



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ENSINO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL NA PERSPECTIVA DOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

VILMA SANTANA DOS SANTOS

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
AGOSTO DE 2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA PRÓ-
REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

VILMA SANTANA DOS SANTOS

**ENSINO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL NA PERSPECTIVA DOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristina Porto Gonçalves

Coorientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
AGOSTO DE 2023**

S233e

Santos, Vilma Santana dos.

Ensino das ondas eletromagnéticas nos anos finais do ensino fundamental na perspectiva dos três momentos pedagógicos. / Vilma Santana dos Santos, 2023.

132f. il.

Orientador (a): Dr^a. Cristina Porto Gonçalves.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 130 - 132.

1. Ensino de Física. 2. Ondas eletromagnéticas. 3. Ensino Fundamental – Anos Finais. 4. Três momentos pedagógicos. I. Gonçalves, Cristina Porto. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. IV. T.

CDD 530

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos 28 dias do mês de julho de 2023, às 9h00, por meio da plataforma virtual *Google Meet*, de conta institucional da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada “*Ensino das Ondas Eletromagnéticas nos Anos Finais do Ensino Fundamental na Perspectiva dos Três Momentos Pedagógicos*”, de autoria de Vilma Santana dos Santos, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pela professora Dra. Cristina Porto Gonçalves, orientadora da mestranda e contou com a participação da professora Dra. Maria Socorro Seixas Pereira e da professora Dra. Sandra Cristina Ramos, na condição de examinadoras; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue (enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.



Documento assinado eletronicamente por **Sandra Cristina Ramos, Professor**, em 28/07/2023, às 11:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Socorro Seixas Pereira, Usuário Externo**, em 28/07/2023, às 13:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Porto Gonçalves, Professor Titular**, em 28/07/2023, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vilma Santana dos Santos, Usuário Externo**, em 28/07/2023, às 14:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luizdarcy de Matos Castro, Vice-coordenador(a) do Programa**, em 28/07/2023, às 14:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://seibahia.ba.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **00071688235** e o código CRC **D8BE3DEB**.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



**Ensino das Ondas Eletromagnéticas nos Anos Finais do Ensino Fundamental na
Perspectiva dos Três Momentos Pedagógicos**

AUTORA: VILMA SANTANA DOS SANTOS

DATA DE APROVAÇÃO: 28 de julho de 2023

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Cristina Porto Gonçalves

Profa. Dra. Cristina Porto Gonçalves

Presidente da Banca Examinadora/Orientadora

Sandra Cristina Ramos

Profa. Dra. Sandra Cristina Ramos

Examinadora interna

Maria Socorro Seixas Pereira

Profa. Dra. Maria Socorro Seixas Pereira

Examinadora externa

2023



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



Aos meus sobrinhos, **Ana Júlia Santana, John Vinicius Santana e Maria Alice Santana**. Cada um de vocês chegou em minha vida em momentos específicos de decisões e avanços acadêmicos e com a potência da pureza e amor que só as crianças carregam vocês me ajudaram a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, o todo poderoso, aquele que é Pai, que me guia, me protege, me faz andar acima das minhas limitações, que sonha os meus sonhos e me faz realizar cada um deles.

À minha mãe, **Benilde Maria Santana**, que com o seu amor e orações contribuiu para a realização desse trabalho.

Ao meu pai, **João Domingues**, que com seu amor e simplicidade me ajudou a chegar até aqui.

À minha vó, **Alice Maria** (*in memória*) pela inspiração.

Às minhas irmãs **Luciana** e **Analice** pelo apoio.

Aos meus amigos pela paciência e compreensão nos momentos de ausência em especial à **Denise** que participou de perto na realização desse sonho.

Aos **Mestres** que pelo amor e com amor à profissão vivenciaram o desafio das aulas online em um período de pandemia.

À minha orientadora, **Cristina Porto** e Coorientador, **Luizdarcy de Matos** por caminhar lado a lado comigo na construção desse trabalho, vocês foram os melhores orientadores que eu poderia ter.

Aos meus colegas de turma (**Ayrton, Anderson, Êgilo, Ivanê, Fernando, José Nilton, Mariana e Nelson**) que fizeram os momentos difíceis serem leves, obrigada pelo companheirismo.

À direção, coordenação, professores e alunos do **Colégio Estadual Camilo de Jesus Lima** por todo apoio e incentivo principalmente no início desse desafio, vocês são especiais!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À direção, coordenação, professores e alunos do **Colégio Interativo – COEDUC** por acolherem com respeito esse trabalho.

RESUMO

O trabalho aqui apresentado tem como propósito contribuir para ensino de Ondas Eletromagnéticas no Ensino Fundamental – Anos Finais, através da elaboração, implementação e avaliação de uma sequência didática utilizando-se da aplicação dos três momentos pedagógicos segundo a perspectiva de Delizoicov e Angotti. O objetivo da aplicação da sequência didática é problematizar, a partir do diálogo, levando os alunos a compreenderem a noção de ondas eletromagnéticas e suas propriedades, utilizando-se de recursos didáticos como vídeos, slides, questionários e experimentos. O desenvolvimento das etapas dos três momentos pedagógicos se deu inicialmente com a problematização sobre o tema central com a aplicação de um questionário de perguntas abertas e apresentação de experimentos. Na segunda etapa foram utilizados os seguintes recursos didáticos para a organização do conhecimento: vídeos, slides, questionários e experimentos. Para a aplicação do conhecimento foram utilizados mapas conceituais e questionários de avaliação. A aplicação dessa sequência didática foi realizada durante as aulas de Física para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II auxiliando-os na percepção da Física em situações do seu próprio cotidiano.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ondas eletromagnéticas; Ensino Fundamental – Anos Finais; Três momentos pedagógicos.

ABSTRACT

The purpose of the work presented here is to contribute to the teaching of Electromagnetic Waves in Elementary School – Final Years, through the elaboration, implementation and evaluation of a didactic sequence using the application of the three pedagogical moments according to the perspective of Delizoicov and Angotti. The purpose of applying the didactic sequence is to problematize, based on dialogue, leading students to understand the notion of electromagnetic waves and their properties, which are so present in the daily life of this digital native generation, using didactic resources such as videos, slides, questionnaires and experiments. The development of the stages of the three pedagogical moments initially took place with the questioning of the central theme with the application of a questionnaire with open questions and presentation of experiments. In the second stage, the following didactic resources were used to organize knowledge: videos, slides, questionnaires and experiments. For the application of knowledge, conceptual maps and evaluation questionnaires were used. The application of this didactic sequence was carried out during Physics classes for students of the 9th year of Elementary School II, helping them to perceive Physics in situations of their own daily life.

Keywords: Physics Teaching; Electromagnetic waves; Elementary School II; Three pedagogical moments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carregamento de Capacitor entre placas.....	34
Figura 2 - Arco-íris de Maxwell	37
Figura 3 – Pulso de uma onda.....	39
Figura 4 - Espectro Eletromagnético	44
Figura 5 – Espectro Eletromagnético (Ondas de rádio).....	46
Figura 6 - Amplitude e Frequência Modulada.....	47
Figura 7 – Sistema para gerar uma onda eletromagnética.....	48
Figura 8 - Resposta A ₁	60
Figura 9 - Representação de antenas e ondas.....	60
Figura 10 - Resposta A ₃	61
Figura 11 - Resposta A ₃	62
Figura 12 - Resposta A ₃	62
Figura 13 - Resposta A ₃	63
Figura 14 - Resposta A ₃	63
Figura 15 - Ilustração da chegada de informações aos aparelhos de rádio e TV.....	64
Figura 16 - Imagens do vídeo “Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio”	66
Figura 17 - Imagens do vídeo: “Como funciona o celular?”	68
Figura 18 - Imagem do vídeo “Ondas Eletromagnéticas”	68
Figura 19 - Imagens dos slides sobre Ondas	69
Figura 20 - Imagem dos slides sobre Mapa Conceitual.....	70
Figura 21 - Mapas Conceituais dos alunos.....	71
Figura 22 - Gráficos dos resultados da lista de questões objetivas.....	72
Figura 23 – Resposta de A ₂	73
Figura 24 – Resposta de A ₃	73
Figura 25 - Resposta de A ₂	74
Figura 26 - Resposta de A ₂	74
Figura 27 - Resposta de A ₂	75
Figura 28 - Resposta de A ₂	76
Figura 29 - Resposta de A ₁	76
Figura 30 - Desenho sobre comprimento e frequência de onda.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações, Produtos Educacionais e Artigos	15
Tabela 2 - Comprimentos da luz visível	45
Tabela 3 - Cronograma de aplicação dos Três Momentos Pedagógicos.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 CONTRIBUIÇÕES DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 DOCUMENTOS QUE NORTEIAM O ENSINO DA FÍSICA.....	20
3.1.1 LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira.....	21
3.1.2 DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais.....	22
3.1.3 BNCC – Base Nacional Comum Curricular.....	22
3.2 PROBLEMA E PROBLEMATIZAÇÃO.....	23
3.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.....	25
3.3.1 Primeiro momento: Problematização inicial	27
3.3.2 Segundo momento: Organização do conhecimento.....	28
3.3.2 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento.....	29
4 ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	31
4.1 EQUAÇÕES DE MAXWELL.....	31
4.1.1 Lei de Gauss para o Campo Elétrico	32
4.1.2 Lei de Gauss para campos magnéticos	33
4.1.3 Lei da indução de Faraday	33
4.1.4 Lei de Ampère- Maxwell.....	34
4.2 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	37
4.2.1 Espectro Eletromagnético	43
4.2.2 Geração de ondas eletromagnéticas.....	47
4.2.3 Transporte de energia da onda eletromagnética.....	48
5 PROCEDIMENTOS DIDÁTICO-METODOLÓGICOS	51
5.1 MAPAS CONCEITUAIS	52
5.2 EXPERIMENTOS.....	53
6 INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA	55
6.1 CONTEXTO DA PESQUISA	55
6.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DOS 3 MOMENTOS PEDAGÓGICOS EM SALA DE AULA.....	56
6.2.1 Etapa 1: Problematização inicial (PI).....	56

6.2.2	Etapa 2: Organização do conhecimento (OC)	56
6.2.3	Etapa 3: Aplicação dos conhecimentos (AC)	57
6.3	CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	
	58	
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	81
	<i>APÊNDICE A – Questionário 01</i>	<i>86</i>
	<i>APÊNDICE B – Questionário 02</i>	<i>87</i>
	<i>APÊNDICE C – Lista de Questões</i>	<i>87</i>
	<i>APÊNDICE D – Questionário 03</i>	<i>88</i>
	<i>APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</i>	<i>89</i>
	<i>APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR</i>	<i>90</i>
	<i>APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</i>	<i>91</i>
	PRODUTO EDUCACIONAL	93

1 INTRODUÇÃO

Até 2019, no Brasil, o ensino de ciências dos anos iniciais aos finais do Ensino Fundamental tinha um olhar mais atento para a área da biologia. Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ficou estabelecido que o ensino de ciências deve abordar os conteúdos de Física, Química e Biologia não apenas no Ensino Médio, mas também nos anos finais do Ensino Fundamental. Portanto, torna-se um desafio para os docentes, uma vez que na sua grande maioria são licenciados em ciências biológicas e, como consequência, muitas vezes os conteúdos de Física são vistos de forma abstrata e com memorização de fórmulas. O mesmo ocorre com professores formados em Física em virtude da ausência de uma metodologia adequada. A respeito da formação desses docentes, Gatti (2014, p. 39) afirma que

A formação para a prática da alfabetização e iniciação à matemática e às ciências naturais e humanas é precária, como também é precária a formação para o trabalho docente nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio.

Ensinar a disciplina de Física para alunos da Educação Básica tem sido um grande desafio para os educadores do século XXI, uma vez que esses alunos são verdadeiros nativos da era digital. De acordo com Ebert, Possamai e Simon (2017), esses discentes têm acesso a todas as formas de tecnologia logo nos primeiros anos de vida, possuindo com facilidade o acesso às informações. Portanto, aumenta a necessidade dos educadores inserirem novas ferramentas no processo de ensino para que as informações adquiridas por esses alunos se transformem em conhecimento e conhecimento aplicável no seu cotidiano.

A aplicação de ferramentas que facilitem a compreensão e potencializem a aprendizagem dos conteúdos como equipamentos de multimídia, podem tornar o estudo da Física algo prazeroso, interessante e com significado para os alunos. Rosa e Rosa (2012, p. 11) ressaltam que o ensino de Física precisa

[...] libertar-se e transcender do ensino tradicional, permeado por conceitos, leis e fórmulas tratados de modo desarticulado em relação ao mundo vivido pelo aluno e pelo professor, com insistência na automatização em resolução de exercícios.

Nesse contexto, Maciel (2022) afirma que o estudo de Física deve estar alinhado às vivências diárias dos alunos, fazendo-se necessário o uso de equipamentos e instrumentos que auxiliem nas aulas com atividades experimentais que estimulem também o raciocínio, o senso crítico e criativo.

Diante o exposto, a proposta da sequência didática aqui apresentada teve como finalidade prover a aquisição de conhecimentos relativos ao estudo das Ondas Eletromagnéticas relacionando com o cotidiano dos alunos, uma vez que essas estão inseridas em várias situações do dia a dia dos discentes, como nas telecomunicações, na medicina, rádio, TV etc. É nesse contexto que Paulo Freire (1985) propõe o diálogo do professor com o aluno, estabelecendo relações entre essas aplicações no mundo real e o conteúdo estudado, permitindo que eles façam reflexões sobre a sua realidade.

Para alcançar tais objetivos foi utilizada a aplicação dos Três Momentos Pedagógicos, segundo a perspectiva de Delizoicov e Angotti (1990), com o objetivo de levar os alunos a compreenderem a noção de ondas eletromagnéticas e suas propriedades.

Esse método, abordado inicialmente por Delizoicov (1982), ao promover a transposição da concepção de Paulo Freire para o espaço da educação, é fundamentada na concepção de uma abordagem contextualizada dos conteúdos e pode ser descrita da seguinte maneira, dentro de um processo didático em sala de aula.

No primeiro capítulo é feita a introdução com a apresentação da temática, a proposta de trabalho e seus objetivos. O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica sobre o ensino de Ondas Eletromagnéticas no 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais e suas contribuições.

Encontra-se no terceiro capítulo o referencial teórico dividido nos seguintes tópicos: Documentos que norteiam o ensino de Física, Problemas e Problematização, e Os três Momentos Pedagógicos. O quarto capítulo refere-se ao Estudo das Ondas Eletromagnéticas a partir das equações de Maxwell.

No quinto capítulo estão os procedimentos didático-metodológicos utilizados na aplicação sendo eles os Mapas conceituais e Experimentos.

A intervenção em sala de aula, bem como o contexto da pesquisa e o desenvolvimento da situação de ensino foram descritos no sexto capítulo, sendo

relatadas também cada etapa segundo a abordagem dos três Momentos Pedagógicos e o cronograma de aplicação.

No sétimo capítulo foram apresentados e discutidos os resultados das atividades aplicadas durante a implementação da sequência didática com base nos três momentos pedagógicos.

Por fim, foram feitas as considerações finais no oitavo capítulo, apresentando a valorização da importância do material produzido e dos resultados encontrados, bem como o relato de uma Aprendizagem Significativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o ensino de Ondas Eletromagnéticas para o 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais observando as diferentes metodologias de ensino aprendizagem e suas contribuições para o ensino de Física.

Se tratando de uma revisão bibliográfica, buscamos nas bases de dados online, a exemplo do Google Acadêmico, a literatura referente ao tema em estudo, como as seguintes palavras-chave: Sequência didática Física 9º ano; Ondas eletromagnéticas 9º ano. A revisão foi dos últimos dez anos.

De acordo com Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica trata-se de um levantamento de tudo que já foi publicado, como livros, revistas, artigos e pode ser o primeiro passo de uma pesquisa científica. Ela faz com que o pesquisador conheça o que já existe sobre o assunto e é capaz de orientar o pesquisador nas suas informações. Depois de uma pesquisa ampla, leitura de títulos e resumos foram catalogados um total de 7 (sete) trabalhos que versam a respeito do tema, dispostos na tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações, Produtos Educacionais e Artigos

Nº	Título	Autor	Defesa	Referência
1	Pedro e Camila em: ondas eletromagnéticas. Um estudo sobre o ensino de ondas eletromagnéticas através de história em quadrinhos.	Raquel Luiza Rodrigues <i>UnB Planaltina</i>	Julho 2013	https://bdm.unb.br/handle/10483/5901
2	Ensino de ondas eletromagnéticas no 9º ano do ensino fundamental por meio de uma situação problema.	Rafael José Pereira Vieira <i>UFJF/ Polo 24</i>	Novembro 2016	https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/4084
3	Sequência didática para o ensino da luz em turmas do 9º ano do ensino fundamental.	Clayton Antônio Pereira Pires <i>UFJF</i>	Fevereiro 2017	https://www2.ufjf.br/profis/wp-content/uploads/sites/247/2017/01/Produto-Educacional-Clayton.pdf

4	O uso do simulador <i>Phet</i> como recurso didático para o ensino de ondas no 9º ano do ensino fundamental.	Rafael Rocha Pereira <i>UFF</i>	Agosto 2018	https://app.uff.br/riuff/handle/1/10253
5	Abordagem de conceitos de Física Moderna nos anos finais do ensino fundamental com o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa.	Paulo Gomes Batista <i>UESB</i>	Março 2022	http://www2.uesb.br/ppg/mnpef/wp-content/uploads/2022/05/PRODUTO-EDUCACIONAL-PAULO-GOMES.pdf
6	Caixa de cores com emulação do espectro visível para abordagem de conceitos sobre ondas eletromagnéticas no ensino fundamental.	Ana Flávia Chaparro V. Simões Denise Fernandes de Mello Guilherme dos Santos Sousa Rafael Plana Simões <i>UESP</i>	Maio 2022	https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30066
7	Proposta de sequência didática sobre ondulatória para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.	Rayná Elizabete Silva Miranda <i>UFP</i>	Novembro 2022	https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47753

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Do ano de 2013, foi encontrado o Trabalho de Conclusão de Curso que aborda um estudo sobre o ensino de Ondas Eletromagnéticas através de histórias em quadrinhos, da autora Raquel Luiza Rodrigues, UnB Planaltina. A sua aplicação ocorreu em uma escola da rede pública com alunos entre 11 e 15 anos do Ensino Fundamental – Anos Finais. O objetivo do trabalho foi verificar a aprendizagem de alunos da referida etapa de estudo sobre o tema ondas eletromagnéticas, a partir de atividades lúdicas como instrumento de melhoria no processo de apropriação do conhecimento, especificamente com a leitura de uma história em quadrinhos intitulada “Pedro e Camila em: Ondas Eletromagnéticas”, que trata as aplicações das ondas eletromagnéticas no cotidiano do aluno. Inicialmente verificou-se o conhecimento prévio dos alunos por meio de questionário, sendo que o resultado mostrou que a maioria não tinha conhecimento a respeito do conteúdo, apresentando “informações vagas, contraditórias e sem associações” (RODRIGUES, 2013, p, 10). Em seguida, juntamente com os alunos selecionados para a pesquisa, foi elaborada uma História em Quadrinhos (HQ) para apresentação e estudo do referido conteúdo. A autora verificou que a compreensão dos alunos a respeito do tema foi maior após a leitura da HQ.

De 2016, foi analisada a Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 24: Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, do autor Rafael José Pereira Vieira. Sua dissertação expõe a descrição da aplicação de uma sequência didática a partir de situações-problema sobre os fenômenos que envolvem as radiações eletromagnéticas no cotidiano, questionando os riscos de se viver em um mundo imerso em ondas. Sua fundamentação teórica tinha como ênfase no uso das situações-problema no Ensino de Física, o que possibilitou o desenvolvimento de competências e habilidades voltadas para pesquisa e investigação de situações do cotidiano.

Outra publicação analisada foi a sequência didática para o ensino da luz em turmas do 9º ano do ensino fundamental – Anos Finais, do ano de 2017, apresentada à Coordenação de Pós-Graduação da UFJF no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) como avaliação da disciplina Estágio Supervisionado do autor Clayton Antônio Pereira Pires. Sua proposta de ensino é voltada para atividades experimentais de baixo custo e fácil aplicação.

No ano 2018, foi publicado a Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), do autor Rafael Rocha Pereira, relatando a implementação de um produto educacional com uma proposta didática para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Para isso baseou-se em estudos que mostram a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) como uma ferramenta de apoio pedagógico, com destaque para o estudo de simulações, que facilitam a visualização e a compreensão de diversos fenômenos físicos, com o auxílio do simulador PhET, estimulando o interesse do aluno pela Física e tornando o processo de ensino aprendizagem mais produtivo. De acordo com o autor, os discentes gostaram do modo como foi apresentado o conteúdo.

De 2022, foram encontrados três trabalhos, uma dissertação, um artigo e um trabalho de conclusão de curso. A dissertação do autor Paulo Gomes Batista foi apresentada ao Programa de Pós Graduação (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF). A base do referencial teórico dessa dissertação é a Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica na visão de Marco Antônio Moreira, tendo como objetivo principal a elaboração e execução de uma UEPS

(Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) utilizando os mais variados recursos didáticos, como por exemplo, a apresentação de slides e vídeo, leitura, simulações interativas, experimentos reais, situações problema e a aplicação da UEPS.

O artigo dos autores Ana Flávia Chaparro Viana Simões, Denise Fernandes de Mello, Guilherme dos Santos Sousa e Rafael Plana Simões teve por objetivo apresentar um aprimoramento do objeto educacional conhecido como caixa de cores, no qual a fonte de luz é capaz de emular todo o espectro eletromagnético visível em função do comprimento de onda. A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho foi de uma pesquisa experimental, baseada em observações diretas, predominantemente de natureza qualitativa que permitiu aos estudantes fazer a associação entre comprimento de onda e a cor da luz visível.

O trabalho de conclusão de curso foi apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de graduada em Licenciatura em Física da autora Rayná Elizabete Silva Miranda. Essa pesquisa adotou como objetivo geral desenvolver uma sequência didática sobre ondulatória para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, com uma perspectiva problematizadora e autêntica elaborada com base nos preceitos de Guimarães e Giordan (2013) que definem um processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração de sequências). Para a realização da sequência didática a autora utilizou-se de trechos de filme, construção de paródia, jogos educativos como jogo da memória, dominó, palavras cruzadas e mapas conceituais.

2.1 CONTRIBUIÇÕES DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Embora o enfoque dessa dissertação seja a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ondas Eletromagnéticas para o Ensino Fundamental – Anos Finais, através da revisão bibliográfica realizada foi possível encontrar dissertações, artigos e trabalhos de conclusão de curso de licenciatura em Física com diferentes metodologias de ensino aprendizagem do mesmo conteúdo. Apesar do tema Ondas Eletromagnéticas por vezes ser excluído do conteúdo programático do Ensino Fundamental – Anos Finais, por ser específico da disciplina de Física, e a maioria dos professores não possuírem formação na área, nota-se que há pesquisadores e professores buscando criar materiais que possam servir como apoio para os demais docentes com novas propostas de intervenção pedagógica no ensino

de Física. Nenhum dos trabalhos encontrados nessa pesquisa utilizaram em sua metodologia os Três Momentos Pedagógicos (3MP), o que motivou a realizar essa sequência didática com essa abordagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A educação no Brasil está em constante discussão nos meandros das universidades e outras instituições públicas e privadas. O papel do professor, a formação de um discente crítico e atuante e os meios pelos quais os objetivos são alcançados é uma constante em teorias e debates.

O processo educacional é composto por indivíduos que atuam diretamente na sociedade, pois não é possível desvinculá-la da vida diária. O discurso comum em toda a sociedade brasileira é o de que só através da educação pode-se mudar o país. No entanto, o Brasil tem uma área territorial muito extensa e um educador ou um projeto específico não é capaz de alcançá-lo como um todo. No entanto, se a prática docente for centrada em sua realidade diária, com a intensão racional de mudança local, sem dúvida o total será atingido para o melhor.

Isto posto, o presente capítulo intenta evidenciar, ainda que de modo breve, a legislação e os documentos que orientam o ensino de Física no país, bem como os aspectos do problema e problematização e os conceitos a respeito dos Três Momentos Pedagógicos.

3.1 DOCUMENTOS QUE NORTEIAM O ENSINO DA FÍSICA

A disciplina Física é normalmente relacionada ao Ensino Médio, pois nessa etapa da Educação Básica, a disciplina de Ciências, que no Ensino Fundamental é trabalhada sob essa denominação, é fragmentada em três áreas distintas: Física, Química e Biologia. Tal divisão é realizada visto que “pretende-se aprofundar os conhecimentos científicos abordados no âmbito do Ensino Fundamental, tendo em vista as especificidades de cada área de conhecimento enquanto campos de pesquisas científicas” (ROEHRIG; SANTOS, 2019, p. 1). É importante mencionar que apesar dessa associação ser frequente, os conceitos da Física perpassam todos os níveis educacionais em diferentes enfoques e complexidades, especialmente após a implantação da BNCC.

A Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, aprovada em 1996, os Diretrizes Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular serão os documentos analisados a seguir.

3.1.1 LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

Toda prática educacional no Brasil é primeiramente norteadada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Essa foi a segunda vez que a educação contou com uma Lei que a regulamentasse em todos os seus níveis. A primeira havia sido promulgada em 1961 (LDB 4024/61).

A LDB 4024/61 é herdeira de um momento histórico muito particular, no qual o Brasil estava imerso, após metade do século XX. Com a industrialização brasileira estabelecida e os avanços tecnológicos alcançados, a educação também precisava de uma mudança. Período ainda herdeiro da Escola Nova – que se recusava “a considerar a criança uma miniatura do adulto, um adulto inacabado. Ela vai atender a criança a partir das especificidades da sua natureza infantil” (SANTOS; PRESTES; VALE, 2006). E, em 1961, foi sancionada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº. 4024, pelo Presidente João Goulart.

A educação escolar até aquele momento estava “associada à posição social, favorecendo só alguns privilegiados, que a ela mantinham acesso para conservar o próprio *status quo*” (SANTOS; PRESTES; VALE, 2006, p.143). Com o avançar das décadas, “a luta pela escola pública e laica foi elemento importante das reformas educacionais” (2006, p.145). E, a partir desse período histórico, as mudanças políticas e os avanços para uma escola pública que garantisse não apenas atender as necessidades básicas da alfabetização, mas também formasse um cidadão crítico que galgasse uma melhor posição política social culminaram, primeiramente na Constituição de 1988, que garante a educação como direito de todos e, por fim, na LDB 9394/96.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação finalmente estabeleceu os pressupostos pelos quais o ensino brasileiro deveria trilhar e ser garantido pelo Estado. A lei magna da educação estabelece o Ensino Fundamental como a segunda etapa da Educação Básica, definindo-a como um período de escolarização que tem por finalidades, asseguradas no art. 32:

- I - o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;

III - o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
IV - o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social. (BRASIL, 1996)

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação estabeleceu os pressupostos pelos quais o ensino brasileiro deveria trilhar e ser garantido pelo Estado e abriu caminho para os demais documentos norteadores da educação brasileira.

3.1.2 DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) são normas obrigatórias estabelecidas com o objetivo de orientar o planejamento curricular das escolas de Educação Básica no Brasil, sendo o Conselho Nacional de Educação (CNE) responsável pela discussão, concepção e fixação das diretrizes, que complementa os demais documentos normativos vigentes no país. Vale dizer que a motivação para a criação dessas diretrizes é a LDB. Uma resolução de 2010 fixou as diretrizes para o ensino de 9 anos no país (BRASIL, 2013; 2018).

As DCNs norteiam-se em princípios éticos, políticos e estéticos e versam a respeito dos conteúdos, afirmando que estes devem ser relevantes para a vida dos alunos e para toda a sua vida acadêmica fazendo referência a abordagem de ensino significativo, afirmando também que quanto à organização dos conteúdos, deve-se buscar uma integração no currículo que favoreça a participação ativa dos educandos com suas diferentes habilidades, experiências e interesses.

Para que essas e outras normas sejam possíveis, as DCN contam com a parceria das famílias dos alunos, com o trabalho e o compromisso dos profissionais envolvidos com a aprendizagem, e com os recursos disponíveis nas escolas, que devem ser providos conforme os padrões mínimos de qualidade estabelecidos na LDB.

3.1.3 BNCC – Base Nacional Comum Curricular

A BNCC – Base Nacional Comum Curricular, sancionada recentemente, como o documento base para a educação básica, além de determinar os conhecimentos científicos específicos de cada disciplina, aponta as competências que devem ser

desenvolvidas ao longo dos anos de estudo de cada aluno. Ademais, esse documento normativo afirma que durante todo processo de aprendizagem escolar, o aluno deve tornar-se um cidadão crítico que consiga, a partir de conhecimentos científicos adquiridos na escola, entender os processos pelos quais eles acontecem e aplicá-los em sua vida (BRASIL, 2017).

Especificamente a respeito do ensino de Ciências,

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. (BRASIL, 2018, p. 321).

O currículo de ciências do Ensino Fundamental – Anos Finais deve ser elaborado seguindo as orientações contidas na BNCC, em que as aprendizagens essenciais são asseguradas. Para isso, foram organizadas em três unidades temáticas: matéria e energia; vida e evolução; e Terra e Universo que se reforçam em todo o ensino fundamental dentro da área de ciências da natureza, ou seja, devem ser explorados por meio da ideia do currículo em espiral (BNCC, 2015; 2018).

De acordo com a BNCC, o conteúdo de ondas eletromagnéticas, proposto para a execução da sequência didática descrita nessa dissertação, deve ser trabalhado no 9º ano e está especificado na unidade temática “Matéria e energia” onde encontra-se a habilidade a ser alcançada, a saber:

(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc. (BRASIL, 2018, p. 351).

Para atender a esse objetivo faz-se necessário a compreensão dos tópicos e capítulos a seguir.

3.2 PROBLEMA E PROBLEMATIZAÇÃO

Os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) do Ensino Fundamental referente ao ensino de Ciências Naturais exigem do educador práticas relacionadas com uma perspectiva problematizadora, visto que um de seus objetivos é que o aluno do Ensino Fundamental seja capaz de:

[...] questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. (BRASIL, 1998)

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental, o ensino de ciências tem por objetivo fundamental dar ao aluno condições para “identificar problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a tirar conclusões sozinhos” (BRASIL, 1998).

Corroborando, a BNCC espera que o discente possa acessar à diversidade de conhecimentos científicos produzidos durante a história e, com isso, “possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes” (BRASIL, 2018, p. 321).

Embora os termos problemas e problematização no ensino de Física por vezes sejam atribuídos a atividades de resolução de problemas, Delizoicov (2008) aborda a ressignificação da problematização atribuindo a Gaston Bachelard (1884-1962) a ênfase do problema como gênese do conhecimento, afirmando que o conhecimento se origina da busca de soluções para problemas consistentemente formulados, não se restringindo apenas a apresentação de problemas a serem solucionados com os conceitos abordados nas aulas.

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (BACHELARD, 1977, p. 148)

Os problemas a serem utilizados em sala de aula devem ir além da ideia de uma lista de exercícios repetitivos e descontextualizados retirados dos livros didáticos

e serem significativos para os alunos e estruturadores de todo o processo didático-pedagógico, favorecendo a aprendizagem dos educandos Delizoicov (2005).

Particularmente na área de ensino da física [...] o que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão 'como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas'. Ou seja, ele trata os problemas como ilustrativos, como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno. (PEDUZZI 1997, p.230)

Para Delizoicov (2008), problematizar é apresentar aos alunos problemas – com significado para eles – com o potencial de lhes gerar a necessidade de apropriação de um conhecimento inédito: que ainda não possuem e que ainda não lhes foi apresentado pelo professor. Problematizar também é trazer para o professor o papel de questionador: aquele que absorve o conhecimento prévio do aluno com suas limitações e/ou contradições e os questiona, se utilizando desse diálogo para formular e explicitar o conhecimento a ser desenvolvido como busca de respostas.

“Em uma dimensão, a problematização é direcionada a fomentar explicações comuns aos educandos e, em outra, a contribuir para construção de formas de conhecimento novas para eles” (PENIDO E SILVA, 2016, p. 319), seria primeiramente aprofundar e questionar o conhecimento sobre as *situações-limite* para, em seguida, abordar o conhecimento da Física.

Araújo e Muenchen (2018), apresentam Os Três Momentos Pedagógicos como uma abordagem metodológica própria para trabalhar o problema e a problematização, pois “nos 3MP, a problematização está implícita em todos os momentos, pois busca, a partir de aspectos relacionados à vida dos educandos, discutir, investigar, dialogar, problematizar tais situações” (ARAÚJO; MUENCHEN, 2018, p. 55).

3.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Os Três Momentos Pedagógicos são uma abordagem metodológica, ou dinâmica,

[...] proposta por Delizoicov e Angotti (1990) e também investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma

conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade de seu cotidiano. (BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018, p. 188).

O renomado educador Paulo Freire que atuou, durante as décadas de 1950 até sua morte em 1997, em prol da educação no Brasil, foi indubitavelmente responsável por incentivar que jovens e adultos que viviam a margem da sociedade a se apropriar do conhecimento e agir como atores em sua própria vida a fim de alcançar seus objetivos, sejam eles financeiros ou de qualquer outra ordem. Paulo Freire considerava a educação como um meio de mudar o homem socialmente, politicamente, eticamente, historicamente e culturalmente e afirma: “A educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”. Ele acreditava também que o professor não pode se resumir a ensinar os assuntos do currículo escolar, mas especialmente, instruir ao pensamento racional e crítico, pois “pensar é não estarmos demasiado certos de nossas certezas” (FREIRE, 1996).

A reflexão e a discussão que vai além do conteúdo programático foram a grande bandeira de Paulo Freire para a promoção do cidadão consciente e atuante. Pois, para o educador, durante o processo educativo o sujeito se tornaria um sujeito atuante e cidadão crítico na sociedade (FREIRE, 1996).

No Brasil, na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e na USP (Universidade de São Paulo) foi onde surgiram os primeiros grupos interessados em discutir a respeito do ensino de Física que, segundo Moreira (1997), foram com relação a construção de recursos didáticos e aos métodos de ensino, e motivados pela preocupação e insatisfação de alunos com o ensino de Física. Ainda há diversos grupos de pesquisadores investigando o ensino de Física no Brasil. Ben-Dov (1996) afirma que frequentemente, “a aprendizagem de física se reduz [...] a um trabalho extremamente frustrante de assimilação de técnicas destinadas unicamente à resolução dos problemas propostos por ocasião das provas.”

A ênfase nos documentos atuais que norteiam o ensino de Física (LDB, BNCC, DCN e PCN), é de um ensino baseado em competências e habilidades, o que requer “[...] uma prática docente com novos procedimentos didático-pedagógicos, que incentivem o espírito questionador e investigador dos alunos, ampliando sua visão de mundo, tornando-os autônomos intelectualmente” (ROSA; ROSA, 2012, p. 19). Para Bonadiman e Nonenmacher (2007):

Muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula, principalmente as relacionadas com a questão do gostar e do aprender, [...] podem ser contornadas por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia adequada de ensino.

Nesse sentido, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos podem ser utilizados como um instrumento auxiliador e norteador no processo de ensino aprendizagem, possibilitando o rompimento do Ensino Tradicional, centrado em abordagens meramente conceituais.

Os 3 momentos pedagógicos são uma dinâmica didático pedagógica desenvolvida por Delizoicov e Angotti nos anos 80 através de um projeto de formação de professores de Ciências Naturais na Guiné Bissau inspirada nas ideias freireanas para a educação formal. A publicação dos livros “Física” e “Metodologia do Ensino de Ciências” de autoria de Delizoicov e Angotti, em 1990, proporcionou a disseminação dessa dinâmica caracterizada por três etapas: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Para o planejamento dessa prática pedagógica é necessária uma sistematização inicial para contextualizar o diálogo entre o discente e o docente com atividades relacionadas com o processo de codificação-decodificação de contradições locais, objetivando desafiar e ultrapassar o entendimento que os alunos possuem (SILVA, 2004).

3.3.1 Primeiro momento: Problematização inicial

Na primeira etapa é realizada a problematização inicial, em que questões ou situações reais são apresentadas aos alunos que deverão discutir e expor seus conhecimentos sobre o assunto. Aqui, o papel do professor não é esclarecer, mas sim lançar questionamentos que considerem a vivência dos alunos, levando-os a lembrar de situações do seu dia a dia e do ambiente em que vivem a fim de revelar o que conhecem a respeito do que já sabem sobre o conteúdo a ser estudado, antes mesmo dos conceitos serem apresentados. O professor deve aproveitar esse conhecimento de mundo, adquirido paralelamente a vida escolar, em sala de aula. Não basta apenas que o aluno decodifique o sistema alfabético, mas que saiba compreender o mundo a sua volta.

É nesse momento que o educador terá ciência dos conhecimentos prévios, expostos pelos alunos, e os mesmos perceberão a necessidade de adquirir novos

conhecimentos ou embasamentos científicos para explicar tais situações. O principal objetivo dessa etapa é ligar o conteúdo que será apresentado “[...] com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29). Além disso,

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior na escola ou fora dela. As noções poderão ou não estar de acordo com as teorias e as explicações da Física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos” dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções emergjam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí, a importância de se problematizarem questões e situações. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29)

Esse momento também é denominado como Estudo da Realidade (ER), pois tanto a situação significativa como as interpretações do aluno constituem uma realidade ou leitura desta (DELIZOICOV, 1991). “Assim, a experiência existencial do educando é o ponto de partida da “educação problematizadora”, que o considera num contexto de vida (numa realidade) possível de ser conhecido e modificado” (DELIZOICOV, 1983, p. 86). O docente direciona os questionamentos já visando perceber quais são as lacunas no conhecimento dos alunos a fim de que percebam a importância de aprofundar no conhecimento dos conteúdos estudados no cotidiano das aulas de Física e a valia dos mesmos para a vida prática. Vale lembrar que Paulo Freire incentivava a educação problematizada partindo de palavras específicas do cotidiano da comunidade, de sua realidade mais palpável. Hoje a realidade do aluno não é só aquela imediata, mas o mundo se apresenta a ele cotidianamente.

3.3.2 Segundo momento: Organização do conhecimento

No segundo momento, denominado Organização do Conhecimento, é onde se organiza, de forma problematizadora, o conteúdo programático da unidade. Sob a mediação do professor o conhecimento científico necessário para a compreensão crítica da problematização inicial é estudado, podendo utilizar os mais diversos recursos como experimentos, questionários, tecnologias da informação e

comunicação (TIC's), afinal as novas tecnologias, forçosamente, estão relacionadas ao dia a dia de qualquer aluno, mesmo nos pontos mais ermos do Brasil, dinâmicas discursivas e textos auxiliares propiciando a ruptura entre o conhecimento do estudante e o conhecimento sistematizado.

No processo de aprendizagem o indivíduo é atuante em sua mudança de comportamento, pois esse fenômeno é ativo, constante, integral, individual e ocorre de forma gradativa e cumulativa durante o processo. O indivíduo aprende primeiramente no ambiente familiar e, em seguida, nos ambientes sociais aos quais frequenta. Esses são trazidos à lume no primeiro momento, pois a aprendizagem está ligada ao meio em que o indivíduo está inserido.

A orientação de Delizoicov e Angotti (1990, p.30) é que este momento seja:

[...] preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

Nesta etapa, os conhecimentos científicos são ponto de chegada tendo como ponto de partida as situações significativas que originaram a escolha e organização do conteúdo e deram início ao processo dialógico e problematizador (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

3.3.2 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento

O terceiro momento é voltado à aplicação do conhecimento em que o educando poderá, utilizando-se dos conceitos adquiridos na etapa anterior, analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31). É importante mencionar que

[...] nessa etapa, o papel do professor consiste em desenvolver diversas atividades para capacitar os alunos a utilizarem os conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento [...]. A partir disso, o estudante tem a potencialidade de compreender cientificamente as situações abordadas na problematização inicial, motivo pelo qual, nesse terceiro momento, volta-se às situações iniciais, que agora passam a ser entendidas a partir do olhar da Ciência. (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

A interação professor-aluno, nesse momento, na qual o docente por exercer a importante função de mediador tem contato constante com o aluno. A relação precisa então ser de um diálogo profundo e diário para que, a partir disso, o professor possa de fato contribuir para a construção do conhecimento.

A função do professor não é o de transmitir o conhecimento, mas tem a função da criação de circunstâncias propícias para a construção desse conhecimento. O professor precisa estar consciente de que na atualidade o aluno chega à escola carregado de conhecimento de mundo como nunca antes imaginado. A escola tem se tornado o lugar do conhecimento para ser o lugar no qual esse conhecimento é canalizado e direcionado para os objetivos educacionais.

Desse modo, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos é um modo de cooperar com o diálogo entre docente e discente, estimulando as contribuições espontâneas dos alunos, problematizando e contextualizando tudo o que ocorre no processo de estudo do conteúdo, objetivando de expandir a visão do mundo dos alunos.

4 ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Neste capítulo serão abordados os fundamentos das ondas eletromagnéticas, presentes no cotidiano, partindo das Equações de Maxwell até as aplicações destas ondas. Foram utilizadas as bibliografias de Sears e Zemansky (2003); Halliday, Resnick, Walker (1996); Tipler (2000); Alonso e Finn (2014) e Nussenzveig (2014).

4.1 EQUAÇÕES DE MAXWELL

Embora sistemas de cargas elétricas estáticas ou em movimento uniforme não existam em sentido absoluto, a eletrostática e a magnetostática que configuram teorias em que campos elétricos são gerados por cargas elétricas em repouso ou em movimento uniforme no referencial do observador, constituem boas aproximações para muitas situações reais. A diferença marcante entre as teorias estática e dinâmica dentro da eletricidade é que para fontes variáveis no tempo, ou seja, para cargas aceleradas, os campos vetoriais gerados são interdependentes. Uma parcela do campo elétrico gerado é dependente da indução magnética e uma parcela do campo elétrico gerado depende do campo elétrico. Essa interdependência tem como resultado um dos fatores mais importantes da teoria eletromagnética: os campos gerados por cargas aceleradas formam ondas que se propagam no espaço para longe das fontes.

A teoria da eletrodinâmica é baseada em um conjunto de equações fundamentais: as duas leis de Gauss para o campo elétrico e magnético que não sofrem modificações para fontes variáveis no tempo; a lei de Ampère modificada pela inclusão da corrente de deslocamento e a lei de Faraday que descreve como o fluxo variável no tempo produz campo elétrico no espaço. Esse conjunto de equações é denominado equações de Maxwell, em homenagem ao pesquisador inglês que unificou a teoria eletromagnética. Maxwell passou a maior parte de sua vida tentando dar uma base teórica às experiências de Faraday, buscando relacionar a eletricidade com o magnetismo.

Em 1864, Maxwell unificou os fenômenos elétricos e magnéticos através de quatro equações denominadas “equações de Maxwell”. Estas equações são essenciais para a compreensão das ondas eletromagnéticas, fornecendo uma base

comum para o estudo de assuntos como a óptica, transmissão de rádio e Tv, fornos micro-ondas e internet sem fio.

4.1.1 Lei de Gauss para o Campo Elétrico

De acordo com a lei de Gauss para campos elétricos o fluxo de campo elétrico através da superfície é proporcional à carga elétrica q_{env} envolvida pela superfície.

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Onde, \vec{E} é o campo elétrico, $d\vec{A}$ é elemento vetorial diferencial da superfície, q_{int} é a carga interna e ϵ_0 é a permissividade no vácuo

Reescrevendo no formato diferencial com o auxílio do teorema do divergente teremos, temos:

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0} = \int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) dV \quad \therefore \int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) dV = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) dV = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (4)$$

Onde,

∇ é o operador divergência, dV é o elemento vetorial diferencial do volume e ρ é a densidade de carga.

4.1.2 Lei de Gauss para campos magnéticos

De acordo com a lei de Gauss para campos magnéticos, o fluxo magnético através da superfície é sempre zero. Assim, o fluxo para fora da superfície é necessariamente igual ao fluxo para dentro e o fluxo total é zero.

$$\int_s \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

(5)

Onde, \vec{B} é o campo magnético

Com o auxílio do divergente podemos escrever:

$$\int_s \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{B}) dV = 0 \therefore \int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{B}) dV = 0$$

(6)

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

(7)

4.1.3 Lei da indução de Faraday

Toda variação de fluxo magnético induz um campo elétrico, que pode ser calculado usando a lei de indução de Faraday.

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_s \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

(8)

No formato diferencial com o auxílio do teorema do rotacional, temos:

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{A} \quad \therefore \quad \int_S (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{A} = - \frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (9)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (10)$$

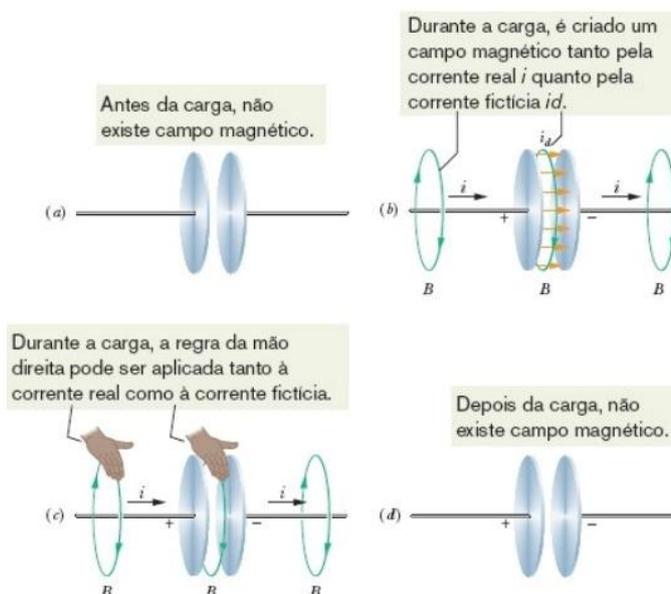
Onde, $d\vec{l}$ é o elemento vetorial diferencial do comprimento, $\partial\Phi_B$ variação do fluxo magnético, $\frac{\partial}{\partial t}$ derivada parcial com relação ao tempo e $\vec{\nabla} \times$ operador rotacional.

Campos magnéticos variáveis no tempo geram campos elétricos do tipo rotacionais, sendo estes campos elétricos diferentes daqueles gerados por cargas elétricas estáticas, que são sempre divergentes. Constata-se, assim, que a integral do campo elétrico, em um caminho fechado é diferente de zero.

4.1.4 Lei de Ampère- Maxwell

Durante o carregamento de um capacitor (figura 1) com vácuo entre as placas é observado que existe um campo magnético circular, assim como o produzido em torno da fiação externa. Porém, entre as placas não existe corrente elétrica; desta forma, como é possível explicar a produção de um campo circular por meio da lei de Ampère? A resposta é: o modelo está incompleto e precisa ser corrigido.

Figura 1 - Carregamento de Capacitor entre placas



Fonte: Halliday, Resnick e Walkez (2016).

A carga acumulada nas placas é:

$$q = CV \quad (11)$$

Onde, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$,

$V = Ed$,

Logo: $q = \frac{\epsilon_0 A}{d} Ed$, então $q = \epsilon_0 AE$.

o que permite escrever que a variação de fluxo elétrico entre as placas produz uma corrente fictícia i_d :

$$\frac{\partial q}{\partial t} = i_d = \epsilon_0 \frac{\partial(AE)}{\partial t} = \epsilon_0 \frac{\partial\Phi_E}{\partial t} \quad (12)$$

i_d é chamada de corrente de deslocamento. Assim, a lei de Ampère entre as placas fica escrita como:

$$\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial\Phi_E}{\partial t} \quad (13)$$

No caso geral podemos escrever a equação anterior que é conhecida como da lei de Ampère-Maxwell, da seguinte forma:

$$\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial\Phi_E}{\partial t} \quad (14)$$

Onde,

$\partial\Phi_E$ é o fluxo do campo elétrico.

Para obter o formato diferencial da lei de Ampère-Maxwell, aplicamos o teorema do rotacional:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (15)$$

Onde,

μ_0 é a permeabilidade do vácuo

\vec{J} é a densidade de corrente

Conclui-se que campos elétricos variáveis no tempo, assim como correntes elétricas, produzem campos magnéticos. Estes campos magnéticos são do tipo rotacional. Em resumo, as equações de Maxwell na forma diferencial são:

$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$	Lei de Gauss para campos elétricos	
$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	Lei de Gauss para campos magnéticos	
$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	Lei de Faraday	(16)
$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	Lei de Ampère- Maxwell	

As quatro equações de Maxwell para o eletromagnetismo mostram que os campos elétricos criados por cargas elétricas são divergentes ou convergentes, os campos magnéticos são rotacionais (não existem monopolos magnéticos), campos magnéticos variáveis no tempo geram campos elétricos rotacionais assim como campos elétricos variáveis no tempo geram campos magnéticos rotacionais e que correntes elétricas ou cargas em movimento geram campos magnéticos.

