f. Dissertação. (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Sociedade Brasileira de Física Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense). Campos dos Goytacazes/RJ. 2018. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_alice.pdf. Acesso em: 27/02/2019.

BATISTA, M.C., CONEGLIAN, D. R., ROCHA, D.R., Interdisciplinaridade no ambiente escolar: uma possibilidade para formação integral no Ensino Fundamental. **Revista Pontes**, Paranaíba, v. 1, nº 1, 2018 p. 107-122.

BETIATTO, P. **Rádio Trincheira**. 1 vídeo. (2min. 27s.). 26 de abril de 2013. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=X1ezyQ_SQaQ&feature=youtu.be. Acesso em:

GOMES, E. C. **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações cts**. (Centro de Ciências Exatas Programa de Pós-Graduação Em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual De Maringá. Maringá, 2017. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br>. Acesso em: 27/02/2019

RESQUETTI, S. O. Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS. **Tese de Doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2013.

QUER QUE EU DESENHE? **Espectro eletromagnético**. 1 vídeo. (5min. 51s). 16 de dezembro de 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>. Acesso em:27/02/2019

VARGAS, Milton. História da matematização da natureza. **Estudos Avançados**. v.10, n.28. São Paulo,SP. 1996. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141996000300011. Acesso em: 15/03/2019.

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

**APÊNDICE B:
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS, NO ENSINO MÉDIO”, sob responsabilidade da pesquisadora Valdilene Sonvez, de seu orientador, Prof. Dr. Michel Corsi Batista e de sua coorientadora, prof. Dra. Fernanda Peres Ramos.

O objetivo deste estudo consiste em elaborar, desenvolver e avaliar uma proposta didático-pedagógica para o ensino do conteúdo de Ondas Eletromagnéticas, na disciplina de Física do ensino médio, o qual, apesar de sua relevância, tem sido pouco discutido atualmente com os estudantes em sala de aula. Você foi selecionado porque atende a todos o critério de seleção dos participantes da pesquisa, ou seja, é estudante da disciplina de Física e está regularmente matriculado no terceiro ano do ensino médio.

Sua participação não é obrigatória e a qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. A sua recusa na participação não trará nenhum prejuízo à sua relação com o pesquisador ou com a Unidade Escolar na qual você estuda.

Sua participação consistirá no acompanhamento, assiduidade e envolvimento nas atividades que serão desenvolvidas pelo próprio pesquisador em sala de aula, com estudantes do primeiro ano do ensino médio, sobre o tema de sua Dissertação de Mestrado, segundo objetivo explicitado acima.

A pesquisa será desenvolvida no Colégio Estadual Padre Anchieta, pertencente ao Núcleo Regional de Ensino de Assis Chateaubriand, em uma turma do terceiro ano regular do Ensino Médio, no âmbito da disciplina de Física. Essas atividades serão desenvolvidas somente com a autorização do(a) diretor(a) da Unidade Escolar.

Seu consentimento em participar não acarretará desconfortos, gastos financeiros ou riscos de ordem psicológica, física, moral, acadêmica ou de outra natureza. Sua participação, ao contrário, poderá trazer benefícios, pois você estará participando de

uma pesquisa que busca proporcionar aos estudantes da educação básica a compreensão da relação entre os conteúdos científicos estudados na escola, e a realidade social mais ampla em que estão inseridos, bem como, a problematização dessa realidade, em suas diferentes dimensões. Ademais, visamos com este trabalho favorecer a ampliação dos conhecimentos culturais dos estudantes, a fim de que, munidos desses conhecimentos, possam utilizá-los como elementos ativos de transformação social.

Os dados da pesquisa serão coletados a partir do desenvolvimento das atividades teórico- experimentais que serão realizadas em sala de aula pelo próprio pesquisador e poderão ser gravadas em um aparelho de gravação de áudio. Todas as informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.

Os resultados serão utilizados para a conclusão da pesquisa acima citada. Os dados coletados durante o estudo serão analisados e apresentados sob a forma de relatórios e serão divulgados por meio de trabalhos apresentados em reuniões científicas, periódicos e da própria Dissertação de Mestrado.

Assinatura do Pesquisador

Eu, _____, declaro que entendi os objetivos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Assis Chat, _____ de _____ 2019.

Assinatura do Participante da Pesquisa