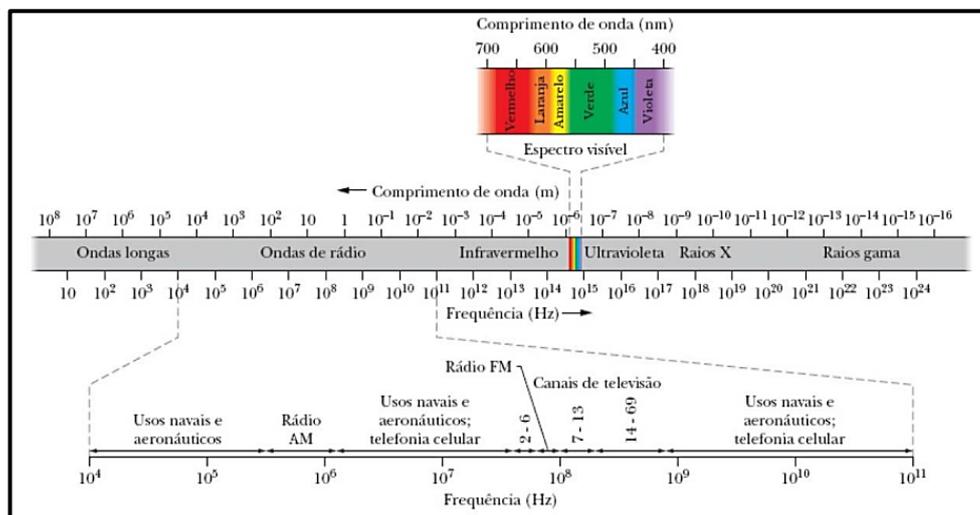
4.2 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Sob influência dos estudos desenvolvidos por Coulomb, Ampère e Faraday, no século XIX, o físico James C. Maxwell através de equações sintetizou os conhecimentos sobre o Eletromagnetismo. Esses estudos demonstraram a existência das Ondas Eletromagnéticas, tão importantes na nossa sociedade.

A grande contribuição de James Clerk Maxwell foi mostrar que um raio luminoso nada mais é que a propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos (ou seja, é uma onda eletromagnética) e que, portanto, a ótica, o estudo da luz visível, é um ramo do eletromagnetismo.

Em meados do século XIX, para Maxwell, a luz visível e os raios infravermelhos e ultravioletas eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas. Inspirado pelas previsões teóricas de Maxwell, Heinrich Hertz descobriu o que hoje chamamos de ondas de rádio e observou que essas ondas se propagam com a mesma velocidade que a luz visível (HALLIDAY, 2012). Hoje conhecemos um largo espectro de ondas eletromagnéticas: o arco-íris de Maxwell (figura 2).

Figura 2 - Arco-íris de Maxwell



Fonte: Halliday, Resnick e Walkez (2012).

Estamos imersos em ondas eletromagnéticas pertencentes a esse espectro. O Sol, cujas radiações definem o meio ambiente no qual nós, como espécie, evoluímos e nos adaptamos, é a fonte predominante. Nossos corpos também são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular, micro-ondas de

aparelhos de radar podem chegar até nós. Temos também as ondas eletromagnéticas provenientes das lâmpadas, dos motores quentes dos automóveis, das máquinas de raios X, dos relâmpagos e dos elementos radioativos existentes no solo. Além disso, somos banhados pelas radiações das estrelas e de outros corpos de nossa galáxia e de outras galáxias.

Na escala de comprimentos de onda (e na escala de frequências correspondente), cada marca representa uma variação do comprimento de onda (e na escala de comprimentos de onda e frequência) de 10 vezes. As extremidades da escala estão em aberto; o espectro eletromagnético não tem limites definidos.

Define-se uma onda como uma perturbação que atravesse um determinado meio. As ondas mecânicas exigem um meio material (um metal, por exemplo) para se propagarem. As ondas eletromagnéticas, no entanto, não requerem a existência de tal meio para se propagarem. Ou seja, elas se propagam no vácuo. Um pulso, ou uma perturbação, que se propague na direção do eixo x e no sentido positivo do eixo (coordenadas crescentes com o tempo), pode ser representada por uma função f de x e t que depende da coordenada x e do tempo, da seguinte forma:

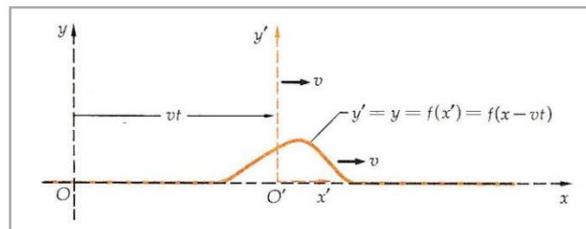
$$y(x, t) = f(x - vt) \quad (17)$$

Onde v é uma constante que corresponde à velocidade de propagação da onda e essa onda será progressiva.

Um pulso, ou uma perturbação, que se propague na direção do eixo x , mas no sentido negativo do eixo (coordenadas decrescentes), com um perfil descrito pela função y , é descrito pela função de x e t e a onda será regressiva.

$$y(x, t) = f(v + t) \quad (18)$$

Através das equações de Maxwell na forma diferencial é possível demonstrar que campos magnéticos e elétricos variáveis podem gerar ondas eletromagnéticas. Para isso é necessário considerar a propagação da onda eletromagnética no vácuo para simplificar a resolução da equação de onda. A propagação de uma onda é descrita por uma equação da onda que é representada por uma equação diferencial parcial considerando a figura 3, em que no tempo $t = 0$, um pulso seja descrito por uma função no espaço como $y = f(x)$:

Figura 3 – Pulso de uma onda

Fonte: Tipler (2000)

Analisando a expressão da onda progressiva, é necessário encontrar a equação diferencial, em que a solução seja esta função. Sendo a derivada de uma função de função:

$$\boxed{\frac{df(r(x))}{dx} = \frac{df}{dr} \frac{dr}{dx}} \quad (19)$$

Onde $f = f(r)$ e $r = r(x)$

A função progressiva é: $y = (x, t) = f(x - vt)$

Temos que r e f é uma função de duas variáveis:

$$\boxed{r = x - vt} \quad (20)$$

Logo, sendo r e f função do tempo, escreve-se:

$$\boxed{\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{df}{dr} \frac{\partial r}{\partial t}} \quad (21)$$

Ao considerarmos o x como uma constante, encontramos:

$$\boxed{\frac{\partial r}{\partial x} = 1 \quad e \quad \frac{\partial r}{\partial t} = -v} \quad (22)$$

Então:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{df}{dr} \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial x} \quad e \quad \frac{\partial f}{\partial t} = \frac{df}{dr} \frac{\partial r}{\partial t} = -v \frac{df}{dr} \quad (23)$$

Quando se deriva a primeira em relação a x e a segunda em relação a t , encontramos a Equação de Onda para uma dimensão e eliminando a derivada segunda em relação a r nas equações, temos que:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \quad ou \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \quad (24)$$

Sendo assim, qualquer função de x e t satisfazendo a esta equação diferencial é uma onda em propagação com velocidade v ao longo do eixo x .

Para uma onda se propagando no espaço, temos que:

$$\vec{\nabla}^2 f = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \quad (25)$$

Que é representado pelo Laplaciano de f , sendo f uma função de x, y e z , além do tempo:

$$\vec{\nabla}^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} \quad (26)$$

Considerando as equações de Maxwell na forma diferencial, para uma onda eletromagnética no vácuo, onde os valores das densidades de carga ρ e de corrente J são nulos, ficando as equações mais simplificadas:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0, \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

(27)

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad e \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

(28)

Do lado esquerdo da Lei de Faraday aplicando o rotacional e sabendo que o divergente do campo elétrico é nulo no vácuo, tem:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = \vec{\nabla} \times \left(-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \right) = -\frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{B})$$

(29)

Utilizando a lei de Ampère

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

(30)

Obtém-se:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

(31)

E como:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\vec{\nabla}^2 \vec{E}$$

(32)

Obtém-se a equação de onda do campo elétrico:

$$\vec{\nabla}^2 \times \vec{E} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

(33)

Como o laplaciano do campo elétrico é:

$$\vec{\nabla}^2 \vec{E} = \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2}$$

(34)

Então o campo elétrico é função de x, y e z, além do tempo. Sendo a medida da velocidade da luz no vácuo, encontrada quando substituí os valores da permissividade elétrica e da permeabilidade magnética:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 299729,5 \frac{km}{s} = c$$

(35)

Maxwell demonstrou, através da sua teoria unificada, que as ondas eletromagnéticas são geradas sempre que as cargas elétricas forem aceleradas. Sendo assim explicou o fato de que as ondas eletromagnéticas eram radiadas por circuitos de corrente alternadas, o que foi confirmado por Hertz, em 1887, através do transmissor e receptor de rádio. Será tomado agora, de maneira análoga, o rotacional do lado esquerdo da equação de Ampère, considerando que o divergente do campo magnético é sempre nulo:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{B}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{B}) - \vec{\nabla}^2 \vec{B} = -\vec{\nabla}^2 \vec{B}$$

(36)

Da mesma forma:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{B}) = \vec{\nabla} \times \left(\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right) = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \quad (37)$$

Utilizando a lei de Faraday:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (38)$$

Encontra-se a equação de onda para o campo magnético:

$$\vec{\nabla}^2 \vec{B} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad (39)$$

As equações encontradas através da lei de Faraday e lei de Ampère são:

$$\vec{\nabla}^2 \vec{E} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad e \quad \vec{\nabla}^2 \vec{B} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad (40)$$

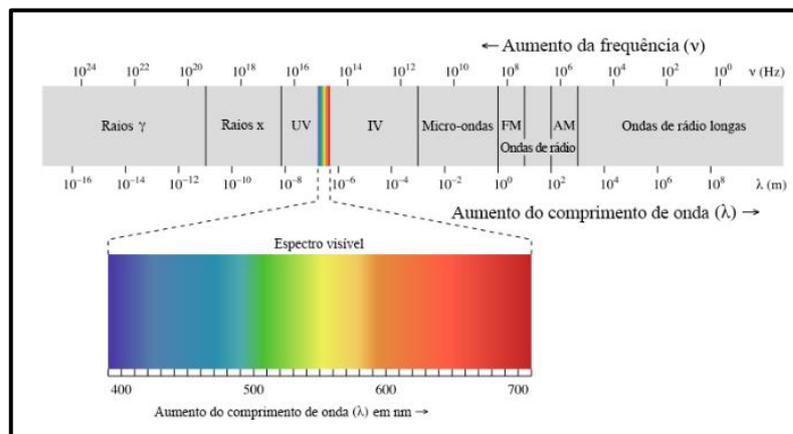
Estas são consideradas as equações de propagação das ondas eletromagnéticas. Ressaltando que no caso mais geral as soluções seriam mais complexas, mas isso não invalida os resultados aqui obtidos, pois elas valem para qualquer caso.

4.2.1 Espectro Eletromagnético

Por volta do século XIX, as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas eram a luz visível e os raios infravermelhos e ultravioletas. Atualmente, conhecemos um largo espectro eletromagnético formado por diferentes tipos de radiação que variam em função de suas fontes, frequências e comprimentos de onda.

As radiações eletromagnéticas possuem propriedades, usos e meios de produção diferentes e também se diferem na forma como podem ser observadas através das várias faixas espectrais sendo classificadas como: visível, infravermelho, ultravioleta, ondas de rádio, etc (figura 4).

Figura 4 - Espectro Eletromagnético



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/fisica-ensino-medio>.

Mesmo com suas diferenças espectrais as radiações eletromagnéticas podem ser descritas através de campos elétricos e magnéticos, se propagando perpendicularmente no vácuo com a mesma velocidade da luz. Mesmo possuindo diferentes frequências f e diferentes comprimentos de onda λ , no vácuo, a relação $c = \lambda f$ é válida para todas as ondas eletromagnéticas. A relação entre frequência e comprimento é expressa por:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

(41)

Os limites da região visível no espectro eletromagnético vão de 400nm (violeta) a 700nm (vermelho), (tabela 2), com frequências entre 750 e 430THz.

Tabela 2 - Comprimentos da luz visível**Comprimentos da luz visível**

400 até 440 nm	Violeta
440 até 480 nm	Azul
480 até 560 nm	Verde
560 até 590 nm	Amarelo
590 até 630 nm	Laranja
630 até 700 nm	Vermelho

Fonte: Sears, Zemansky, Young e Freedman (2004).

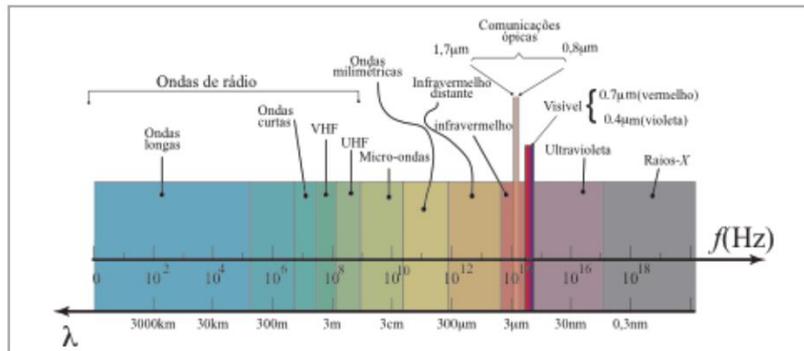
Quando os elétrons de um átomo saltam de uma camada mais externa (ou de valência) para uma mais interna, um fóton é emitido, liberando energia, ou seja, ocorre a emissão da luz. Cada elemento possui sua transição de energia. Quando um elétron muda de nível energético em um átomo de forma específica ele emite luz com sua cor característica, assim, podemos identificar um elemento com base em seu espectro de emissão.

A radiação infravermelha possui comprimentos de onda maior que o da luz visível ($0,7 \mu\text{m}$ a cerca de 1mm), por isso ela não pode ser percebida pelo olho humano. Mesmo sendo invisível a radiação infravermelha pode ser percebida por possuir propriedades de aquecimento. A radiação infravermelha está relacionada com o calor, pois ela se origina das vibrações moleculares de cada átomo ocasionando a variação da energia interna do objeto emissor. Sua emissão pode ocorrer em qualquer objeto quente incluindo o Sol.

As micro-ondas são produzidas por osciladores eletromagnéticos em circuitos elétricos, como nos fornos de micro-ondas e possuem comprimento de ondas entre 1mm e 1m . Por não ser uma radiação ionizante ela não causa mudanças na estrutura molecular. Por outro lado, é capaz de provocar a migração de íons e rotação de dipolos, ocasionando uma interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Essa interação explica o aquecimento dos alimentos em fornos micro-ondas. A oscilação de elétrons nos fios de circuitos elétricos gera as ondas de rádio como demonstrado na figura 5 abaixo, com comprimento de onda maior que 1m e frequências menores que as radiações do micro-ondas e do infravermelho, são utilizados na transmissão de informações através da telefonia móvel, radares, satélites etc. Com a transmissão de uma onda senoidal no espaço, que são sinais repetitivos,

através de uma antena, temos então uma estação de rádio, porém sem informações. Para transmitir a informação é necessário modular a onda, variando a sua amplitude, frequência, comprimento de onda e / ou fase.

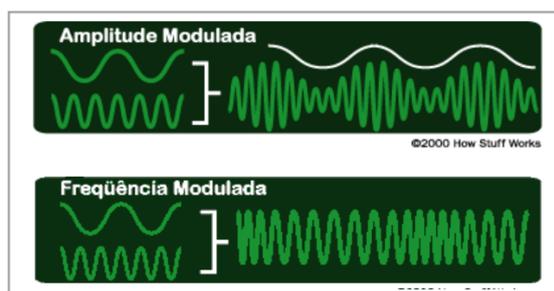
Figura 5 – Espectro Eletromagnético (Ondas de rádio)



Fonte:

<https://www3.ufpe.br/fontana/Eletromagnetismo2/EletromagnetismoWebParte02/mag2cap7.htm#mozToclid132033>. Acesso em: 30 abr. 2023

As ondas que são usadas na transmissão e distribuição de energia possuem comprimentos de onda maiores de 1 km e inferiores a 300 kHz. As ondas de 300 kHz a 3MHz são medianas e estão agregadas nos sistemas de serviços de telecomunicações com a transmissão de sons (rádio) e ou transmissão de sons e imagens (televisão), com o auxílio da amplitude modulada (AM) para codificar as informações ocasionando a mudança na amplitude da onda senoidal (figura 6). As ondas com comprimento de ondas curta são usadas na comunicação de navios e aviões, possuindo uma frequência de 3 a 30 MHz. Na faixa de frequências muito altas (VHF) estão as rádios FM (modulação de frequência) entre 30 a 300 MHz. Os sistemas de tecnologia sem fio como os celulares e satélites operam com frequência entre 300 MHz E 3GHz situadas na faixa UHF (ultra-alta frequência) sua onda senoidal muda ligeiramente de acordo com o sinal da informação.

Figura 6 - Amplitude e Frequência Modulada

Fonte: <http://acampamento.wikidotm/radio>. Acesso em: 30 abr. 2023

A radiação ultravioleta (UV) possui comprimento de onda menor que o da radiação visível na faixa de 1nm a 400 nm tendo como principal fonte o Sol. A sua produção ocorre com a transição de elétrons nas camadas atômicas mais externas gerando íons. A radiação ultravioleta é subdividida de acordo com a sua faixa de energia em UVA (315 a 400 nm), UVB (100 a 280 nm) e UVC (200 a 290 nm). A radiação UVA é a radiação que mais alcança a Terra, pois quase não é bloqueada pela camada de ozônio, já a radiação UVB é parcialmente bloqueada pela camada de ozônio e a UVC é a mais energética e totalmente bloqueada pela camada de ozônio.

Os raios X é uma radiação de alta energia com comprimento de 0,01 nm e 10 nm. São produzidos quando ocorre a transição de elétrons para a camada mais interna, próximas do núcleo do átomo ou quando elétrons se chocam em anteparos duros. É utilizada em diagnóstico médico, pois possui capacidade de penetrar organismos vivos e penetrar tecidos de menor densidade.

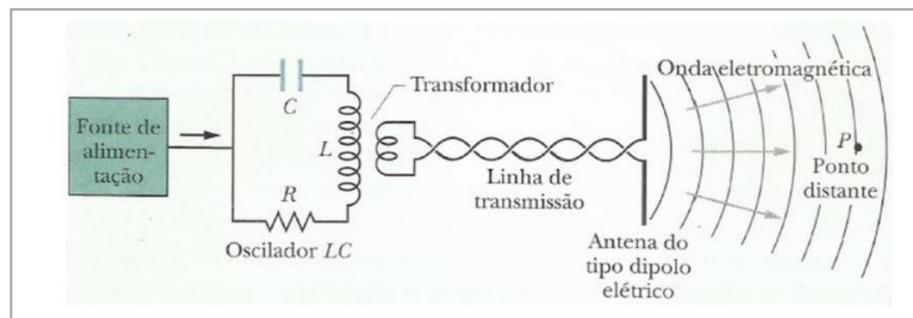
Finalizando a descrição do espectro eletromagnético, temos os raios gama, que são produzidos através do decaimento radioativo de núcleos atômicos instáveis e podem arrancar elétrons de diversos materiais podendo causar danos às moléculas de DNA dos seres vivos. São mais penetrantes por possuir comprimento de onda menores que 10 pm e possui uma enorme energia.

4.2.2 Geração de ondas eletromagnéticas

Uma das maneiras de produzir ondas eletromagnéticas é fazer com que os elétrons presentes em um fio condutor oscilem. Pode-se observar isso em um oscilador LC, com velocidade $\omega = 1/\sqrt{LC}$. Esse sistema, demonstrado na figura 7, é composto por uma fonte externa onde o oscilador LC é ligado a uma antena através

de um transformador de uma linha de transmissão. Correntes senoidais são produzidas pelo oscilador fazendo com que as cargas da antena oscilem se aproximando e se afastando periodicamente, como um dipolo elétrico. O módulo e a direção do campo elétrico variam com o tempo, da mesma forma que o módulo e a orientação do campo magnético gerado pela corrente elétrica. Essas variações se propagam se afastando da antena com velocidade da luz, formando uma onda eletromagnética.

Figura 7 – Sistema para gerar uma onda eletromagnética



Fonte: Halliday (2014).

Para se criar uma onda eletromagnética em laboratório é preciso fazer com que correntes em um fio condutor variem com o tempo, pois cargas estáticas e cargas em movimento com velocidade constante não irradiam, porém cargas aceleradas irradiam ondas eletromagnéticas.

4.2.3 Transporte de energia da onda eletromagnética

Uma onda eletromagnética é o conjunto dos campos elétrico e magnético variando com o tempo perpendicularmente entre si, formando uma perturbação autossustentável que se propaga no vácuo, transportando energia pelo espaço. A energia de uma onda eletromagnética oscila entre a energia do campo elétrico e a energia do campo magnético. A taxa por unidade de área com a qual uma onda eletromagnética transporta energia é representada pelo vetor Poynting \vec{S} . Essa taxa depende da rapidez com que a energia é transportada através de uma área unitária em um determinado instante.

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$= \left(\frac{\text{energia/tempo}}{\text{área}} \right)_{\text{inst}} = \left(\frac{\text{potência}}{\text{área}} \right)_{\text{inst}}$$

(42)

A unidade de \vec{S} no Sistema Internacional é watt por metro quadrado (W/m²), por se tratar de energia. Sua direção indica a direção da propagação da onda e do transporte de energia em certo ponto.

De acordo com a definição de onda eletromagnética \vec{E} e \vec{B} são perpendiculares e o módulo de $\vec{E} \times \vec{B}$ é EB , desta forma tem-se:

$$S = \frac{1}{\mu_0} EB$$

(43)

A relação entre o campo elétrico e magnético pode ser descrita através de $B = E/c$, deste modo é possível trabalhar com apenas uma das grandezas. Utilizando o campo elétrico, tem-se o fluxo instantâneo de energia:

$$S = \frac{1}{c\mu_0} E^2$$

(44)

A intensidade da onda I é a energia média transportada e pode ser descrita como a média de \vec{S} ao longo do tempo.

$$I = S_{\text{méd}} = \left(\frac{\text{energia/tempo}}{\text{área}} \right)_{\text{méd}} = \left(\frac{\text{potência}}{\text{área}} \right)_{\text{méd}}$$

(45)

Aplicando a equação senoidal $E = E_m \text{sen}(kx - \omega t)$ em S , e tendo como modelo que em um ciclo completo o valor médio de $\text{sen}^2\theta$, é $1/2$ e o valor médio quadrático do campo elétrico é:

$$E_{rms} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

(46)

Pode-se escrever:

$$I = \frac{1}{c\mu_0} E^2_{rms}$$

(47)

As energias associadas ao campo magnético e elétrico são iguais. Se substituir E por cB na densidade de energia associada ao campo elétrico tem-se:

$$u_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \varepsilon_0 (cB)^2$$

(48)

E se incluir o valor de c na equação anterior, tem-se:

$$u_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0} B^2 = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

(49)

Com base nas representações pode-se afirmar que $u_E = u_B$. Sendo assim, para o campo elétrico e magnético a densidade de energia é igual em todos os pontos do espaço para uma onda eletromagnética.

Mesmo com as diferentes formas em que as ondas eletromagnéticas são criadas, apresentam propriedades semelhantes na sua direção de propagação, no seu produto vetorial, na variação da frequência e posição do pulso. Sucintamente, essas propriedades podem ser descritas da seguinte forma:

Os campos E e B são perpendiculares à direção de propagação da onda. [...] significa que a onda é uma onda transversal. O campo elétrico é perpendicular ao campo magnético. O produto vetorial $E \times B$ aponta no sentido de propagação da onda. Os campos variam senoidalmente, como as ondas transversais [...]. Além disso variam com a mesma frequência e estão em fase. (HALLIDAY, 2012).

5 PROCEDIMENTOS DIDÁTICO-METODOLÓGICOS

Os três momentos pedagógicos introduzidos por Delizoicov e Angotti (1990) foi a estratégia didática utilizada neste trabalho. O objetivo dessa perspectiva é levar os alunos a compreenderem a noção de ondas eletromagnéticas e suas propriedades.

Esse procedimento didático pode ser descrito da seguinte maneira: no primeiro momento temos a Problematização Inicial, nessa fase é inserido questionamentos de situações que fazem parte do cotidiano dos alunos provocando neles a necessidade de aquisição de outros conhecimentos que eles ainda não possuem. Já o segundo momento, é a etapa na qual, sob orientação do docente, o conhecimento científico será organizado, para que os alunos compreendam o assunto estudado e consigam também assimilar a problematização inicial. Na terceira e última etapa, os questionamentos anteriores, realizados na primeira etapa, são retomados com a finalidade de averiguar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante as aulas, nesse momento também podem ser inseridos questionamentos que foram trabalhados durante a organização do conhecimento (FERREIRA; PANIZ; MUENCHEN, 2016).

A pesquisa realizada é qualitativa e do tipo investigativa. Foi realizada durante as aulas de Física, entre os meses de outubro e novembro de 2022, no colégio Interativo COEDUC – Cooperativa Educacional de Vitória da Conquista, Bahia, acompanhada pela professora da turma que é a autora desta dissertação para os

alunos do 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais, com idade entre 14 a 15 anos, sendo 8 meninas e 11 meninos. Essa pesquisa tem como objetivo central, a interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos diante de suas ações (MOREIRA, 2009). Ela é qualitativa, pois, não tem por objetivo a representação numérica, mas a observação do ambiente de estudo, em que o investigador deve descrever de forma detalhada tudo que acontece para realização de uma narrativa e descrições dos dados obtidos. Essa pesquisa é do tipo investigativa, pois, o pesquisador está inserido e participando ativamente da análise dos dados obtidos para justificar a credibilidade do modelo implantado em sala de aula. Portanto, os três momentos pedagógicos podem ser vistos como processos de investigação e análise qualitativa, nos quais os participantes se engajam ativamente na compreensão de sua realidade, na interpretação de significados e na busca por mudanças sociais.

5.1 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais são ferramentas de representação do conhecimento de forma hierárquica através de diagramas que indicam relações entre conceitos utilizando-se de figuras geométricas como retângulos e círculos. Essa técnica, desenvolvida em 1972 por Joseph Novak na Universidade de Cornell, pode ser utilizada como instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem ou meio de avaliação. (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

De acordo com Novak e Gowin (1996) “Os mapas conceituais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica.” Moreira (2010) afirma que os mapas conceituais devem ser explicados por quem o faz. O objetivo é que ao explicar, sejam externados os significados.

Mapas conceituais não são auto-suficientes; é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz, seja o professor ou o estudante. Uma maneira de diminuir um pouco a necessidade de explicações é escrever sobre as linhas que unem os conceitos uma ou duas palavras-chave que explicitem a relação simbolizada por elas. (MOREIRA; ROSA, 1986).

Quando são utilizados como ferramenta de avaliação, os mapas conceituais servirão para que o professor obtenha uma visualização da organização conceitual que o aluno atribui a um dado conhecimento e analise se o aprendiz apresenta algum

conceito equivocado, se apresentando como um instrumento importante para ajudá-lo no processo de construção do conhecimento (MOREIRA, 2010).

Para Turns e Atman (2000), o professor pode avaliar os mapas conceituais dos alunos de duas maneiras:

- a) Através da análise individual do mapa conceitual construído pelo aluno, verificando características como, por exemplo, o número de conceitos representados, o número de ligações entre conceitos, o número de ligações cruzadas, o número de níveis hierárquicos e o número de exemplos citados;
- b) Através da comparação do mapa do aluno com um mapa desenvolvido por um especialista.

Assim, os mapas conceituais se mostram uma ferramenta relevante para ser usada em sala de aula, tanto para conhecer novos conceitos quanto para consolidar o conteúdo estudado.

5.2 EXPERIMENTOS

A experimentação é uma ferramenta de aprendizagem por meio da qual pode-se interligar o conhecimento científico com situações do cotidiano dos alunos de forma estimulante promovendo uma maior participação dos mesmos, pois “as atividades experimentais ainda são apontadas como uma forma de contribuir para uma melhor aprendizagem no ensino de Ciências” (GIL PÉREZ, 1999). Ademais,

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Gonçalves e Carvalho (1995) ressaltam que a participação dos professores é fundamental para auxiliar e estimular os aprendizes na busca das explicações causais, através das quais alcança-se um novo patamar no aprendizado dos conceitos abordados.

O direcionamento das atividades de experimentação pode apresentar um caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação.

As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade. A importância

destas atividades pode ser destacada, entre outros fatores, pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados [...]. (ARAÚJO; ABIB, 2003).

A experimentação demonstra ser um modo de contribuir com o entendimento dos alunos a respeito dos fenômenos estudados, que se explicados apenas por meio de uma aula expositiva, não resultaria no mesmo efeito.

6 INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA

A escolha dos três momentos pedagógicos se deu porque a sua metodologia está entre uma das eficazes que auxilia os alunos na construção do conhecimento científico utilizando-se dos conhecimentos prévios que os estudantes têm sobre o tema proposto. Sobre tal procedimento, Freire (1987) destaca que:

[...] o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também o educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os “argumentos de autoridade” já não valem [...].

Através da dinâmica dos três momentos pedagógicos o discente se torna apto para associar o conhecimento que está sendo construído através da problematização de sua realidade. A escolha do tema ondas eletromagnéticas foi seguindo o conteúdo programático para Física do 9º ano.

6.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Essa pesquisa e implementação foi realizada durante as aulas de Física, entre os meses de Outubro e Novembro de 2022, no colégio Interativo COEDUC - Cooperativa Educacional de Vitória da Conquista, Bahia, acompanhada pela professora da turma que é a autora desta dissertação. O colégio interativo COEDUC nasceu no início da década de 1990, período em que o Brasil vivenciou o aumento considerável de cooperativas. Nesse contexto, a Coeduc surgiu como uma cooperativa educacional com o objetivo de oferecer uma educação de qualidade para a comunidade e com um preço acessível.

Além de ofertar matriz curricular estipulada pelo Ministério da Educação (MEC), a cooperativa também oferece formação complementar aos seus alunos com aulas de robótica para alunos do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais e projetos educativos e culturais para todas as turmas. Na sua maioria, os alunos são da zona urbana da cidade de Vitória da Conquista, tendo alguns alunos de cidades da região. Os estudantes que participaram da pesquisa são alunos do 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais, com idade entre 14 a 15 anos sendo 8 meninas e 11 meninos.

6.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DOS 3 MOMENTOS PEDAGÓGICOS EM SALA DE AULA

6.2.1 Etapa 1: Problematização inicial (PI)

Essa primeira etapa tem como objetivo reconhecer e explorar os conhecimentos prévios dos alunos em torno da temática por meio do diálogo e com apresentação de questões e situações reais que contextualizem o tema. A finalidade é fazer com que o aluno perceba a necessidade de aquisição de outros conhecimentos sobre o tema que ainda não possui.

Para esse primeiro momento da aplicação os alunos responderam a um questionário (Apêndice A) com situações problema sobre o funcionamento de aparelhos eletrônicos que utilizam as ondas eletromagnéticas como o *Wi-Fi*, telefone celular, controle remoto e *Bluetooth*. No segundo momento, foram apresentados aos alunos os experimentos “o celular na caixa” e “controle na panela”.

O objetivo dessa etapa foi levá-los a reflexão sobre o fenômeno físico e expor seus conhecimentos prévios sobre o assunto que seria estudado. Dessa forma, foram encorajados a compartilhar suas experiências, levantar questões, levantar hipóteses e buscar respostas por meio do diálogo e da interação com o professor e seus colegas. Os resultados deste levantamento foram feitos através das respostas individuais de cada aluno.

6.2.2 Etapa 2: Organização do conhecimento (OC)

Na segunda etapa, sob orientação do professor, os conhecimentos científicos são apresentados aos alunos para que eles possam ter a compreensão sobre o tema abordado na problematização inicial.

Nesse momento, através de vídeos explicativos e dinâmicos encontrados em canais educativos do *YouTube*, *slides* elaborados pelo professor e explicação dos experimentos demonstrados anteriormente, foi feita a exposição do conteúdo.

O primeiro vídeo apresentado foi “Uma explicação simples de como funciona o *Bluetooth*: A magia dos fones sem fio.” demonstrando a evolução da telefonia celular através de uma linha do tempo. Em seguida foi apresentado o vídeo informativo intitulado “Como funciona o celular?” detalhando de forma lúdica como é realizada

uma chamada de telefone celular explicando sobre os posicionamentos de suas células em regiões onde há o alcance de sinais de telefone sem fio. O terceiro e último vídeo apresentado foi “Ondas Eletromagnéticas” que fala sobre a presença e importância das ondas eletromagnéticas no nosso cotidiano, detalhando alguns conceitos importantes como sua classificação, comprimento de onda, frequência e espectro eletromagnético.

Os primeiros *slides* elaborados para a explanação do conteúdo continham o conceito de onda, suas características e aplicação. Ao final da apresentação dos slides, foram repetidos os experimentos “o celular na caixa” e “controle na panela” seguida da explicação dos fenômenos físicos envolvidos.

Posteriormente, foi feita a explicação sobre mapa conceitual através de slides. A explicação e explanação se fizeram necessárias para que os alunos adquirissem bagagem para fazer a atividade solicitada para casa que foi fazer um mapa conceitual sobre o conteúdo estudado. Também para ser feita em casa foi elaborada uma lista de questões que fez parte do processo avaliativo dos alunos na disciplina de Física sobre o tema ondas.

6.2.3 Etapa 3: Aplicação dos conhecimentos (AC)

Etapa em que se busca retornar às questões problematizadas inicialmente com o objetivo de reavaliar a análise e interpretação pelos alunos dos fenômenos físicos envolvidos e de novas situações que possam ser compreendidas através dos mesmos conceitos científicos.

Para essa etapa, foram recolhidos os mapas conceituais e feita a correção da atividade, ambos feitos pelos alunos individualmente em casa.

Em seguida, foi aplicado o segundo questionário sendo que as três primeiras perguntas estavam também no primeiro questionário com a intenção de verificar se houve mudança nas respostas com relação ao anterior. Por fim, os alunos puderam avaliar a sequência didática aplicada.

6.3 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Na tabela 3 abaixo, temos a apresentação do cronograma de aplicação dos três momentos pedagógicos bem como as datas e a descrição das atividades realizadas em sala de aula.

Tabela 3 - Cronograma de aplicação dos Três Momentos Pedagógicos

Aula	Data	MP	Descrição das atividades
1	19/10/2022	PI	Aplicação de questionário
2	20/10/2022	PI	Apresentação dos experimentos: · O celular na caixa; · O controle na panela.
3	26/10/2022	OC	Exibição dos vídeos: · Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio; · Como funciona o celular? · Ondas eletromagnéticas.
4	27/10/2022	OC	· Explanação do conteúdo utilizando slides; · Reapresentação e explicação dos experimentos “o celular na caixa” e “o controle na panela”.
5	03/11/2022	AC	· Apresentação do conceito de mapa conceitual; · Atividade para casa: Confeccionar um mapa conceitual sobre o tema ondas e resolver uma lista de questões sobre o tema.
06 e 07	07/11/2022	AC	· Entrega dos mapas conceituais; · Correção da lista de questões; · Aplicação do segundo questionário.
8	10/11/2022	AC	Aplicação de um questionário sobre a avaliação da aplicação da sequência didática.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados das atividades aplicadas durante a implementação da sequência didática com base nos três momentos pedagógicos, ao longo de 08 aulas de 50 minutos cada. Por conta dos vários feriados no mês de novembro incluindo o aniversário da cidade, as aulas de Física ficaram reduzidas, sendo necessário utilizar duas aulas na segunda-feira cedidas pelo professor da disciplina de Educação Física.

As aulas dos dias 19/10 e 20/10/22 foram destinadas a problematização inicial (PI).

PI - Objetivo: Reconhecer e explorar os conhecimentos prévios dos alunos em torno da temática.

Problematização Inicial

"[...] caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam. É nesse momento que os estudantes são desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações significativas que são manifestações de contradições locais [...] e que fazem parte de suas vivências" (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012)

Atividade 1- Apresentação da Problemática (Sondagem dos conhecimentos prévios através de um questionário e apresentação de dois experimentos: “O celular na caixa” e “O controle na panela”).

1ª Dia 19/10/2022 – 14 Alunos presentes

No primeiro momento da aplicação os alunos responderam a um questionário (Apêndice A) com situações problema, cujo objetivo foi observar quais são os conhecimentos prévios que o aluno tem sobre o assunto que seria estudado. Os resultados deste levantamento foram feitos através das respostas individuais de cada aluno (A), como exemplificado a seguir com as questões (Q) e algumas das respostas.

Q₁: Como funciona o Wi-fi e os sinais de telefonia celular?

A₁: *“Presumo eu, que eles funcionam por meio de ondas que não podemos ver, essas ondas transmitem sinais de energia”.*

A₂: “O Wi-fi, ele funciona através do satélite assim, dão sinal para entrar redes e os sinais de telefonia são através de chip e satélite que enviam ondas para todos os chips assim, dando sinais para os celulares”.

A₃: “Na minha opinião, funciona via satélite”.

A₄: “Os cabos de fibra ótica passa por debaixo do mar que é conectado a uma torre de satélite e com isso os celulares conseguem o sinal”.

Figura 8 - Resposta A₁

01) Como funciona o Wi-fi e os sinais de telefonia celular?

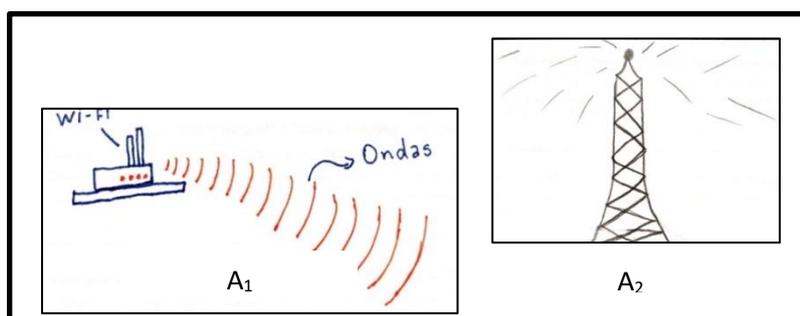
Presumo eu que eles funcionam por meio de ondas que não podemos ver, essas ondas transmitem sinais de energia.

Fonte: Elaborada pelo Aluno A₁, 2022.

Pode-se constatar que a maioria dos alunos relacionou o funcionamento do Wi-fi e dos sinais de telefonia celular com satélite, mesmo não sabendo que se dá através da emissão de ondas eletromagnéticas. Apenas o aluno A₁ relacionou tais funcionamentos às ondas.

Na segunda questão, ao serem solicitados para representar a resposta da pergunta anterior, os alunos fizeram representações de antenas, satélites e ondas (figura 8).

Figura 9 - Representação de antenas e ondas



Fonte: Elaboradas pelos alunos, 2022.

O aluno A₁ representou um roteador emitindo sinal de Wi-fi através de ondas, enquanto o aluno A₂ representou uma antena emitindo sinais.

Na terceira questão foi apresentada uma situação envolvendo o aparelho de micro-ondas:

Q3: Um senhor retirou a grade metálica da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.

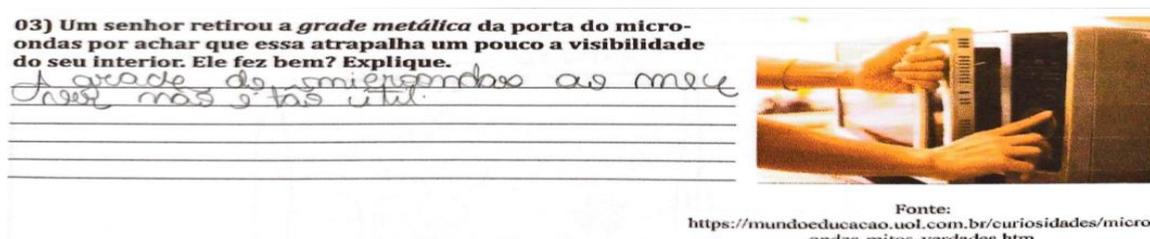
A1: *“Para proteger as pessoas da luz quem tem no micro-ondas”.*

A2: *“Ela não fez bem, pois sem a grade metálica do micro-ondas a transmissão radioativa pode ficar mais exposta”.*

A3: *“A grade do micro-ondas, ao meu ver, não é tão útil”.*

A4: *“Não, pois causa danos na saúde ficar olhando para dentro do micro-ondas, existe ondas eletromagnéticas e causa risco à saúde”.*

Figura 10 - Resposta A₃



Fonte: Elaborada pelo Aluno A₃, 2022.

A transcrição das falas desses alunos evidencia que embora não saibam como ocorre o funcionamento do micro-ondas e o tipo de ondas que são geradas no interior do mesmo, possuem o conhecimento que existem ondas que podem causar danos à saúde.

As questões 4, 5 e 6 estão relacionadas ao funcionamento dos controles remotos via infravermelho.

Q4: Como funciona o controle remoto?

A1: *“Ele funciona através de chip e sensor que envia sinal para a TV assim fazendo mudar de canais e entrar a programação”.*

A2: *“O controle remoto deve funcionar por meio de sinais de ondas infravermelha, que ao entrar em contato com o receptor envia o sinal para o aparelho”.*

A3: *“No controle remoto, assim como na televisão, tem um sensor por onde as informações passam. Por isso que se algo estiver na frente do sensor de televisão o controle não funciona”.*

A4: *“Um sensor que é a luz vermelha é conectado ao sensor da TV”.*

Figura 11 - Resposta A3

04) Como funciona o controle remoto?

Um sensor que é a luz vermelha é conectado ao sensor da TV.

Fonte: Elaborada pelo Aluno A4, 2022.

Percebe-se que, embora não saiba que o sinal de infravermelho é um tipo de onda eletromagnética, a maioria dos alunos relacionou o funcionamento de um controle remoto a um sensor que emite sinais entre o controle e o aparelho receptor.

Q5: Como o controle do carro consegue destravar a porta à distância?

A1: “Destrava a distância, pois, o controle tem uma conectividade direta com o carro”.

A2: “A chave do carro tem um mecanismo que envia ondas de sinais para o chip implantado em algum lugar da porta fazendo abrir de uma distância considerável”.

A3: “Por meio de tecnologia, tem um certo limite de distância, logo ao apertar o botão ele destrava”.

Figura 12 - Resposta A3

05) Como o controle do carro consegue destravar a porta à distância?

A chave do carro tem um mecanismo que envia ondas de sinais para o chip implantado em algum lugar da porta fazendo abrir de uma distância considerável.



Fonte:
<http://grupouniversalblog.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-travas-eletricas/>

Fonte: Elaborada pelo Aluno A2, 2022.

Através das respostas acima, pode-se constatar que grande parte dos discentes tem o conhecimento que a distância é relevante para o acionamento do controle e que há algum tipo de tecnologia envolvida emitindo sinais, mas não reconhecem a presença de ondas eletromagnéticas.

Q6: O seu celular pode funcionar como um controle remoto? Explique.

A1: “Tem alguns aplicativos que é possível transformar o celular em um controle através do Wi-fi e sensor infravermelho que tem no celular”

A2: “Sim. Existem aplicativos (ou pode vir como recurso nos celulares mais atuais) onde o celular pode executar o trabalho de um controle remoto por meio do sensor do celular”.

A3: Sim, hoje em dia alguns app foram desenvolvidos para o substituir por envio de sinais diretamente”.

Figura 13 - Resposta A₃

06) O seu celular pode funcionar como um controle remoto? Explique.

Sim, hoje em dia alguns app foram desenvolvidos para a substituir, por envio de sinais diretamente

Fonte: Elaborada pelo Aluno A₃, 2022.

Como evidenciado nos relatos acima, grande parte dos alunos atribuiu a funcionalidade apenas a um aplicativo instalado no celular. A afirmação do aluno A1 demonstra que ele tem o conhecimento que além do aplicativo, essa funcionalidade necessita de sinais de Wi-fi e sensor infravermelho.

A sétima questão se trata do funcionamento do *Bluetooth* de um aparelho celular.

Q7: O seu celular possui Bluetooth? Como funciona o Bluetooth de um celular?

A1: “O Bluetooth serve para conectar com outros dispositivos, como fones, outros celulares e caixa de som”.

A2: “Possui, o Bluetooth ao meu ver funciona por que um celular envia sinais para outro aparelho por meio das ondas”.

A3: “Sim, nos ligamos o Bluetooth e pareamos com outro dispositivo, assim podemos enviar arquivos, vídeos, fotos, músicas, entre outros”.

Figura 14 - Resposta A₃

07) O seu celular possui bluetooth? Como funciona o Bluetooth de um celular?

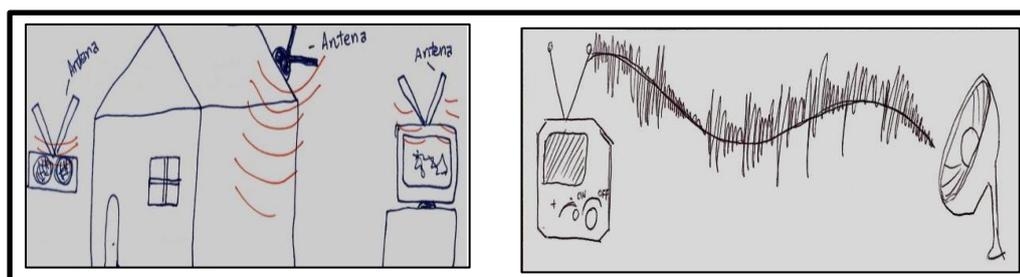
Possui, o bluetooth ao meu ver funciona por que um celular envia sinais para outro aparelho por meio das ondas.

Fonte: Elaborada pelo Aluno A2, 2022.

Através das respostas dos alunos, percebe-se que a maioria apenas citou o que pode ser transferido por meio do *Bluetooth*, sem mencionar como o mesmo funciona. Apenas o aluno A2 possuía o conhecimento que o funcionamento do Bluetooth se dá por meio de ondas.

A última pergunta se referia à forma em que as informações chegam aos aparelhos de rádio e TV, e, em unanimidade, todos afirmaram que é através da antena e fizeram ilustrações de suas respostas (figura 9).

Figura 15 - Ilustração da chegada de informações aos aparelhos de rádio e TV



Fonte: Elaboradas pelos alunos (2022).

A aula foi finalizada com o recolhimento do questionário, corrigido pela professora e utilizados para coleta dos dados demonstrados acima.

2ª Dia 20/10/2022 – 15 Alunos presentes

No segundo dia, também voltado para a problematização inicial, houve a demonstração de dois experimentos com o objetivo de levar os alunos a perceberem a presença e importância das ondas eletromagnéticas no funcionamento de um aparelho celular e de um controle remoto automotivo.

Inicialmente, foi solicitada a participação de um aluno com o seu celular. Foi feito o teste onde o professor ligou para o número do aluno e o celular chamou. Em seguida, o celular foi colocado dentro de uma caixa e é feita novamente a ligação para o número do celular dentro da caixa. Todos puderam ouvir o celular chamando. Esse mesmo celular foi colocado dentro de outra caixa, agora forrada com papel alumínio. Refeita a ligação para o número do celular que estava dentro da caixa forrada, desta vez não chamou, o celular do professor estava no alto falante e todos puderam ouvir a mensagem: “O número que você ligou está desligado ou fora de área.” A pedido dos alunos a situação foi repetida e agora o celular ficou mudo.

Em seguida, os alunos foram direcionados para a área de estacionamento da escola e ficaram todos ao redor de um carro Sedan Classic. O professor solicitou que todos prestassem atenção na porta do carro. A certa distância, o professor acionou o controle do carro e a porta do carro se abriu. Posteriormente, o professor colocou o controle do carro dentro de uma panela e, acionando-o, a porta do carro abriu.

Por fim, retornando à sala de aula, houve uma breve socialização onde foram levantados pelo professor os seguintes questionamentos a respeito dos experimentos realizados:

Q1: Por que o celular funciona dentro da caixa não forrada e na forrada, não?

Q2: Por que a porta do carro abre quando o controle é acionado dentro da panela?”

Destacamos as respostas de alguns alunos:

A1: *“O papel alumínio funciona como uma barreira para o sinal do celular.”*

A2: *“A panela não é uma barreira como o papel alumínio.”*

Pelas respostas em destaque, é possível observar que os alunos reconhecem que alguns materiais podem impedir a propagação das ondas eletromagnéticas e que em outras matérias essas ondas podem sofrer difração.

As aulas dos dias 26/10 e 27/10 foram destinadas a organização do conhecimento (OC).

OC- Objetivos: Trabalhar os conhecimentos apresentados na problematização

Organização do conhecimento



"[...] são estudados os conhecimentos científicos necessários para a melhor compreensão dos temas e das situações significativas" (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

3ª Dia - 26/10/2022 – 14 Alunos presentes

Nesse momento foi apresentado para os alunos o vídeo “Uma explicação simples de como funciona o *Bluetooth*: A magia dos fones sem fio” (figura 10). O vídeo conta a história do desenvolvimento e criação do Bluetooth. Dr. Nils Rydbeck, que era diretor de tecnologia da Ericsson Mobile, e o inventor Dr. Johan Ullman, tiveram a ideia revolucionária de desenvolver um fone de ouvido sem fio. Foi um grande empreendimento, então convidaram o Dr. Jaap Haartsen para o projeto, 5 anos depois, ele seria o engenheiro que fez a inovação e criou o primeiro protocolo. Em 1999, eles apresentaram seu primeiro fone de ouvido *hands-free* para o mundo na exposição e feira de computadores Comdex em Las Vegas. Além de curiosidades sobre o nome e o símbolo, o vídeo explica como o *Bluetooth* utiliza ondas de rádio para transmitir dados entre dispositivos a curtas distâncias a frequência de 2,4GHz, o que significa que 2,4 bilhões de ondas se movem por segundo transmitindo dados, podendo conectar até 8 dispositivos simultaneamente sem interferência de outros sinais sem fio.

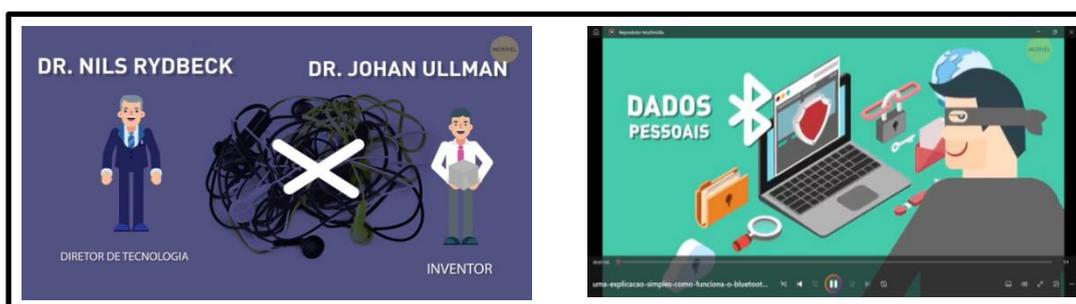
Durante a apresentação do vídeo, os alunos estavam atentos ao conteúdo que estava sendo abordado. Destacamos os comentários de alguns deles a respeito do vídeo:

A1: “Que massa! Que cara inteligente”.

A2: “Nunca parei para pensar em nada que uso”.

A3: “O que fizeram eles pensarem nisso?”.

Figura 16 - Imagens do vídeo “Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=-Dk9dUkxUBk>. Acesso em: 25 out. 2022.

Em seguida, foi apresentado mais um vídeo informativo intitulado “Como funciona o celular?” (figura 11). O vídeo explora a tecnologia por trás das comunicações móveis, mostrando passo a passo como uma ligação em um telefone celular é executada. O telefone transforma a voz em um sinal digital com a ajuda de um sensor. O sinal digital contém a voz na forma de zeros (0) e uns (1), uma antena dentro do telefone recebe esses zeros (0) e uns (1) e os transmite na forma de ondas eletromagnéticas alternando suas características como amplitude, frequência, fase ou as combinações destas. Devido às barreiras existentes como prédios, clima e eletrodomésticos, as ondas eletromagnéticas não conseguem percorrer longas distâncias sendo necessárias as torres de celular. As várias torres existentes são interligadas entre si por cabos de fibra ótica colocados sob o solo ou oceano para fornecer conectividade nacional ou internacional. A torre de celular recebe o sinal em forma de ondas, transforma em pulsos de luz de alta frequência e transmite para a torre mais próxima do celular que receberá a ligação. A torre receptora fará o processo inverso, transformando a onda eletromagnética em sinal digital.

O vídeo também explica passo a passo como foi a evolução dessa comunicação, apresentando todas as gerações de tecnologia móvel desde a 1G até a 5G:

- **1G** - utilizava a transmissão sem fio em formato analógico que são facilmente alterados por fontes externas fornecendo baixa qualidade de voz e pouca segurança. Os primeiros telefones celulares utilizavam essa tecnologia e eram mais robustos;
- **2G** - início da era digital, introduziu os serviços de troca de mensagens de textos e fotos via SMS e navegação na internet;
- **3G** - forneceu uma maior velocidade de transmissão de dados que permitiu utilizações de GPS, videoconferência, acesso a sites, e-mails, dentre outros recursos, transformando um telefone básico em um smartphone;
- **4G** - o acesso à internet passou a ser bem mais rápido e estável com velocidade adequadas para filme de alta resolução;

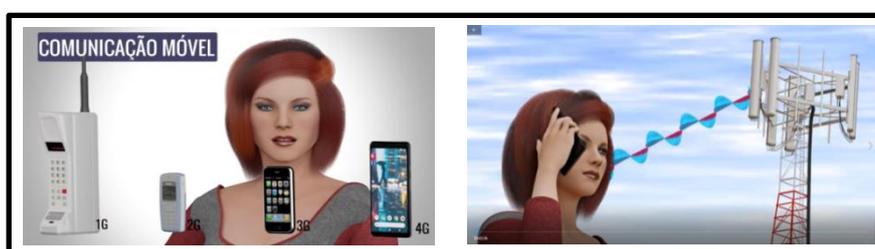
- **5G** - fornece conectividade contínua para suportar a Internet das Coisas (IoT) como casas inteligentes e carros sem motorista.

Os alunos assistiram atentamente e alguns comentários surgiam durante a apresentação:

A₁: “Como tudo isso pode acontecer em milésimos de segundos?”

A₂: “Para o meu celular funcionar precisa disso tudo?”

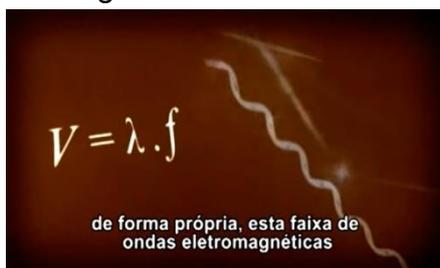
Figura 17 - Imagens do vídeo: “Como funciona o celular?”



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=7kBTz_ANgsk. Acesso em: 25 out. 2022.

O terceiro e último vídeo apresentado foi “Ondas Eletromagnéticas” (figura 12), que explica que a onda é um pulso que se propaga por um meio material ou no vácuo levando energia e pode ser de duas formas: as ondas mecânicas, conhecidas como ondas sonoras que podemos ouvir ou não, e as ondas eletromagnéticas que englobam todas as manifestações da luz. O vídeo cita o espectro eletromagnético destacando a faixa de comprimento da luz visível ao olho humano como o arco íris, e a faixa da luz não visível como as ondas de rádio, da televisão, raios-X e raios gama, e outras que não são perceptíveis pela visão e podem ser identificadas por outros meios. O aparelho de televisão, por exemplo, é um receptor e decodificador de ondas eletromagnéticas para a faixa de TV. O vídeo também destaca a importância das pesquisas de Hertz e Maxwell no estudo das ondas eletromagnéticas.

Figura 18 - Imagem do vídeo “Ondas Eletromagnéticas”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zFkaGmFZups&feature=youtu.be>. Acesso em: 25 out. 2022.

Finalizadas as apresentações dos vídeos, restando poucos minutos para findar a aula, houve uma breve socialização entre os alunos que começaram a comentar e fazer indagações sobre os vídeos apresentados:

A1: “Qual deve ter sido o ponto de partida para começar a criar o bluetooth?”

A2: “Estudar a partir de como as coisas são feitas é mais legal”.

A3: “As aulas de todas as disciplinas deveriam ser assim, sem pressa”.

A4: “É, a física está em tudo mesmo, até na minha fala!”.

4ª Dia - 27/10/2022 – 16 Alunos presentes

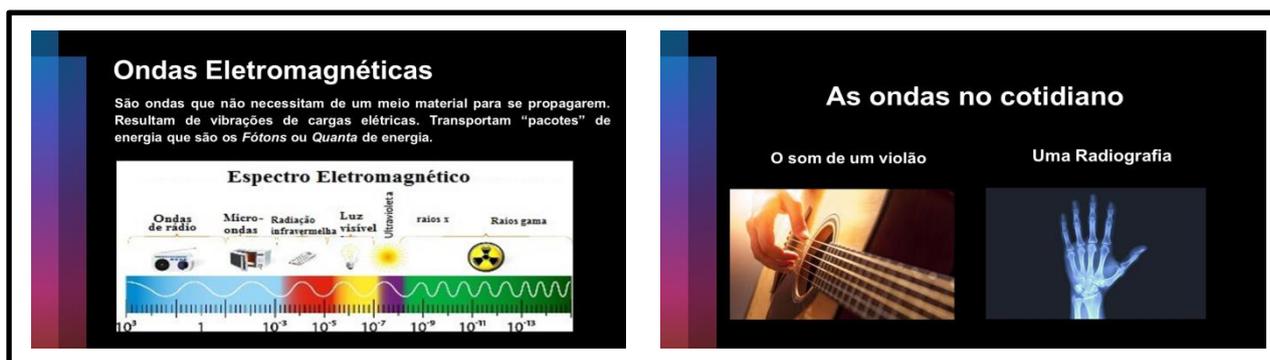
No quarto dia, ainda voltado para aplicação do conhecimento, a aula iniciou com a explanação do conteúdo utilizando-se de *slides* (figura13), elaborado pela professora da turma. Durante a explanação foi apresentado o conceito de onda, suas características e aplicação. Ao final da explicação foram repetidos os experimentos com o celular na caixa forrada com alumínio e do controle do carro dentro de uma panela. Ao final dos experimentos os próprios alunos queriam explicar o porquê de cada situação:

A1: “As ondas eletromagnéticas encontraram uma barreira e por isso o celular não recebeu a ligação.”

A2: “O alumínio interferiu na frequência da onda eletromagnética, impedindo que o celular chamasse.”

A3: “Nos dois experimentos são utilizadas as ondas eletromagnéticas.”

Figura 19 - Imagens dos slides sobre Ondas



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As aulas dos dias 03/11, 07/11 e 10/11 foram destinadas a aplicação do conhecimento (AC).

AC- Objetivos: análise e interpretação pelos alunos das situações iniciais e de novas situações desencadeadas que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Aplicação do Conhecimento

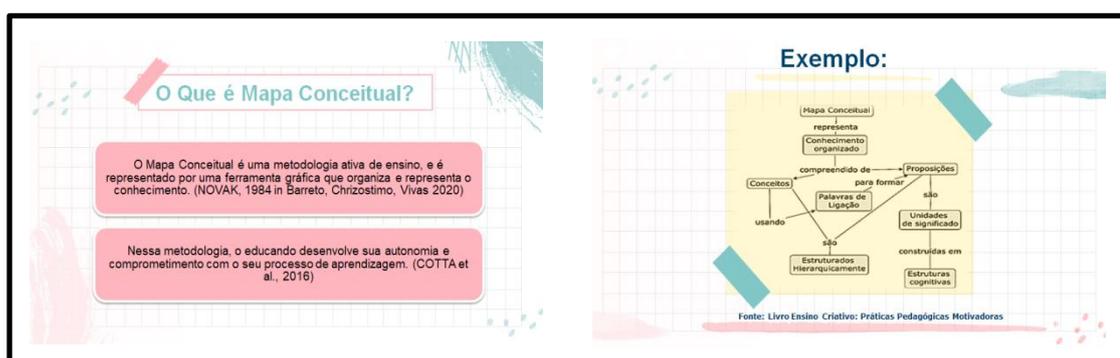
"[...] destina-se a empregar o conhecimento do qual o estudante vem se apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos" (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

5ª Dia – 03/11/22 – 15 alunos presentes

Inicialmente, foi feita a explicação sobre mapa conceitual através de slides preparados pela professora com conceito e exemplos (figura 14). A explicação e explanação se fizeram necessárias para que os alunos adquirissem bagagem para realizar a atividade solicitada de confeccionar um mapa conceitual sobre o conteúdo estudado. Para ser feita em casa foi elaborada uma lista de questões que fez parte do processo avaliativo dos alunos na disciplina de Física sobre o tema ondas.

Por não ter dado tempo de concluir a confecção do mapa em sala de aula, a atividade ficou para ser entregue juntamente com a lista de questões na aula do dia 07/11/22.

Figura 20 - Imagem dos slides sobre Mapa Conceitual

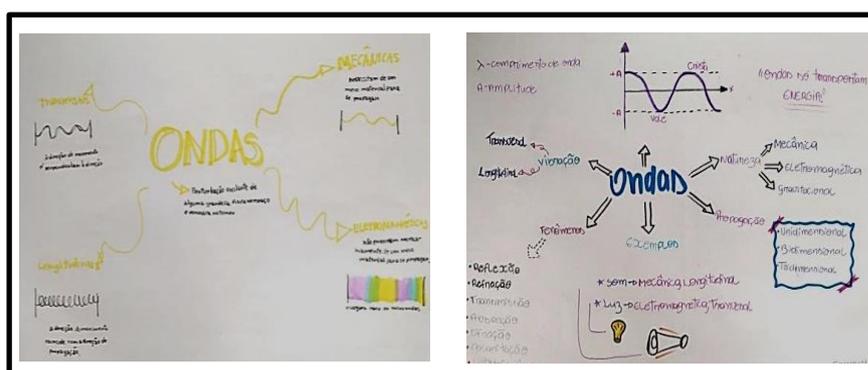


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

6ª Dia – 07/11/22 – 16 alunos presentes (duas aulas de 50 minutos cedidas pelo professor da disciplina de Educação Física).

Primeiramente, a professora recolheu os mapas conceituais que os alunos finalizaram em casa individualmente (figura 15). Pelos mapas entregues os alunos demonstraram ter assimilado o conceito de mapa conceitual, relacionando corretamente o conceito de uma onda, suas propriedades, classificação, aplicação e representação estruturando corretamente o conhecimento adquirido.

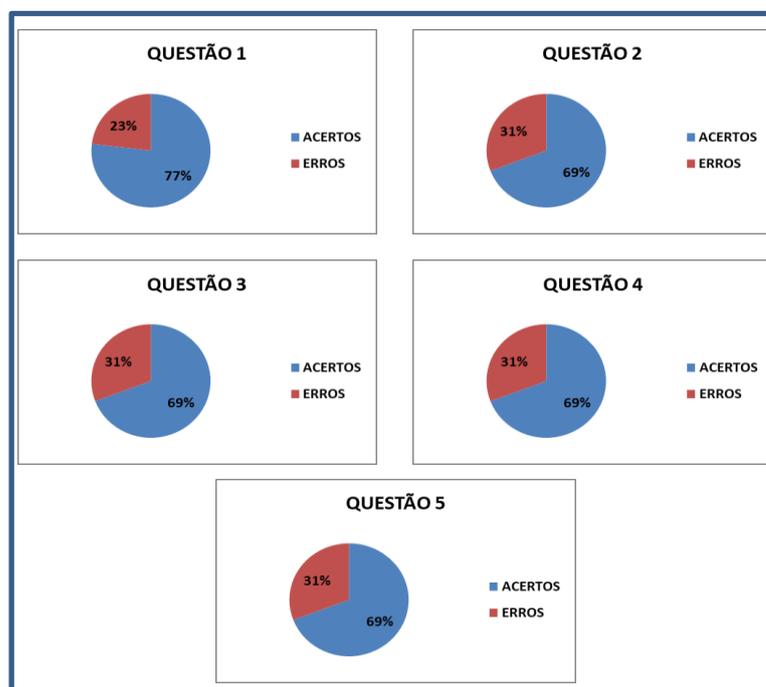
Figura 21 - Mapas Conceituais dos alunos



Fonte: Elaborado pelos alunos (2022).

Posteriormente, foi feita em sala de aula a correção da atividade realizada em casa (Apêndice C) que se trata de uma lista com questões objetivas sobre as propriedades e características das ondas. Como as aulas de Física são nos primeiros horários, infelizmente, a turma tem uma característica de não ter 100% de presença dos alunos na primeira aula e esse fato deve ter contribuído para que o resultado da lista tenha tido uma média de 70% de acerto nas questões de múltipla escolha, como pode ser visto nos gráficos da figura 16 abaixo:

Figura 22 - Gráficos dos resultados da lista de questões objetivas



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Em seguida foi aplicado o segundo questionário (Apêndice B) sendo que as três primeiras perguntas estavam também no primeiro questionário com a intenção de verificar se houve mudança nas respostas com relação ao anterior. Algumas das respostas dos alunos estão descritas abaixo:

Q1: Como funciona o Wi-fi e os sinais de telefonia celular?

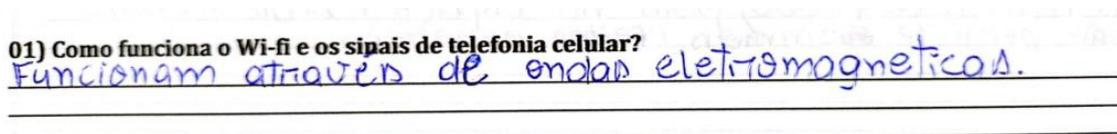
A1: “O Wi-fi e os sinais de telefonia funcionam por sinal das ondas, ondas eletromagnéticas”.

A2: “Funcionam através de ondas eletromagnéticas”.

A3: “O Wi-fi e os sinais de telefones funcionam através de sinais que são ondas eletromagnéticas”.

A4: “O Wi-fi e os sinais de telefonia celular funcionam por meio de antenas e das ondas eletromagnéticas que enviam informações”.

Figura 23 – Resposta de A₂



Fonte: Elaborado pelo A₂.

Como pode ser visto, enquanto no primeiro questionário a maioria das respostas estava relacionada ao satélite, agora todas estavam relacionadas com ondas eletromagnéticas.

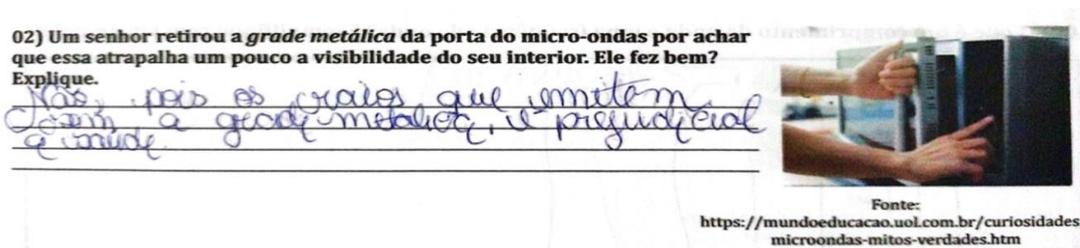
Q₂: Um senhor retirou a grade metálica da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.

A₁: “Não, pois a grade metálica serve para os raios não passar que é extremamente prejudicial para a saúde”.

A₂: “Não, pois a grade tinha como objetivo não transferir a radiação para o lado de fora do micro-ondas”.

A₃: “Não, pois os raios que emitem sem a grade metálica é prejudicial à saúde”.

Figura 24 – Resposta de A₃



Fonte: Elaborado pelo A₃.

Sobre a segunda questão, no segundo questionário todos falaram sobre a importância da grade metálica no micro-ondas e citaram que a grade nos protege de raios prejudiciais à saúde emitidos pelo micro-ondas, inclusive o aluno A₃ que no primeiro questionário disse achar que a grade não era útil.

Q3: Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena?

A1: “Pela antena, pois funcionam graças a ondas eletromagnéticas”.

A2: “Pela antena, graças às ondas eletromagnéticas”.

A3: “Pela antena, ela que envia os sinais e informações para rádios, TV’s e etc. A tomada é apenas o meio de ligar essas comunicações”.

Figura 25 - Resposta de A₂

03) Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena?

Pela antena, graças as ondas eletromagnéticas

Fonte: Elaborado pelo A₂.

Enquanto no primeiro questionário o conhecimento que possuíam era apenas com relação à antena, desta vez puderam acrescentar a presença das ondas eletromagnéticas na utilização de rádios e TV’s.

As questões a seguir não estavam no primeiro questionário (Apêndice A), sendo que a questão 04 se refere à grandeza física das ondas:

Q4: Muitas emissoras de rádio FM precisam ser sintonizadas em um número que é medido em Hertz. De que grandeza física está se falando nesse caso? Explique.

A1: “Frequência que no SI a sua unidade de medida padrão é o Hertz”.

A2: “Hertz está relacionado com a frequência de onda”.

A3: “Hertz é a frequência de uma onda (quantidade de oscilações por segundo)”.

Figura 26 - Resposta de A₂

04) Muitas emissoras de rádio FM precisam ser sintonizadas em um número que é medido em hertz. De que grandeza física está se falando nesse caso? Explique.

Hertz está relacionado com a frequência de onda.

Fonte: Elaborado pelo A₂.

Todos os alunos responderam que Hertz (Hz) é a unidade de medida da frequência da onda e também relacionou com a quantidade de vibração de uma onda em certo intervalo de tempo, como pode ser visto na transcrição acima.

Nas questões 05 e 06 foi solicitado para que os alunos descrevessem os resultados obtidos nos experimentos apresentados anteriormente pela professora no momento da problematização inicial. Todos os alunos conseguiram descrever com clareza os dois experimentos e demonstrar com suas explicações:

Q5: Sobre o experimento com o celular que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

A1: “Se colocarmos o celular em uma caixa com papel alumínio o celular não chama, pois o alumínio passa uma dificuldade para as ondas passarem pelo celular, ondas eletromagnéticas não precisam de material para se propagar, porém se houver algo para dificultar as ondas não passam”.

A2: “O celular foi posto em uma caixa vedada com alumínio. O resultado foi um telefone sem sinal, pois o papel alumínio impedia que qualquer coisa chegasse ao celular”.

A3: “A professora vedou uma caixa com papel alumínio, colocou um celular dentro e telefonou para o celular, mas não tocou, pois não recebeu ondas”.

A4: “Quando foi colocado o papel alumínio no celular fez uma barreira impedindo que os sinais do telefone cheguem para o telefone”.

Figura 27 - Resposta de A₂

05) Sobre o experimento com o celular que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

O celular foi posto em uma caixa vedada com alumínio. O resultado foi um telefone sem sinal, pois o papel alumínio impedia que qualquer coisa chegasse ao celular.

Fonte: Elaborado pelo A₂.

Q6: Sobre o experimento com o controle de um carro que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

A1: "As ondas de sinal do controle sofre difração e chega ao carro".

A2: "A onda do controle consegue contornar a panela e chegar no carro."

A3: "O experimento foi que se colocar a chave de um carro em uma panela de alumínio as ondas chegam à chave para destravar, a onda eletromagnética contorna a panela diferente do alumínio no primeiro experimento".

Figura 28 - Resposta de A₂

06)) Sobre o experimento com o controle de um carro que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

A onda do controle consegue contornar a panela e chega no carro.

Fonte: Elaborado pelo A₂.

A sétima questão fala acerca das ondas sonoras. Embora o foco não seja as ondas mecânicas, essa questão foi elaborada com o objetivo de avaliar se os alunos conseguiriam relacionar a questão com as características gerais das ondas.

Q7: Em filmes de ficção científica que tem viagens espaciais é comum ocorrer explosões acompanhadas de grandes efeitos sonoros. Esse efeito sonoro ocorre no mundo real ou é apenas ficção? Explique.

A1: "A propagação de sons no espaço vistas em filmes está incorreta, uma vez que no vácuo não há matéria".

A2: "Só em filme de ficção, pois no espaço existe o vácuo que não permite termos efeitos sonoros".

A3: "Apenas ficção por que não tem as moléculas que ajuda na propagação do som".

Figura 29 - Resposta de A₁

07) Em filmes de ficção científica que tem viagens espaciais é comum ocorrer explosões acompanhadas de grandes efeitos sonoros. Esse efeito sonoro ocorre no mundo real ou é apenas ficção? Explique.

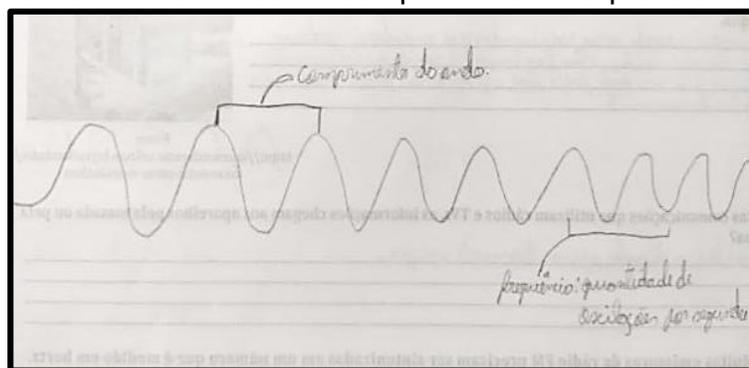
A propagação de sons no espaço vistas em filmes está incorreta, uma vez que no vácuo não há matéria.

Fonte: Elaborado pelo A₁.

Como nos exemplos das respostas acima, todos os alunos responderam que é apenas uma ficção uma vez que as ondas sonoras são ondas mecânicas e necessitam de um meio material para se propagar e no vácuo não temos a presença de um meio material.

Por fim, foi questionado sobre o que é um comprimento e uma frequência de onda e solicitado para que os alunos explicassem com um desenho (figura 17). Todos disseram que a frequência de uma onda é a quantidade de oscilações em certo intervalo de tempo e que o comprimento é a distância entre duas cristas ou entre dois vales e alguns relacionaram o comprimento de uma onda com a sua frequência: quanto maior a sua frequência menor o seu comprimento.

Figura 30 - Desenho sobre comprimento e frequência de onda



Fonte: Elaborado pelos alunos (2022).

A aula foi finalizada com o recolhimento do questionário que foi corrigido posteriormente pela professora para realização da análise demonstrada acima.

7ª Dia – 10/11/22 – 16 alunos presentes

O início da última aula se deu com a avaliação da aplicação da sequência didática pelos alunos através de um questionário com questões objetivas (Apêndice D). O resultado obtido pode ser observado através das respostas de alguns alunos transcritas a seguir.

Q1: Você teve alguma dificuldade ao estudar sobre o tema “onda”?

A1: “Não, está sendo fácil compreender o assunto”.

A2: “Não muito, por que eu me interessei pelo assunto”.

A3: “Não, o assunto foi bem explicado”.

A questão 02 teve por objetivo sondar a eficácia da utilização de equipamentos de multimídia no processo de aprendizagem dos alunos. Pode-se perceber que foi uma ferramenta facilitadora na compreensão do conteúdo.

Q2: Assistir vídeos sobre o tema ondas te ajudou a compreender o assunto?

A1: *“Ajudou, pois foi mais fácil entender com os vídeos”.*

A2: *“Sim, pois antes eu sentia dificuldade e não sabia sobre o assunto e com o vídeo ajudou a eu compreender”.*

A3: *“Me ajudou muito, pois ajudou a compreender como funciona”.*

Q3: Você considera relevante para o desenvolvimento da sua aprendizagem a inserção de experimentos para demonstrar os conteúdos de física?

A1: *“Na minha opinião, sim, pois ajudou a entender fenômenos que acontecem no dia a dia”.*

A2: *“Sim, me ajudou a entender com mais facilidade”.*

A3: *“Sim, pois com o experimento eu compreendi melhor”.*

A4: *“Sim, é melhor aprender na prática do que só falando e explicando”.*

Através das respostas da terceira questão pode-se constatar que os experimentos serviram de estímulo para os alunos e contribuíram para a melhor compreensão dos fenômenos físicos estudados.

Q4: Como você pode relacionar o tema estudado com o seu cotidiano?

A1: *“Ao assistir Tv, fazer uma ligação, destravar o carro ou também ao requeimar um alimento”.*

A2: *“Ondas são usadas em toda tecnologia do cotidiano atual, como em controles remotos, ligações e Bluetooth”.*

A3: *“Com as ondas de micro-ondas, com Wi-fi, rede telefônica, etc.”.*

Q5: O que mais você achou interessante ao estudar sobre o tema ondas?

A1: *“Que eu não sabia sobre esse tema e agora estou sabendo”.*

A2: *“O fato de não funcionar em alumínio determinadas coisas”.*

A3: *“Os experimentos.”*

Q6: Se essa metodologia fosse utilizada desde o início do ano letivo seu rendimento poderia ter sido melhor? Justifique.

A1: *“Sim, eu teria compreendido melhor os assuntos”.*

A2: *“Sim! Poderia ter me ajudado a entender mais detalhadamente os assuntos”.*

A3: *“Sim, pois foi bem explicado”.*

Pela avaliação realizada pelos alunos, observa-se a eficácia dessa metodologia no processo de aprendizagem. Pode-se perceber que os equipamentos de multimídia e a experimentação se mostraram como ferramentas facilitadoras na compreensão do conteúdo, servindo de estímulo e contribuindo para a melhor compreensão dos fenômenos físicos estudados pelos alunos, que conseguiram facilmente associar o tema ondas à situações presentes em seu cotidiano.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos, pesquisas e observações para a elaboração desta dissertação, percebe-se que foi desenvolvido um produto educacional por meio da aplicação e avaliação dos 3MP com o objetivo de levar até os alunos a compreensão dos conceitos sobre ondas com aplicação prática no seu cotidiano. A sequência da aplicação dos 3MP foi respeitada em cada etapa para que ao final do processo os resultados pudessem ser claros e objetivos segundo as análises sugeridas por Delizoicov e Angotti. Foram levantadas situações problemas com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos e buscar estabelecer uma conexão entre os conhecimentos já existentes e o conteúdo que foi abordado.

A investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes mostrou que eles apresentavam uma percepção relevante sobre o termo “ondas”, porém não conseguiam associá-lo com situações do seu dia a dia.

O momento de organização do conhecimento foi de associação e questionamentos também, pois à medida que os conhecimentos foram se organizando através da apresentação de vídeos, outros questionamentos surgiam acerca do tema que estava sendo estudado e aos poucos foram sendo solucionados.

Com a avaliação do conhecimento através da construção de mapa conceitual e de questionários pode-se perceber que as características e aplicação das ondas

eletromagnéticas foram adquiridos pelos alunos. Pôde ser constatado também que a utilização dos 3MP fez com que a os alunos participassem mais em cada etapa da aprendizagem, seja respondendo os questionamentos ou levantando questionamentos.

A turma selecionada para a aplicação da sequência didática tinha um perfil de desinteresse e falta de envolvimento em todas as aulas. Foi possível perceber a importância da experimentação e da utilização das ferramentas adotadas no ensino de Física, uma vez que quando foram apresentados os experimentos e os vídeos durante a aplicação da sequência didática os alunos demonstraram interesse em compreender o fenômeno físico envolvido e participaram efetivamente de todo o processo.

O sucesso da aplicação dessa sequência se deve também a carga horária da disciplina de Física oferecida para os alunos do 9º ano no colégio Interativo Coeduc. Diferente das escolas públicas, o Coeduc oferece as aulas de física separada das aulas de química e biologia, com uma carga horária de 2 horas aulas por semana.

Por haver poucos trabalhos a respeito do estudo das ondas eletromagnéticas para o 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais, enquanto professora formada em Física, considero interessante a ideia de produzir um material abordando o tema, espera-se que essa dissertação contribua com demais docentes fazendo com que a sua prática em sala de aula tenha significado para os alunos.

REFERÊNCIAS

- ALONSO E FINN. **Física**: um curso universitário. São Paulo: Editora Blucher, 2014. v. 2.
- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.
- ARAÚJO, Laís Baldissarelli de; MUENCHEN, Cristiane. Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos: Algumas potencialidades. Alexandria: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 51-69, maio. 2018
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.
- BEN-DOV, Yoav. **Convite à Física**. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 1996.
- BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física**: uma proposta metodológica. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.
- BONFIM, Danúbia Damiana Santos; COSTA, Priscila Carozza Frasson; NASCIMENTO, William Júnior. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996. BRASIL. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 29 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 abr. 2023.
- BRASIL. **O que são e para que servem as Diretrizes Curriculares?** Todos pela Educação. 2018 Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/noticias/o-que-sao-e-para-que-servem-as-diretrizes-curriculares/>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- BRASIL. MEC. **Parecer sobre o documento preliminar da Base Nacional Comum Curricular**: documentos da área de ciências da natureza. 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/Flavia_Maria_Teixeira_Santos.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

DELIZOICOV, Demétrio. **Conhecimento, tensões e transições.** Tese de Doutorado – IFUSP/FEUSP, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, Demétrio. **Didática Geral.** v. 1. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/ CFM, 2008, p. 104.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana da educação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-97, 1983.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1990. v. 1.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora.** Florianópolis: EDUFSC, 2005.

EBERT, Luis Augusto; POSSAMAI, Cleide Tirana Nunes; SIMON, Vanessa Silveira Pereira. **Perspectivas Profissionais.** Indaial: UNIASSELVI, 2017.

FERREIRA, Marines Verônica; PANIZ, Catiane Mazocco; MUENCHEN, Cristiane. **Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza.** *Ciência e Natura*, Santa Maria v.38 n.1, 2016, Jan.- Abr. p. 513 – 525.

FREIRE, Paulo. **The politics of education: culture, power, and liberation.** Westport, CT: Bergin and Garvey, 1985. 209 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCIA, Marilene S. S. **Aprendizagem significativa e colaborativa.** Curitiba: Contentus, 2020.

GATTI, Bernadete A. **A formação inicial de professores para a educação básica: as licenciaturas.** *Revista USP*, (100), 33-46, 2014.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência educ.** [online]. 2012, vol.18, n.01, pp.01-22.

GIL PÉREZ, D. Tiene sentido seguir distinguindo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GONÇALVES, M. E; CARVALHO, A. M. P. **As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra.** Cad. Cat. Ens. Fís., 12 (1): 7-16, 1995.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola** n.3, p. 198-202, Agosto, 2009.

RESNICK, R.; HALLYDAY, D. **Fundamentos de Física.** v. 4, LTC, 1996.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.**10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

KHAN ACADEMY. **Luz:** ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e fótons. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>. Acesso em: 30 abr. 2023

MACIEL, Eugênio Bastos. **Metodologia de ensino de física:** reflexões e práticas. Curitiba: InterSaberes, 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4a ed.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Resumos de trabalhos do Grupo de Ensino do Instituto de Física da UFRGS (1967-1977).** Publicação interna. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem:** os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, Paulo. **Mapas Conceituais.** Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 3(1): 17-25, abr. 1986.

NOVAK, J. D.; GOWIN D. B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Coleção Plátano Universitária, 1996.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica, Eletromagnetismo.** Vol.3; São Paulo: Edgard Blúcher, 1997.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 14, 30, 229-253, 1997.

PENIDO, Martins Maria; SILVA, Cleber. **Processos de problematização em aulas de física**: uma análise sobre estágios curriculares. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, n. 1, p. 315-336, mai. 2016.

ROSA, C. W.; Rosa, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 58/2, fev. 2012.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; SANTOS, Marcos Vinicius Faian. A física nos anos iniciais da educação básica: uma análise dos documentos curriculares adotados pela rede municipal de Curitiba/PR. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 292-308, 2019.

SANTOS, Irene da Silva Fonseca.; PRESTES, Reulcinéia Isabel.; VALE, Antônio Marques do. **Brasil, 1930 – 1961**: escola nova, ldb e disputa entre escola pública e escola privada. Campinas-SP, Revista HISTEDBR On-line, n 22, p. 131-149, jun. 2006. Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br/revista/edicoes/22/art10_22.pdf. Acesso em: 01 maio 2023.

SEARS & ZEMANSKY. **Física**. 10. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003. v. 4.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física 3**: Eletromagnetismo. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

SILVA, A. F. G. da. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica**: das falas significativas às práticas contextualizadas. 2004. 405 p. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.

TIPLER, P. **Física**. 20. ed. LTC, 2000. v. 4.

URNS J; ATMAN CJ, ADAMS, R. **Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions**. IEEE Transactions on Education 2000 may; 43(2): 164-173, doi: 10.1109/13.848069

VALADARES, Eduardo de Campos. **Física mais que divertida**: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

RECURSOS VIRTUAIS

VÍDEO - **Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth**: A magia dos fones sem fio. [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (10 min 57 seg). Publicado pelo canal Incrível. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-Dk9dUkxUBk>. Acesso em: 25 out. 2022.

VÍDEO – **Como funciona o celular?** [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (9 min 40 seg). Publicado pelo canal Lesics português. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7kBTz_ANgsk. Acesso em: 25 out. 2022.

VÍDEO - **Ondas Eletromagnéticas**. [S. l.: s. n.], 2012. 1 vídeo (8 min 52 seg). Publicado pelo canal Prof. Cassiano Zeferino de Carvalho Neto. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zFkaGmFZups&feature=youtu.be>. Acesso em: 25 out. 2022.

DISSERTAÇÕES PESQUISADAS

BATISTA, Paulo Gomes. **Abordagem de conceitos de Física Moderna nos anos finais do ensino fundamental com o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista – BA, 2022.

MIRANDA, Rayná Elizabete Silva. **Proposta de sequência didática sobre ondulatória para estudantes do 9º ano do ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Física) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022.

PEREIRA, Rafael Rocha. **O uso do simulador *PhET* como recurso didático para o ensino de ondas no 9º ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda - RJ, 2018.

PIRES, Clayton Antônio Pereira. **Sequência didática para o ensino da luz em turmas do 9º ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora – MG, 2017.

RODRIGUES, Raquel Luiza. **Pedro e Camila em: ondas eletromagnéticas: um estudo sobre o ensino de ondas eletromagnéticas através de história em quadrinhos**. 2013. 32 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) — Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2013.

SIMÕES, Ana Flávia Chaparro Viana *et al.* Caixa de cores com emulação do espectro visível para abordagem de conceitos sobre ondas eletromagnéticas no ensino fundamental. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. e35511730066, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i7.30066.

VIEIRA, Rafael José Pereira. **Ensino de ondas eletromagnéticas no 9º ano do ensino fundamental por meio de uma situação problema**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora – MG, 2016.

APÊNDICE A – Questionário 01

- 1- Como funciona o Wi-fi e os sinais de telefonia celular?
- 2- Ilustre sua resposta anterior com desenhos.
- 3- Um senhor retirou a *grade metálica* da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.
- 4- Como funciona o controle remoto?
- 5- Como o controle do carro consegue destravar a porta à distância?
- 6- O seu celular pode funcionar como um controle remoto? Explique.
- 7- O seu celular possui *Bluetooth*? Como funciona o Bluetooth de um celular?
- 8- Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena? Faça um desenho ilustrando sua resposta.

APÊNDICE B – Questionário 02

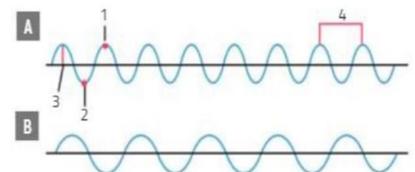
- 1- Como funciona o *Wi-fi* e os sinais de telefonia celular?
- 2- Um senhor retirou a *grade metálica* da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.
- 3- Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena?
- 4- Muitas emissoras de rádio FM precisam ser sintonizadas em um número que é medido em hertz. De que grandeza física está se falando nesse caso? Explique.
- 5- Sobre o experimento com o celular que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.
- 6- Sobre o experimento com o controle de um carro que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.
- 7- Em filmes de ficção científica que tem viagens espaciais é comum ocorrer explosões acompanhadas de grandes efeitos sonoros. Esse efeito sonoro ocorre no mundo real ou é apenas ficção? Explique.
- 8- O que é um comprimento de onda e uma frequência de onda? Exemplifique com um desenho.

APÊNDICE C – Lista de Questões

- 1- As ondas que se propagam em uma corda são classificadas como mecânicas e transportam:

- a) matéria b) perturbação c) energia d) meios distintos
- 2- As ondas sonoras são classificadas quanto à sua natureza e ao tipo de propagação, respectivamente como:
- a) Eletromagnéticas e transversais b) Transversais e eletromagnéticas
- c) Mecânicas e longitudinais d) Longitudinais e mecânicas
- 3- A radiação ultravioleta é caracterizada como onda e classificada em relação à sua natureza e ao seu tipo de propagação, respectivamente como:
- a) Eletromagnéticas e transversal b) Longitudinais e eletromagnéticas
- c) Mecânicas e longitudinais d) Longitudinais e transversal
- 4- Aparelhos para tratamentos de dor com aplicação de infravermelho, controles remotos, aparelhos de aplicação de ultravioleta como bactericida, de raios X, de ressonância magnética e de ultrassom emitem ondas. As ondas emitidas por todos esses aparelhos:
- a) viajam a uma velocidade de 3×10^8 m/s no vácuo.
- b) se propagam por meio de vibrações de partículas.
- c) podem ser absorvidas pelo corpo humano.
- d) têm frequências inferior à da luz violeta.

- 5- Observe a representação das ondas abaixo e responda às questões: A que correspondem os pontos indicados pelos números 1, 2, 3 e 4 respectivamente?



- a) Frequência, amplitude, crista, vale.
- b) Amplitude, comprimento, vale, crista.
- c) Crista, vale, amplitude, comprimento da onda.
- d) Vale, crista, frequência, amplitude.

APÊNDICE D – Questionário 03

- 1- Você teve alguma dificuldade ao estudar sobre o tema “onda”?
- 2- Assistir vídeos sobre o tema ondas te ajudou a compreender o assunto?

- 3- Você considera relevante para o desenvolvimento da sua aprendizagem a inserção de experimentos para demonstrar os conteúdos de Física?
- 4- Como você pode relacionar o tema estudado com o seu cotidiano?
- 5- O que mais você achou interessante ao estudar sobre o tema ondas?
- 6- Se essa metodologia fosse utilizada desde o início do ano letivo seu rendimento poderia ter sido melhor? Justifique.

APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, **VILMA SANTANA DOS SANTOS**, discente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Sudoeste da Bahia – UESB, realizarei um projeto de ensino como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ensino de Física intitulado **Os três momentos pedagógicos como instrumento de**

aprendizagem para o estudo das ondas eletromagnéticas para o 9º ano do Ensino Fundamental - Anos Finais, orientado pela docente Prof.^a Dr.^a Cristina Porto Gonçalves.

Para validar sua participação, deve estar ciente de alguns pontos:

- Sua participação será voluntariada;
- Não haverá identificação, sendo anônima sua participação;
- As respostas serão utilizadas apenas se for de sua autorização;
- Se aceito, participará de 08 (oito aulas), em sua própria sala de aula;
- Caso queira desistir durante o processo, pode sinalizar ao pesquisador por meio do e-mail vilmasantanatab@gmail.com ou telefone (77) 9 8821-4203;
- Se não houver conforto em permitir utilizar os resultados obtidos, terá direito de negar a divulgação dos dados obtidos.

Prof.^a Dr.^a Cristina Porto Gonçalves
Orientadora

Vilma Santana dos Santos
Discente responsável

Participante da pesquisa ou seu responsável legal

Eu, _____, residente da cidade: _____ aceito participar voluntariamente da pesquisa aqui mencionada, estando ciente do anonimato, em poder desistir a qualquer momento caso seja meu desejo e de todos os tópicos livremente da minha participação, sem qualquer obrigatoriedade.

Vitória da Conquista/ BA, ____ de _____ de 2022.

APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA, _____ / _____ 2022

Eu VILMA SANTANA DOS SANTOS, discente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, estarei desenvolvendo Produto educacional (sequência didática) no Colégio Interativo - COEDUC – Vitória da Conquista -BA, tendo como orientadora Prof.^a Dr.^a Cristina Porto Gonçalves. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem num encadeamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu _____ fui esclarecido(a) sobre a pesquisa citada acima e concordo com estes dados sejam utilizados na realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

Assinatura do Responsável (com carimbo se tiver)

APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, CPF _____, RG _____, aceito participar das aulas em formato de sequência didática

e também permito a coleta de dados das produções e das ocorrências em sala de aula que serão interpretados em pesquisa para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pelo mestranda *Vilma Santana dos Santos*. Tenho toda a liberdade de me recusar a participar da pesquisa bem como retirar meu consentimento a qualquer momento. Fui também esclarecido(a) de que meu nome não será divulgado nos resultados da pesquisa sendo-me garantido total confidencialidade dos dados.

Vitória da Conquista- BA, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante (estudante)

PRODUTO EDUCACIONAL



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ENSINO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL NA PERSPECTIVA DOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS**

PRODUTO EDUCACIONAL

VILMA SANTANA DOS SANTOS

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
AGOSTO DE 2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

VILMA SANTANA DOS SANTOS

**ENSINO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL NA PERSPECTIVA DOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
AGOSTO DE 2023**

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	4
2.1.1 Primeiro momento: Problematização inicial	6
2.1.2 Segundo momento: Organização do conhecimento	7
2.1.3 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento	8
2.2 OS MAPAS CONCEITUAIS	9
2.3 EXPERIMENTOS	10
3 TÓPICO A SER ABORDADO.....	11
3.1 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	11
3.1.1 Campos elétricos e magnéticos induzidos	13
3.1.2 Características das ondas eletromagnéticas.....	14
3.1.3 Espectro eletromagnético	16
3.1.4 Luz visível	17
3.1.5 Infravermelho.....	18
3.1.6 Micro-ondas	18
3.1.7 Ondas de rádio	19
3.1.8 Radiação ultravioleta	20
3.1.9 Raios-X.....	21
3.1.10 Raios gama	21
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	23
5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	24
REFERÊNCIAS	34

1 APRESENTAÇÃO

O material aqui apresentado foi desenvolvido a partir da dissertação *Os Três Momentos pedagógicos como instrumento de aprendizagem para o estudo das ondas eletromagnéticas para o 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais*, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o objetivo de contribuir com os docentes na apresentação do conteúdo Ondas Eletromagnéticas no Ensino Fundamental – Anos Finais, através da aplicação dos Três Momentos Pedagógicos.

Por ser bem contextualizado e atual, a inserção deste conteúdo possibilita a inclusão e compreensão do discente nos avanços tecnológicos, podendo também contribuir na construção do conhecimento necessário para que haja uma aprendizagem dinâmica. Este material oferece um apoio para o docente no planejamento e execução de suas aulas.

O trabalho desenvolvido teve como base teórica a abordagem do tema na perspectiva de Delizoicov e Angotti (1980), inspirada nas ideias freireanas para a educação formal. Os Três Momentos Pedagógicos: Iniciando com a Problematização Inicial (PI), em que temas da vivência dos alunos são abordados, instigando-os a necessidade de novos conhecimentos, passo importante para superar a curiosidade ingênua. Neste momento o papel do educador é ativar a curiosidade, despertando a dúvida, levantando questionamentos, indagações e identificação da percepção que o discente tem sobre a sua realidade concreta, através de questionários, experimentos e vídeos buscando estimular a participação ativa no processo de ensino aprendizagem. Organização do conhecimento (OC): com a mediação do professor os conhecimentos necessários são trabalhados, auxiliando para um aprofundamento do tema. Aplicação do conhecimento (AC): com base nos novos conhecimentos os discentes conseguem analisar e interpretar situações abordadas inicialmente, ampliando assim a sua visão de mundo e conseqüentemente conseguem empregar o conhecimento estudado em outras situações práticas do seu cotidiano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Os Três Momentos Pedagógicos são uma abordagem metodológica, ou dinâmica,

proposta por Delizoicov e Angotti (1990) e também investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade de seu cotidiano. (BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018, p. 188).

O renomado educador Paulo Freire que atuou, durante as décadas de 1950 até sua morte em 1997, em prol da educação no Brasil, foi indubitavelmente responsável por incentivar que jovens e adultos que viviam a margem da sociedade a se apropriar do conhecimento e agir como atores em sua própria vida a fim de alcançar seus objetivos, sejam eles financeiros ou de qualquer outra ordem. Paulo Freire considerava a educação como um meio de mudar o homem socialmente, politicamente, eticamente, historicamente e culturalmente e afirma: “A educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”. Ele acredita também que o professor não pode se resumir a ensinar os assuntos do currículo escolar, mas, especialmente, instruir ao pensamento racional e crítico, pois “pensar é não estarmos demasiado certos de nossas certezas” (FREIRE, 1996).

A reflexão e a discussão que vai além do conteúdo programático foram a grande bandeira de Paulo Freire para a promoção do cidadão consciente e atuante. Pois, para o educador, durante o processo educativo o sujeito se tornaria um sujeito atuante e cidadão crítico na sociedade (FREIRE, 1996).

No Brasil, na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e na USP (Universidade de São Paulo) foi onde surgiram os primeiros grupos interessados em discutir a respeito do ensino de Física que, segundo Moreira (1997), foram com relação a construção de recursos didáticos e aos métodos de ensino, e motivados pela preocupação e insatisfação de alunos com o ensino de Física. Ainda há diversos grupos de pesquisadores investigando o ensino de Física no Brasil. Ben-Dov (1996) afirma que frequentemente, “a aprendizagem de física se reduz [...] a um trabalho

extremamente frustrante de assimilação de técnicas destinadas unicamente à resolução dos problemas propostos por ocasião das provas.”

A ênfase nos documentos atuais que norteiam o ensino de Física (LDB, BNCC, DCN e PCN), é de um ensino baseado em competências e habilidades, o que requer “[...] uma prática docente com novos procedimentos didático-pedagógicos, que incentivem o espírito questionador e investigador dos alunos, ampliando sua visão de mundo, tornando-os autônomos intelectualmente” (ROSA; ROSA, 2012). Para Bonadiman e Nonenmacher (2007):

Muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula, principalmente as relacionadas com a questão do gostar e do aprender, [...] podem ser contornadas por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia adequada de ensino.

Nesse sentido, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos podem ser utilizados como um instrumento auxiliador e norteador no processo de ensino aprendizagem, possibilitando o rompimento do ensino tradicional, centrado em abordagens meramente conceituais.

Os 3 momentos pedagógicos são uma dinâmica didático pedagógica desenvolvida por Delizoicov e Angotti nos anos 80 através de um projeto de formação de professores de Ciências Naturais na Guiné Bissau inspirada nas ideias freireanas para a educação formal. A publicação dos livros “Física” e “Metodologia do Ensino de Ciências” de autoria de Delizoicov e Angotti em 1990 proporcionou a disseminação dessa dinâmica caracterizada por três etapas: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Para o planejamento dessa prática pedagógica é necessária uma sistematização inicial para contextualizar o diálogo entre o discente e o docente com atividades relacionadas com o processo de codificação-decodificação de contradições locais, objetivando desafiar e ultrapassar o entendimento que os alunos possuem (SILVA, 2004).

2.1.1 Primeiro momento: Problematização inicial

Na primeira etapa é realizada a problematização inicial, em que questões ou situações reais são apresentadas aos alunos que deverão discutir e expor seus conhecimentos sobre o assunto. Aqui, o papel do professor não é esclarecer, mas sim lançar questionamentos que considerem a vivência dos alunos, levando-os a lembrar de situações do seu dia a dia e do ambiente em que vivem a fim de revelar o que conhecem a respeito do que já sabem sobre o conteúdo a ser estudado, antes mesmo dos conceitos serem apresentados. O professor deve aproveitar esse conhecimento de mundo, adquirido paralelamente a vida escolar, em sala de aula. Não basta apenas que o aluno decodifique o sistema alfabético, mas que saiba compreender o mundo a sua volta.

É nesse momento que o educador terá ciência dos conhecimentos prévios, expostos pelos alunos, e os mesmos perceberão a necessidade de adquirir novos conhecimentos ou embasamentos científicos para explicar tais situações. O principal objetivo dessa etapa é ligar o conteúdo que será apresentado “[...] com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29). Além disso,

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior na escola ou fora dela. As noções poderão ou não estar de acordo com as teorias e as explicações da Física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos” dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções emergam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí, a importância de se problematizarem questões e situações. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29)

Esse momento também é denominado como Estudo da Realidade (ER), pois tanto a situação significativa como as interpretações do aluno constituem uma realidade ou leitura desta (DELIZOICOV, 1991). “Assim, a experiência existencial do educando é o ponto de partida da “educação problematizadora”, que o considera num contexto de vida (numa realidade) possível de ser conhecido e modificado” (DELIZOICOV, 1983, p. 86). O docente direciona os questionamentos já visando perceber quais são as lacunas no conhecimento dos alunos a fim de que percebam a importância de aprofundar no conhecimento dos conteúdos estudados no cotidiano

das aulas de Física e a valia dos mesmos para a vida prática. Vale lembrar que Paulo Freire incentivava a educação problematizada partindo de palavras específicas do cotidiano da comunidade, de sua realidade mais palpável. Hoje a realidade do aluno não é só aquela imediata, mas o mundo se apresenta a ele cotidianamente.

2.1.2 Segundo momento: Organização do conhecimento

No segundo momento, denominado Organização do Conhecimento, é onde se organiza, de forma problematizadora, o conteúdo programático da unidade. Sob a mediação do professor o conhecimento científico necessário para a compreensão crítica da problematização inicial é estudado, podendo utilizar os mais diversos recursos como experimentos, questionários, tecnologias da informação e comunicação (TIC's), afinal as novas tecnologias, forçosamente, estão relacionadas ao dia a dia de qualquer aluno, mesmo nos pontos mais ermos do Brasil, dinâmicas discursivas e textos auxiliares propiciando a ruptura entre o conhecimento do estudante e o conhecimento sistematizado.

Visto que no processo de aprendizagem o indivíduo é atuante em sua mudança de comportamento, pois esse fenômeno é ativo, constante, integral, individual e ocorre de forma gradativa e cumulativa durante o processo. O indivíduo aprende primeiramente no ambiente familiar, e em seguida nos ambientes sociais aos quais frequenta, conhecimentos tais trazidos à lume no primeiro momento, pois a aprendizagem está ligada ao meio em que o indivíduo está inserido.

A orientação de Delizoicov e Angotti (1990, p.30) é que este momento seja:

[...] preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

Nesta etapa os conhecimentos científicos são ponto de chegada tendo como ponto de partida as situações significativas que originaram a escolha e organização do conteúdo e deram início ao processo dialógico e problematizador (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

2.1.3 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento

O terceiro momento é voltado à aplicação do conhecimento em que o educando poderá, utilizando-se dos conceitos adquiridos na etapa anterior, analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31). É importante mencionar que

[...] nessa etapa, o papel do professor consiste em desenvolver diversas atividades para capacitar os alunos a utilizarem os conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento [...]. A partir disso, o estudante tem a potencialidade de compreender cientificamente as situações abordadas na problematização inicial, motivo pelo qual, nesse terceiro momento, volta-se às situações iniciais, que agora passam a ser entendidas a partir do olhar da Ciência. (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

A interação professor-aluno, nesse momento, na qual o docente por exercer a importante função de mediador tem contato constante com o aluno. A relação precisa então ser de um diálogo profundo e diário para que a partir disso o professor possa de fato contribuir para a construção do conhecimento.

A função do professor não é o de transmitir o conhecimento, mas tem a função da criação de circunstâncias propícias para a construção desse conhecimento. O professor precisa estar consciente de que na atualidade o aluno chega a escola carregado de conhecimento de mundo como nunca antes imaginado. A escola tem se tornado o lugar do conhecimento para ser o lugar no qual esse conhecimento é canalizado e direcionado para os objetivos educacionais.

Desse modo, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos é um modo de cooperar com o diálogo entre docente e discente, estimulando as contribuições espontâneas dos alunos, problematizando e contextualizando tudo o que ocorre no processo de estudo do conteúdo, objetivando de expandir a visão do mundo dos alunos.

2.2 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais são ferramentas de representação do conhecimento de forma hierárquica através de diagramas que indicam relações entre conceitos utilizando-se de figuras geométricas como retângulos e círculos. Essa técnica,

desenvolvida em 1972 por Joseph Novak na Universidade de Cornell, pode ser utilizada como instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem ou meio de avaliação. (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

De acordo com Novak e Gowin (1996) “Os mapas conceituais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica.” Moreira (2010) afirma que os mapas conceituais devem ser explicados por quem o faz. O objetivo é que ao explicar, sejam externados os significados.

Mapas conceituais não são auto-suficientes; é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz, seja o professor ou o estudante. Uma maneira de diminuir um pouco a necessidade de explicações é escrever sobre as linhas que unem os conceitos uma ou duas palavras-chave que explicitem a relação simbolizada por elas. (MOREIRA; ROSA, 1986).

Quando são utilizados como ferramenta de avaliação, os mapas conceituais servirão para que o professor obtenha uma visualização da organização conceitual que o aluno atribui a um dado conhecimento e analise se o aprendiz apresenta algum conceito equivocado, se apresentando como um instrumento importante para ajudá-lo no processo de construção do conhecimento (MOREIRA, 2010).

Para Turns e Atman (2000), o professor pode avaliar os mapas conceituais dos alunos de duas maneiras:

- a) Através da análise individual do mapa conceitual construído pelo aluno, verificando características como, por exemplo, o número de conceitos representados, o número de ligações entre conceitos, o número de ligações cruzadas, o número de níveis hierárquicos e o número de exemplos citados;
- b) Através da comparação do mapa do aluno com um mapa desenvolvido por um especialista.

Assim, os mapas conceituais se mostram uma ferramenta relevante para ser usada em sala de aula, tanto para conhecer novos conceitos quanto para consolidar o conteúdo estudado.

2.3 EXPERIMENTOS

A experimentação é uma ferramenta de aprendizagem por meio da qual pode-se interligar o conhecimento científico com situações do cotidiano dos alunos de forma estimulante promovendo uma maior participação dos mesmos, pois “as atividades

experimentais ainda são apontadas como uma forma de contribuir para uma melhor aprendizagem no ensino de Ciências” (GIL PÉREZ, 1999).

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Gonçalves e Carvalho (1995) ressaltam que a participação dos professores é fundamental para auxiliar e estimular os aprendizes na busca das explicações causais, através das quais alcança-se um novo patamar no aprendizado dos conceitos abordados.

O direcionamento das atividades de experimentação pode apresentar um caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação.

As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade. A importância destas atividades pode ser destacada, entre outros fatores, pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados [...]. (ARAÚJO; ABIB, 2003).

A experimentação demonstra ser um modo de contribuir com o entendimento dos alunos a respeito dos fenômenos estudados, que se explicados apenas por meio de uma aula expositiva, não resultaria no mesmo efeito.

3 TÓPICO A SER ABORDADO

O trabalho aqui apresentado definiu como tópico específico o ensino de Ondas Eletromagnéticas para o Ensino Fundamental – Anos Finais, foram utilizadas as seguintes referências: Bonjorno, Ramos, Prado e Casemiro (2016); Máximo, Alvarenga e Guimarães (2016); Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero (2010); Ramalho, Nicolau e Toledo (2007).

3.1 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

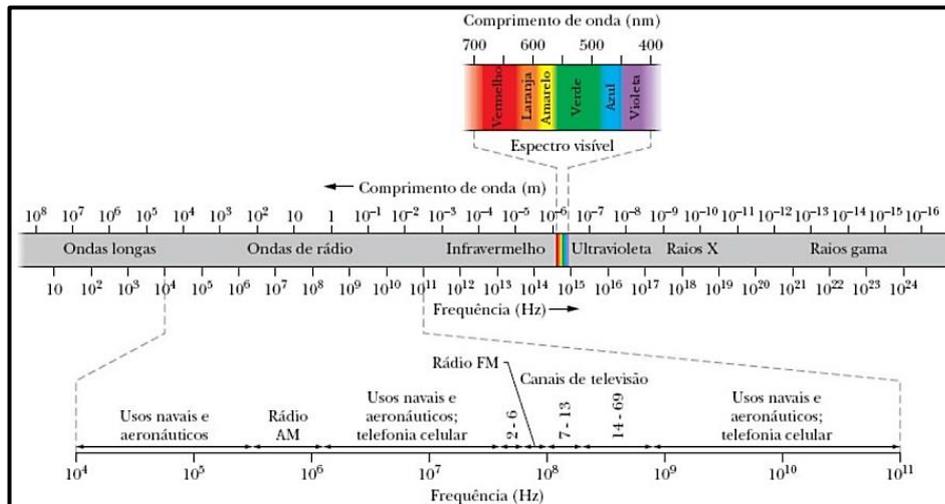
Sob influência dos estudos desenvolvidos por Coulomb, Ampère e Faraday, no século XIX o físico James C. Maxwell através de equações sintetizou os conhecimentos sobre o Eletromagnetismo. Esses estudos tiveram como consequência a existência de Ondas Eletromagnéticas, tão importantes na nossa sociedade.

A grande contribuição de James Clerk Maxwell foi mostrar que um raio luminoso nada mais é que a propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos (ou seja, é uma onda eletromagnética) e que, portanto, a ótica, o estudo da luz visível, é um ramo do eletromagnetismo.

Estamos imersos em ondas eletromagnéticas pertencentes a esse espectro. O Sol, cujas radiações definem o meio ambiente no qual nós, como espécie, evoluímos e nos adaptamos, é a fonte predominante. Nossos corpos também são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular, micro-ondas de aparelhos de radar podem chegar até nós. Temos também as ondas eletromagnéticas provenientes das lâmpadas, dos motores quentes dos automóveis, das máquinas de raios X, dos relâmpagos e dos elementos radioativos existentes no solo. Além disso, somos banhados pelas radiações das estrelas e de outros corpos de nossa galáxia e de outras galáxias.

Na escala de comprimentos de onda (e na escala de frequências correspondente), cada marca representa uma variação do comprimento de onda (e na escala de comprimentos de onda e frequência) de 10 vezes. As extremidades da escala estão em aberto; o espectro eletromagnético não tem limites definidos (figura1).

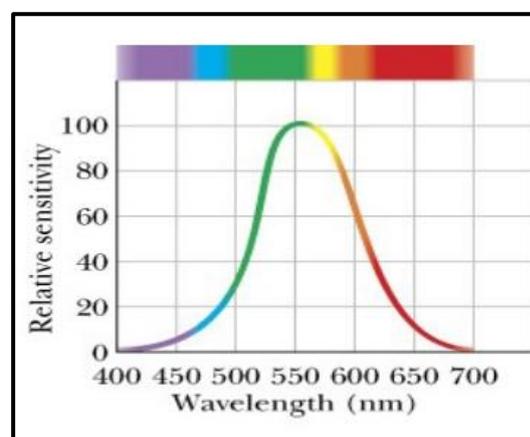
Figura 1 – Arco-íris de Maxwell



Fonte: Halliday; Resnick; Walkez (2012)

Certas regiões do espectro eletromagnético são identificadas por nomes familiares como raios X e micro-ondas. Esses nomes indicam intervalos de comprimentos de onda, não muito bem definidos, dentro das quais são usados os mesmos tipos de fontes e detectores de radiação. Outras regiões como as indicadas como canais de TV e de rádio AM, representam bandas específicas definidas legalmente para fins comerciais ou outros propósitos. Não existem lacunas no espectro eletromagnético; além disso, todas as ondas eletromagnéticas, não importa onde se situem no espectro, se propagam no espaço livre (vácuo) com a mesma velocidade c . A região visível do espectro é, naturalmente, de particular interesse para nós.

Figura 2 – Espectro visível ao olho humano



Fonte: Halliday; Resnick; Walkez (2012)

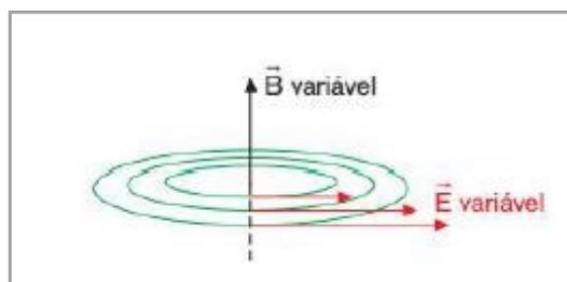
A figura 2 mostra a sensibilidade relativa do olho humano a radiações de vários comprimentos de onda. O centro da região visível corresponde aproximadamente a 555 nm; uma luz com esse comprimento de onda produz a sensação de verde-claro. Os limites do espectro visível não são bem definidos, já que a curva de sensibilidade do olho tende assintoticamente para a linha de sensibilidade zero, tanto para grandes como para pequenos comprimentos de onda. Se tomarmos arbitrariamente como limites os comprimentos de onda para os quais a sensibilidade do olho é 1% do valor máximo, esses limites são aproximadamente 430 e 690 nm; entretanto, o olho pode detectar radiações fora desses limites, se forem suficientemente intensas.

3.1.1 Campos elétricos e magnéticos induzidos

No século XVIII as características dos fenômenos elétricos e magnéticos despertou o interesse de muitos filósofos naturais. A princípio esses fenômenos pareciam não ter nenhuma relação, porém algumas ocorrências davam indícios de que existia sim alguma relação entre esses fenômenos, como o fato de peças metálicas serem magnetizadas ao serem atingidas por um raio ou a orientação de uma bússola sofrer mudanças quando um raio caia próximo a ela (CHAIB; ASSIS, 2007). Esses fatos sugerem uma relação entre o magnetismo e a eletricidade.

Deste modo, conclui-se que: “Se um campo magnético, existente em certa região do espaço, sofrer variação no decorrer do tempo, essa variação faz aparecer, nessa região, um campo elétrico induzido” (MÁXIMO; ALVAREGA; GUIMARÃES, p. 208, 2016). Vide figura 3.

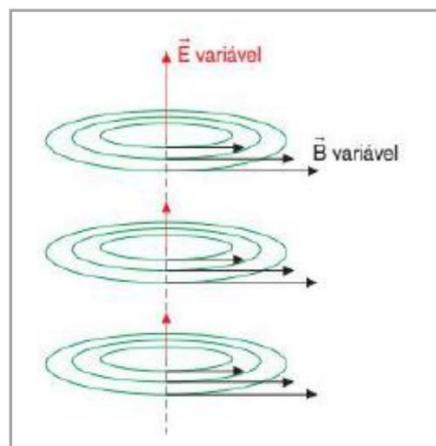
Figura 3 - Espira Condutora



Fonte: Bonjorno (2016)

Assim se explica um dos princípios básicos do Eletromagnetismo, onde o campo elétrico pode ser produzido por cargas elétricas em repouso e por campo magnético variável. Maxwell, em 1864, tendo como base a simetria e equações matemáticas, pensou na ideia de que tal fenômeno poderia ocorrer de forma contrária, onde surgiria um campo magnético variável por meio da variação do campo elétrico, demonstrado na figura 4:

Figura 4 - Campo magnético variável por meio da variação do campo elétrico



Fonte: Bonjorno (2016).

A hipótese de Maxwell demonstra que: “Se um campo elétrico, existente em uma certa região do espaço, sofrer variação no decorrer do tempo, essa variação fará aparecer, nessa região, um campo magnético induzido” (MÁXIMO; ALVAREGA; GUIMARÃES, p. 209, 2016)

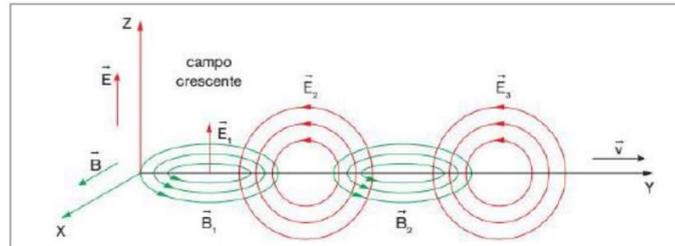
Desta forma foi possível afirmar que campos magnéticos também surgem por causa de variações de campos elétricos.

3.1.2 Características das ondas eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos induzidos variáveis que se sustentam mutuamente. Pois se uma carga elétrica oscilar no espaço, irá surgir um campo magnético variável que induzirá um campo elétrico também variável, e este induzirá um campo magnético, isso ocorre de forma sucessiva

gerando assim uma onda eletromagnética, que se propaga no espaço. Essa ideia de Maxwell é descrita na figura 5, a seguir:

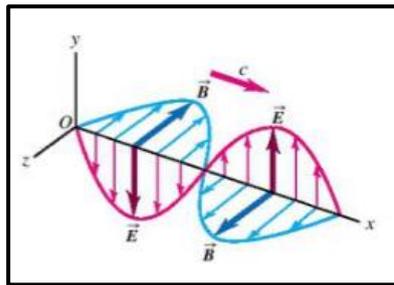
Figura 5 - Onda eletromagnética se propagando no espaço



Fonte: Bonjorno (2016)

Maxwell observou que, apesar das ondas mecânicas e eletromagnéticas se assemelharem nos fenômenos de difração, reflexão e interferência, se diferem pelo fato das ondas mecânicas não se propagarem no vácuo.

Figura 6 - Onda Eletromagnética



Fonte: Sears, Zemansky, Young e Freedman (2004).

Na figura 6 está representada uma onda eletromagnética se propagando no espaço, onde o campo elétrico \vec{E} , o campo magnético \vec{B} , a velocidade de propagação v e o comprimento de onda λ estão associados à onda. Os vetores \vec{E} e \vec{B} são perpendiculares entre si, e a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo (c) será:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}}$$

(1)

Sendo μ_0 a permeabilidade magnética no vácuo ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T m.A$), ϵ_0 a permissividade elétrica no vácuo ($\epsilon_0 = 1/4\pi k_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2 m.A$), deste modo temos um valor constante para c , igual a $3 \cdot 10^8$ m/s. A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é compatível com a velocidade da luz, isso fez com que Maxwell reconhecesse a luz como uma onda eletromagnética, unindo assim a óptica ao eletromagnetismo. Heinrich Hertz comprovou experimentalmente a existência de ondas eletromagnéticas, ao emitir e captar ondas de rádio através de um circuito, e assim verificou também que as ondas apresentavam reflexão, refração, interferência, difração, polarização e a velocidade de propagação.

3.1.3 Espectro eletromagnético

Por volta do século XIX, às únicas ondas eletromagnéticas conhecidas eram a luz visível e os raios infravermelhos e ultravioletas. Atualmente, conhecemos um largo espectro eletromagnético formado por diferentes tipos de radiação que variam em função de suas fontes, frequências e comprimentos de onda (COLOMBO; BIZ, 1998).

As radiações eletromagnéticas possuem propriedades, uso e meios de produção diferentes e, também, se diferem na forma como podem ser observadas através das várias faixas espectrais sendo classificadas como: visível, infravermelho, ultravioleta, ondas de rádio etc. Mesmo com suas diferenças espectrais as radiações eletromagnéticas podem ser descritas através de campos elétricos e magnéticos, se propagando perpendicularmente no vácuo com a mesma velocidade da luz. Mesmo possuindo diferentes frequências f e diferentes comprimentos de onda λ , no vácuo, a relação $c = \lambda f$ é válida para todas as ondas eletromagnéticas. A relação entre frequência e comprimento é expressa por:

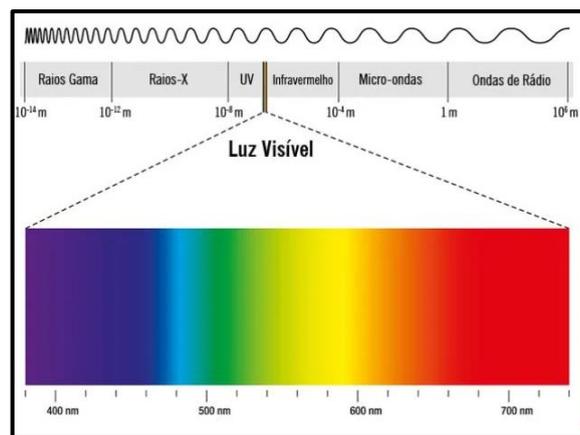
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

(2)

3.1.4 Luz visível

Os limites da região visível no espectro eletromagnético vão de 400nm (violeta) a 700nm (vermelho), (tabela 1), com frequências entre 750 e 430THz. Essa radiação luminosa constitui uma pequena faixa do espectro eletromagnético (figura 7), deste modo os olhos não são capazes de perceber a maioria das radiações.

Figura 7 - Espectro Eletromagnético



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>

Tabela 1 - Comprimento da luz visível

Comprimentos da luz visível

400 até 440 nm	Violeta
440 até 480 nm	Azul
480 até 560 nm	Verde
560 até 590 nm	Amarelo
590 até 630 nm	Laranja
630 até 700 nm	Vermelho

Fonte: Sears; Zemansky; Young; Freedman (2004)

Quando os elétrons de um átomo soltam de uma camada mais externa (ou de valência) para uma mais interna um fóton é emitido, liberando energia, ou seja, ocorre a emissão da luz. Cada elemento possui sua transição de energia, quando um elétron muda de nível energético em um átomo de forma específica ele emite luz com sua cor característica, assim podemos identificar um elemento com base em seu espectro de emissão.

3.1.5 Infravermelho

A radiação infravermelha possui comprimentos de onda maior que o da luz visível (0,7 μm a cerca de 1mm), por isso ela não pode ser percebida pelo olho humano. Mesmo sendo invisível a radiação infravermelha pode ser percebida por possuir propriedades de aquecimento. A radiação infravermelha esta relacionada com o calor, pois ela se origina da vibração moleculares de cada átomo ocasionando a variação da energia interna do objeto emissor. Sua emissão pode ocorrer em qualquer objeto quente incluindo o Sol. Sua frequência varia de 10^{11} a 10^{14} Hz e podem ser usadas em secagem de pinturas, controle remoto, leitores de código de barras e espectroscopia (estudo dos elementos químicos dos astros).

Figura 8 - Imagem do corpo humano vista pelo ponto eletromagnético

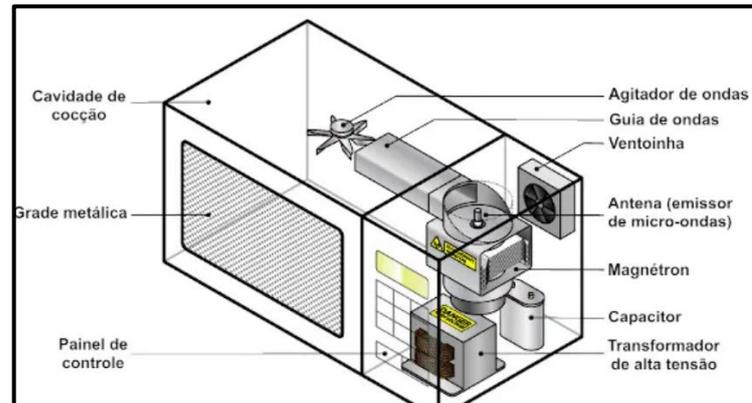


Fonte: www.conhecimentocientifico.com/infravermelho/

A radiação infravermelha pode ser utilizada também na medicina para diagnóstico médico através de imagens e vídeos termográficos, onde é possível ver a região mal irrigada apresentando assim menor temperatura, emitindo menos radiação infravermelha (figura 8).

3.1.6 Micro-ondas

As micro-ondas são produzidas por osciladores eletromagnéticos em circuitos elétricos, como nos fornos de micro-ondas, e possuem comprimento de ondas entre 1mm e 1m, por não ser uma radiação ionizante ela não causa mudanças na estrutura molecular.

Figura 9 - Forno de micro-ondas

Fonte: www.brasilecola.uol.com.br/fisica/forno-microondas.htm

Quando o forno micro-ondas (figura 9) é conectado a uma tomada ele é atravessado por uma tensão elétrica, percorrendo um transformador de alta tensão chegando até o magnétron. O magnétron emite ondas eletromagnéticas de micro-ondas que são refletidas para os alimentos.

Na sua porta o micro-ondas tem uma tela metálica que funciona como uma gaiola de Faraday impedindo que as micro-ondas saiam.

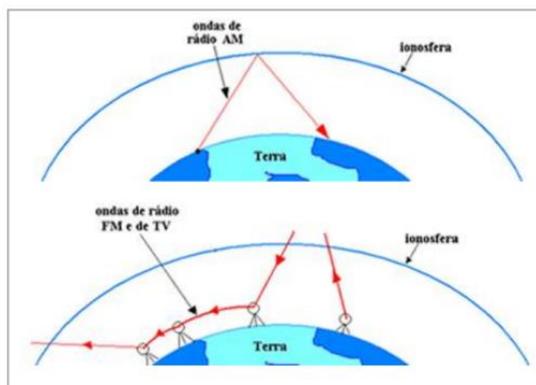
3.1.7 Ondas de rádio

A oscilação de elétrons nos fios de circuitos elétricos gera as ondas de rádio com comprimento de onda maior que 1m e frequências menores que as radiações do micro-ondas e do infravermelho, são utilizados na transmissão de informações através da telefonia móvel, radares, satélites etc. Com a transmissão de uma onda senoidal no espaço, que são sinais repetitivos, através de uma antena, temos então uma estação de rádio, porém sem informações, para transmitir a informação é necessário modular a onda, variando a sua amplitude, frequência, comprimento de onda e / ou fase.

As ondas AM (amplitude modulada) têm intervalo de frequência de 10^4 Hz a 10^7 Hz e são usadas nas transmissões de longa distância, pois se refletem na ionosfera e retornam ao solo. Enquanto as ondas FM (frequência modulada) têm frequência entre

10^6 Hz e 10^7 Hz e não são refletidas pela ionosfera, por isso necessitam de estações de retransmissões para alcançarem longas distancias. Isso ocorre também com ondas de TV de frequências superiores a $5 \cdot 10^7$ Hz. Na figura 10 abaixo temos os exemplos de transmissão em AM, FM e TV:

Figura 10 - Transmissão em AM, FM e TV

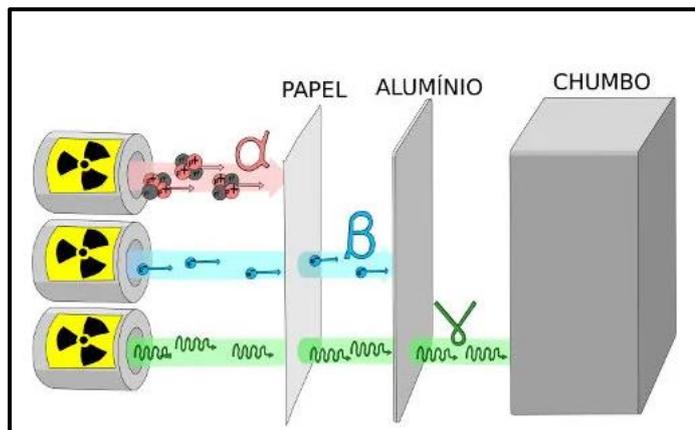


Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/transmissao-radio-televisao.htm>

3.1.8 Radiação ultravioleta

A radiação ultravioleta (UV) possui comprimento de onda menor que o da radiação visível na faixa de 1nm a 400 nm e com frequências entre 10^{15} a 10^{17} Hz. A sua produção ocorre com a transição de elétrons nas camadas atômicas mais externas gerando íons. A principal fonte de radiação ultravioleta é o Sol. A radiação ultravioleta é subdividida de acordo com a sua faixa de energia em UVA (315 a 400 nm), UVB (100 a 280 nm) e UVC (200 a 290 nm), (figura 11). A radiação UVA é a radiação que mais alcança a Terra, pois quase não é bloqueada pela camada de ozônio, já a radiação UVB é parcialmente bloqueada pela camada de ozônio e a UVC é a mais energética e totalmente bloqueada pela camada de ozônio.

Figura 11 - Radiações ultravioletas (UVA, UVB e UVC)



Fonte: www.brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-raios-gama.htm

A radiação alfa (α) possui dois prótons e dois nêutrons, sendo sua carga positiva. Possui um menor poder de penetração e são inofensivas para exposição externa, mas pode causar danos significativos ao sistema respiratório e gastrointestinal se for inalado ou ingerido e o corpo passa a ser uma fonte radioativa. A radiação beta (β) é composta por um elétron ou pósitron, que são emitidos pelo núcleo na transição de um nêutron em próton ou vice versa, essa radiação consegue atravessar a espessura de alguns milímetros, como na pele, mas pode ser barrada por uma folha de alumínio; a gama (γ) é emitida pelo núcleo atômico num estado excitado (mais energia), quando há transição de próton ou nêutron para um nível de energia menor. Consegue atravessar grandes espessuras, como o chumbo, por isso é usado na medicina (radioterapia) e na indústria.

Sugerimos a sequência em 8 momentos, cada um correspondente a uma aula de cinquenta minutos. Apresentamos abaixo um quadro com o resumo das atividades a serem desenvolvidas, objetivos e o material empregado em cada momento:

Aula	MP	Descrição das atividades
01	Problematização	. Aplicação de questionário
02	Problematização	Apresentação dos experimentos: · O celular na caixa; · O controle na panela.
03	Organização do Conhecimento	· Exibição dos vídeos: · Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio; · Como funciona o celular? · Ondas eletromagnéticas.
04	Organização do Conhecimento	· Explicação do conteúdo utilizando slides; · Reapresentação e explicação dos experimentos “o celular na caixa” e “o controle na panela”.
05	Aplicação do Conhecimento	· Apresentação do conceito de mapa conceitual; · Atividade para casa: Confeccionar um mapa conceitual sobre o tema ondas e resolver uma lista de questões sobre o tema.
06	Aplicação do conhecimento	· Entrega dos mapas conceituais; · Correção da lista de questões;
07	Aplicação do conhecimento	· Aplicação do segundo questionário.
08	Aplicação do conhecimento	. Aplicação de um questionário sobre a avaliação da aplicação da sequência didática.

5. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PI - Objetivo: Reconhecer e explorar os conhecimentos prévios dos alunos em torno da temática.

Atividade 1- Apresentação da Problemática (Sondagem dos conhecimentos prévios através de um questionário e apresentação de dois experimentos: “O celular na caixa” e “O controle na panela”).

Questionário 01:

- 1- Como funciona o Wi-fi e os sinais de telefonia celular?
- 2- Ilustre sua resposta anterior com desenhos.
- 3- Um senhor retirou a *grade metálica* da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.
- 4- Como funciona o controle remoto?
- 5- Como o controle do carro consegue destravar a porta à distância?
- 6- O seu celular pode funcionar como um controle remoto? Explique.
- 7- O seu celular possui *Bluetooth*? Como funciona o Bluetooth de um celular?
- 8- Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena? Faça um desenho ilustrando sua resposta.

Os experimentos escolhidos se encontram no livro Física mais que divertida de Valadares (2012) que apresenta esses e outros experimentos com materiais de fácil acesso e baixo custo.

Experimento - Rádio Mudo

Além da utilização de um rádio a pilha, o autor apresenta alternativas como a utilização de controles remoto ou aparelho celular. Para realização desse experimento optamos pelo aparelho celular e por isso foi feita uma adaptação no nome do experimento: “O celular na caixa.”

Objetivo: Demonstrar a blindagem eletromagnética em material condutor, como o alumínio.

Fenômeno Físico: Em um recipiente totalmente fechado as ondas eletromagnéticas provenientes de fontes externas não entram na caixa com o papel alumínio e as ondas geradas no seu interior não conseguem sair fazendo com que o aparelho celular fique impossibilitado de receber chamadas.

Experimento 01: “O celular na caixa”

Materiais utilizados: celular, caixa de papelão, papel alumínio.

A sugestão é que para esse experimento participe um ou dois alunos com o seu celular. Faça um teste com os celulares que serão utilizados no experimento e veja se os dois estão com sinal de telefonia celular e em condições de completar uma ligação. Em seguida, coloque um celular dentro da caixa que não está forrada, faça uma ligação para o número do celular dentro da caixa, observe o que acontece. Em seguida pegue esse mesmo celular e coloque dentro da caixa que está forrada com papel alumínio. Faça novamente a ligação para o número do celular que dentro da caixa forrada e observe o que acontece.

Experimento - Controle de carro

Objetivo: Demonstrar o fenômeno da difração, que é a capacidade que as ondas têm de contornar obstáculos com dimensões comparáveis ao comprimento de onda emitida.

Fenômeno Físico: O controle do carro utiliza ondas de rádio que tem um λ compatível com as dimensões da panela, assim o sinal emitido pelo controle é espalhado pelas paredes internas da panela e “transborda”, propagando-se até o carro.

Ondas com λ muito menores do que as dimensões dos objetos utilizados no nosso dia-a-dia, como o diâmetro e a altura da panela não sofre difração. Nesse caso o sinal é refletido pelas paredes internas e fica contido no recipiente. Isso ocorre com o controle da Tv que utiliza a luz infravermelha.

Experimento 02: “O controle na panela”

Materiais utilizados: controle remoto do carro, panela de metal.

Esse experimento pode ser feito com o controle de uma TV ou carro, para isso será necessário uma TV que funcione com o controle remoto ou um carro que também tenha controle e uma panela de alumínio. Para o experimento aqui apresentado foi utilizado o controle do carro.

Direcione os alunos para a área de estacionamento da escola e disponha-os próximos do carro que será feito o experimento. Acione o controle do carro e observe o que acontece com as travas das portas. Em seguida coloque o controle dentro de uma panela de alumínio e acione o controle novamente e observe o que acontece com as travas das portas.

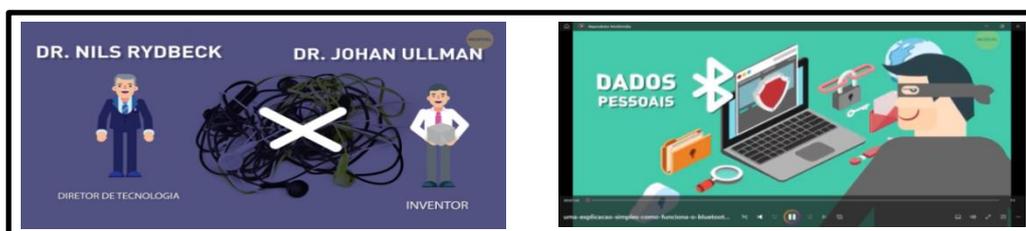
OC - Objetivos: Trabalhar os conhecimentos apresentados na problematização

Organização do conhecimento: Momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos [...] [científicos] necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014)

Atividade 2: Assistir vídeos educativos sobre o tema, explanação sobre o tema através de slides e experimentos.

Vídeo 01: “Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio” (figura 13).

Figura 13 - Imagens do vídeo “Uma explicação simples de como funciona o Bluetooth: A magia dos fones sem fio”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=-Dk9dUkxUBk>. Acesso em: 25 out. 2022

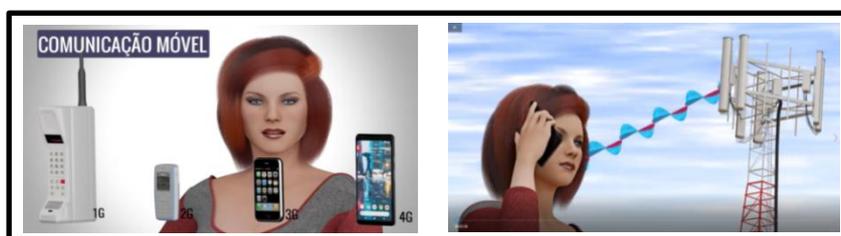
O vídeo conta a história do desenvolvimento e criação do Bluetooth. Dr. Nils Rydbeck, que era diretor de tecnologia da Ericsson Mobile, e o inventor Dr. Johan

Ullman, tiveram a ideia revolucionária de desenvolver um fone de ouvido sem fio. Foi um grande empreendimento, então convidaram o Dr. Jaap Haartsen para o projeto, 5 anos depois, ele seria o engenheiro que fez a inovação e criou o primeiro protocolo. Em 1999, eles apresentaram seu primeiro fone de ouvido hands-free para o mundo na exposição e feira de computadores Comdex em Las Vegas. Além de curiosidades sobre o nome e o símbolo, o vídeo explica como o *Bluetooth* utiliza ondas de rádio para transmitir dados entre dispositivos a curtas distâncias a frequência de 2,4GHz, o que significa que 2,4 bilhões de ondas se movem por segundo transmitindo dados, podendo conectar até 8 dispositivos simultaneamente sem interferência de outros sinais sem fio.

Objetivo: Espera-se que os alunos percebam a presença e importância das ondas eletromagnéticas no funcionamento de equipamentos sem fio utilizados no seu cotidiano.

Vídeo 02: “Como funciona o celular?”.

Figura 14 - Imagens do vídeo: “Como funciona o celular?”



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=7kBTz_ANgsk. Acesso em: 25 out. 2022

O vídeo (figura 14) explora a tecnologia por trás das comunicações móveis, mostrando passo a passo como uma ligação em um telefone celular é executada. O telefone transforma a voz em um sinal digital com a ajuda de um sensor. O sinal digital contém a voz na forma de zeros (0) e uns (1), uma antena dentro do telefone recebe esses zeros (0) e uns (1) e os transmite na forma de ondas eletromagnéticas alternando suas características como amplitude, frequência, fase ou as combinações destas. Devido às barreiras existentes como prédios, clima e eletrodomésticos, as ondas eletromagnéticas não conseguem percorrer longas distâncias sendo necessárias as torres de celular. As várias torres existentes são interligadas entre si por cabos de fibra ótica colocados sob o solo ou oceano para fornecer conectividade

nacional ou internacional. A torre de celular recebe o sinal em forma de ondas, transforma em pulsos de luz de alta frequência e transmite para a torre mais próxima do celular que receberá a ligação. A torre receptora fará o processo inverso, transformando a onda eletromagnética em sinal digital.

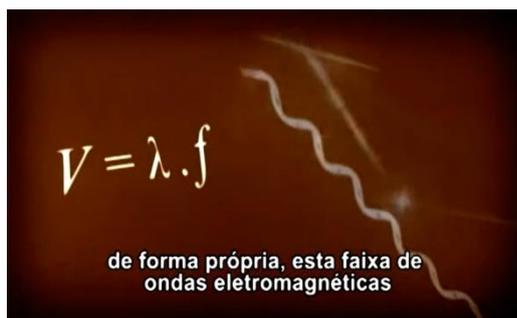
O vídeo também explica passo a passo como foi a evolução dessa comunicação, apresentando todas as gerações de tecnologia móvel desde a 1G até a 5G:

- **1G** - utilizava a transmissão sem fio em formato analógico que são facilmente alterados por fontes externas fornecendo baixa qualidade de voz e pouca segurança. Os primeiros telefones celulares utilizavam essa tecnologia e eram mais robustos;
- **2G** - início da era digital, introduziu os serviços de troca de mensagens de textos e fotos via SMS e navegação na internet;
- **3G** - forneceu uma maior velocidade de transmissão de dados que permitiu utilizações de GPS, videoconferência, acesso a sites, e-mails, dentre outros recursos, transformando um telefone básico em um smartphone;
- **4G** - o acesso à internet passou a ser bem mais rápido e estável com velocidade adequadas para filme de alta resolução;
- **5G** - fornece conectividade contínua para suportar a Internet das Coisas (IoT) como casas inteligentes e carros sem motorista.

Objetivo: Levar os alunos a entenderem especificamente a respeito dos sinais de celular e todo processo que ocorre por trás de uma ligação telefônica, e a diferença das tecnologias 1G a 5G.

Vídeo 03: “Ondas Eletromagnéticas”.

Figura 15 - Imagem do vídeo “Ondas Eletromagnéticas”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zFkaGmFZups&feature=youtu.be>. Acesso em: 25 out. 2022

O terceiro e último vídeo “Ondas Eletromagnéticas” (figura 15), explica que a onda é um pulso que se propaga por um meio material ou no vácuo levando energia e pode ser de duas formas: as ondas mecânicas, conhecidas como ondas sonoras que podemos ouvir ou não, e as ondas eletromagnéticas que englobam todas as manifestações da luz. O vídeo cita o espectro eletromagnético destacando a faixa de comprimento da luz visível ao olho humano como o arco íris, e a faixa da luz não visível como as ondas de rádio, da televisão, raios-X e raios gama, e outras que não são perceptíveis pela visão e podem ser identificadas por outros meios. O aparelho de televisão, por exemplo, é um receptor e decodificador de ondas eletromagnéticas para a faixa de TV. O vídeo também destaca a importância das pesquisas de Hertz e Maxwell no estudo das ondas eletromagnéticas.

Objetivo: Elucidar a teoria relacionada às propriedades das ondas eletromagnéticas.

Explicação do conteúdo através de slides: O conteúdo é explicado através da apresentação de slides, mostrando a definição de uma onda, a sua classificação, características específicas de cada onda e a sua aplicação no nosso cotidiano (figura 16).

Figura 16 - Imagens dos slides sobre Ondas



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

“Reapresentação dos experimentos: “O celular na caixa” e “ O controle na panela”.

Objetivo: Com os conceitos físicos adquiridos espera-se que os alunos percebam a presença dos fenômenos físicos envolvidos nos experimentos.

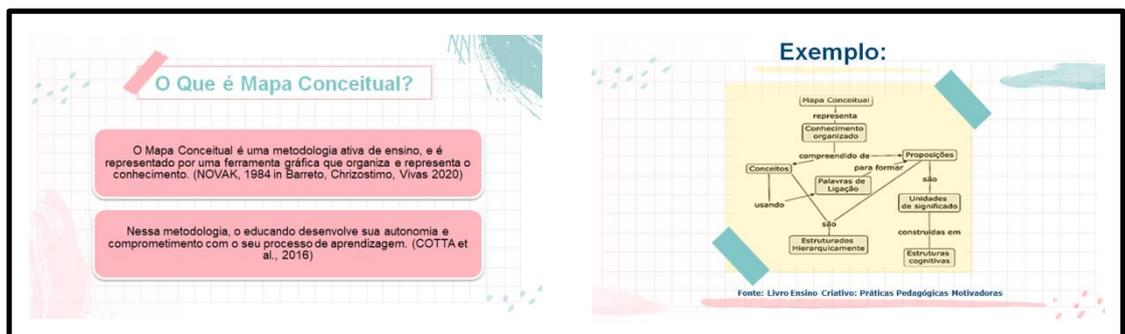
Figura 17 – Caixa utilizada no experimento “O celular na caixa”



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Definição de mapa conceitual: Utilização de slides para apresentar o que é um mapa conceitual e quais os processos para a construção do mesmo. (figura 18).

Figura 18 – Imagem dos slides sobre Mapa Conceitual



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

AC - Objetivo: Compreender sobre as ondas eletromagnéticas e sua aplicação no cotidiano.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Atividade 3: Aplicação de um questionário e uma lista de questões de múltipla escolha. O questionário contém questões com o objetivo de detectar se houve mudança nas respostas dos alunos com relação ao primeiro questionário aplicado e outras questões para avaliar se eles conseguem relacionar o que aprendeu sobre as características gerais das ondas com situações do dia a dia. A lista de questões de múltipla escolha é uma atividade para compor a avaliação processual do aluno durante a unidade.

Questionário 02

- 1- Como funciona o *Wi-fi* e os sinais de telefonia celular?

- 2- Um senhor retirou a *grade metálica* da porta do micro-ondas por achar que essa atrapalha um pouco a visibilidade do seu interior. Ele fez bem? Explique.

- 3- Nas comunicações que utilizam rádios e TVs, as informações chegam aos aparelhos pela tomada ou pela antena?

- 4- Muitas emissoras de rádio FM precisam ser sintonizadas em um número que é medido em hertz. De que grandeza física está se falando nesse caso? Explique.

- 5- Sobre o experimento com o celular que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

- 6- Sobre o experimento com o controle de um carro que foi demonstrado em sala de aula, relate o resultado obtido e com base nos conceitos de ondas eletromagnéticas explique o fenômeno.

- 7- Em filmes de ficção científica que tem viagens espaciais é comum ocorrer explosões acompanhadas de grandes efeitos sonoros. Esse efeito sonoro ocorre no mundo real ou é apenas ficção? Explique.

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

Lista de Questões

1- As ondas que se propagam em uma corda são classificadas como mecânicas e transportam:

- a) matéria b) perturbação c) energia d) meios distintos

2- As ondas sonoras são classificadas quanto à sua natureza e ao tipo de propagação, respectivamente como:

- a) Eletromagnéticas e transversais b) Transversais e eletromagnéticas
c) Mecânicas e longitudinais d) Longitudinais e mecânicas

3 - A radiação ultravioleta é caracterizada como onda e classificada em relação à sua natureza e ao seu tipo de propagação, respectivamente como:

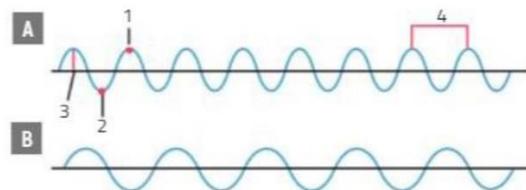
- a) Eletromagnéticas e transversal b) Longitudinais e eletromagnéticas
c) Mecânicas e longitudinais d) Longitudinais e transversal

4 - Aparelhos para tratamentos de dor com aplicação de infravermelho, controles remotos, aparelhos de aplicação de ultravioleta como bactericida, de raios X , de ressonância magnética e de ultrassom emitem ondas. As ondas emitidas por todos esses aparelhos:

- a) viajam a uma velocidade de 3×10^8 m/s no vácuo.
b) se propagam por meio de vibrações de partículas.
c) podem ser absorvidas pelo corpo humano.
d) têm frequências inferior à da luz violeta.

5 - Observe a representação das ondas abaixo e responda às questões: A que correspondem os pontos indicados pelos números 1 ,2, 3 e 4 respectivamente?

- a) Frequência, amplitude, crista, vale.
b) Amplitude, comprimento, vale, crista.
c) Crista ,vale, amplitude, comprimento da onda.
d) Vale , crista, frequência, amplitude.



Atividade 3.1: Solicitar aos alunos que construam individualmente um mapa conceitual sobre as propriedades, classificação e fenômenos das ondas abordados nas aulas.

Atividade 3.2: Aplicação de questionário para a avaliação da sequência didática.

- 1- Você teve alguma dificuldade ao estudar sobre o tema “onda”?
- 2- Assistir vídeos sobre o tema ondas te ajudou a compreender o assunto?
- 3- Você considera relevante para o desenvolvimento da sua aprendizagem a inserção de experimentos para demonstrar os conteúdos de Física?
- 4- Como você pode relacionar o tema estudado com o seu cotidiano?
- 5- O que mais você achou interessante ao estudar sobre o tema ondas?
- 6- Se essa metodologia fosse utilizada desde o início do ano letivo seu rendimento poderia ter sido melhor? Justifique.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Laís Baldissarelli de; MUENCHEN, Cristiane. **Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos:** Algumas potencialidades. Alexandria: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 51-69, maio. 2018.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física:** Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção do conhecimento:** Uma perspectiva cognitiva. 1 ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado.** Rio de Janeiro, Zahar, 1977.

BEN-DOV, Yoav. **Convite à Física.** Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 1996.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física:** uma proposta metodológica. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

COLOMBO, Neli Fornari; BIZ, Osvaldo (Orgs.). **Integração, cidadania, espaços.** Porto Alegre: Edipucrs, 1998.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física. 2.** ed. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física. 2.** ed. São Paulo: Cortez, 1990. v. 1. 184p.

DELIZOICOV, Demetrio. **Didática Geral.** v. 1. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/ CFM, 2008, p. 104

EBERT, Luis Augusto; POSSAMAI, Cleide Tirana Nunes; SIMON, Vanessa Silveira Pereira. **Perspectivas Profissionais.** Indaial: UNIASSELVI, 2017.

FERREIRA, Marines Verônica; PANIZ, Catiane Mazocco; MUENCHEN, Cristiane. **Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual:** uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza. Ciência e Natura, Santa Maria v.38 n.1, 2016, Jan.- Abr. p. 513 – 525

FREIRE, Paulo. **The politics of education: culture, power, and liberation.** Westport, CT: Bergin and Garvey, 1985. 209 p.

GARCIA, Marilene S. S. **Aprendizagem significativa e colaborativa.** Curitiba: Contentus, 2020.

GATTI, Bernadete A. **A formação inicial de professores para a educação básica:** as licenciaturas. Revista USP, (100), 33-46, 2014.

GIL PÉREZ, D. **Tiene sentido seguir distinguindo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio?** Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GONÇALVES, M. E; CARVALHO, A. M. P. **As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra.** Cad. Cat. Ens. Fís., 12 (1): 7-16, 1995.

GUIMARÃES, C.C. **Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** Química Nova na Escola n.3, p. 198-202, Agosto, 2009

MACIEL, Eugênio Bastos. **Metodologia de ensino de física: reflexões e práticas.** Curitiba: InterSaberes, 2022.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. **Resumos de trabalhos do Grupo de Ensino do Instituto de Física da UFRGS (1967-1977).** Publicação interna. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. (1993). **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

MOREIRA, M. A. (2010). **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro.

MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, Paulo. **Mapas Conceituais.** Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 3(1): 17-25, abr. 1986.

NOGUEIRA, Makeliny Oliveira Gomes; LEAL, Daniela. **Teoria da aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico.** 2 ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.

NOVAK, Joseph. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceptuais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas,** Lisboa, Plátano, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN D. B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Coleção Plátano Universitária, 1996.

ROSA, C. W., & Rosa, Á. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.** Revista Ibero-americana de Educação, n. 58/2, fev. 2012.

ROSA, CLECI Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.** Revista Ibero-americana de Educação, 58/2, 2012.

SCHNETZLER, R. P. **Construção do conhecimento e ensino de Ciências.** Em Aberto, 55(11), 17-22, 1992.

SONVEZ, Valdilene. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de ondas eletromagnéticas.** Campo Mourão, 2020.

TURNES J; ATMAN CJ, ADAMS, R. **Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions.** IEEE Transactions on Education 2000 may; 43(2): 164-173, doi: 10.1109/13.848069.