



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Sociedade Brasileira de Física  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

**Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli**

**A UTILIZAÇÃO DAS UEPS NO ESTUDO DAS ONDAS  
ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CTSA**



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli

## A UTILIZAÇÃO DAS UEPS NO ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CTSA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (es): Prof. Dr. Adelson Siqueira Carvalho

Biblioteca Anton Dakitsch  
CIP - Catalogação na Publicação

M541u Meneguelli, Dilcinéia Correia da Silva  
A utilização das UEPS no estudo das ondas eletromagnéticas por meio de uma abordagem CTSA. / Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli - 2020. 216 f.: il. color.

Orientador: Adelson Siqueira Carvalho

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.

Referências: f. 132 a 135.

1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. 2. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Ondas Eletromagnéticas. I. Carvalho, Adelson Siqueira, orient. II. Título.

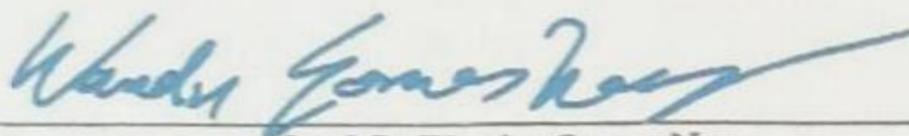
A UTILIZAÇÃO DAS UEPS NO ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS POR  
MEIO DE UMA ABORDAGEM CTSA

Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli

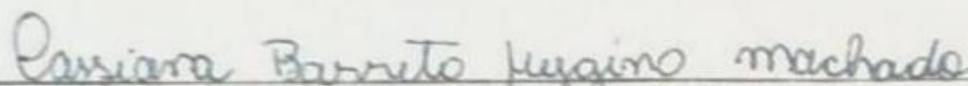
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 27 de Março de 2020.

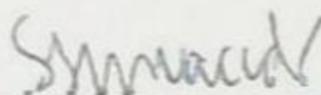
Banca Examinadora:



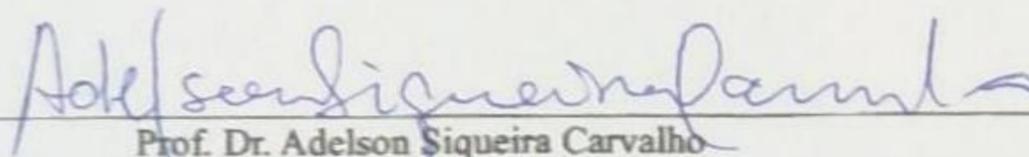
Prof. Dr. Wander Gomes Ney  
IFFluminense



Prof. Dra. Cassiana Barreto Hygino Machado  
IFFluminense



Prof. Dra. Suzana da Hora Macedo  
Doutora em Educação - UFRGS- IFFluminense



Prof. Dr. Adelson Siqueira Carvalho  
Presidente e Orientador(a) - IFFluminense

Campos dos Goytacazes/RJ

2020.1

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a toda minha família, ao meu esposo, aos meus amigos do mestrado e aos professores que me deram o apoio necessário para chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me sustentado até aqui, por me dar forças nos momentos de angústia, me dando as mãos nos momentos que eu mais precisei.

Ao meu esposo por me ajudar nessa árdua tarefa de assumir as despesas enquanto eu estudo, se não fosse por ele talvez não tivesse feito.

À minha família por todo apoio que me deu e de muitas conversas e conselhos durante este caminho que foi tão cansativo, e muitas vezes pensei em desistir.

Aos meus amigos que me ajudaram a caminhar num lugar até então desconhecido para mim, que me deram força e ajuda nos momentos que me via perdida.

Aos meus professores que foram um alicerce nesta caminhada, me ajudando sempre que precisei por algum problema pessoal.

Ao meu orientador que me ajudou nessa caminhada acadêmica, me dando instruções e apoio nessa jornada.

Agradeço a todos os envolvidos que tornaram possível a realização do meu sonho de me tornar mestre.

## RESUMO

### A UTILIZAÇÃO DAS UEPS NO ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CTSA

Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli  
Orientador: Prof. Dr. Adelson Siqueira Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta pesquisa apresenta uma proposta, estruturada que utiliza uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) com uma abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007) o Ensino de Física tem sido trabalhado nas escolas com ênfase na matematização em detrimento dos conceitos, levando a dificuldades na aprendizagem dessa disciplina. Como forma de tentar diminuir essa dificuldade, o Produto Educacional aqui proposto utiliza a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), para fornecer as bases teóricas desse trabalho e para a análise dos resultados, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que é uma sequência didática realizada em oito momentos de Ensino e Aprendizagem. A pesquisa realizada tem como objetivo responder a seguinte questão: “Como a utilização das UEPS, em conjunto com uma abordagem CTSA, pode potencializar a aprendizagem de ondas eletromagnéticas no Ensino Médio?”. O Produto Educacional aqui proposto, foi desenvolvido em uma Escola Estadual do Espírito Santo em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, aplicado em oito momentos fazendo a utilização de instrumentos como: questionários, mapas conceituais, experimentos de baixo custo e em laboratório, seminário e visita técnica, para coletar dados que serão analisados a luz da TAS. Os dados coletados foram analisados por meio de gráficos, unidades significativas e descrição minuciosa com base nos conceitos abordados. A análise conseguiu através dos mecanismos de aprendizagem utilizados, perceber que uma UEPS quando bem estruturada pode servir de instrumento para o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** UEPS; CTSA; Aprendizagem Significativa e Ondas Eletromagnéticas.

## ABSTRACT

### THE USE OF LIFES IN THE STUDY OF ELECTROMAGNETIC WAVES BY A CTSA APPROACH

Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli

Orientador: Prof. Dr. Adelson Siqueira Carvalho

Master's dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

This research presents a structured proposal that uses a didactic sequence based on the Theory of Meaningful Learning (TAS) with a Science, Technology, Society and Environment (CTSA) approach. According to Bonadiman and Nonenmacher (2007) the teaching of Physics has been worked in schools with an emphasis on mathematization at the expense of concepts, leading to difficulties in learning this discipline. As a way of trying to reduce this difficulty, the Educational Product proposed here uses the Theory of Meaningful Learning (TAS), to provide the theoretical bases of this work and for the analysis of the results, a Potentially Meaningful Teaching Unit (UEPS), which is a didactic sequence performed in eight moments of Teaching and Learning. The research carried out aims to answer the following question: "How can the use of UEPS, in conjunction with a CTSA approach, enhance the learning of electromagnetic waves in high school?" The Educational Product proposed here, was developed in a State School of Espírito Santo in a class of the 2nd year of High School, applied in eight moments using instruments such as: questionnaires, concept maps, low-cost experiments and laboratory, seminar and technical visit, to collect data that will be analyzed in the light of TAS. The collected data were analyzed by means of graphs, significant units and detailed description based on the concepts covered. The analysis succeeded through the learning mechanisms used, realizing that a UEPS when well structured can serve as an instrument for the development of meaningful learning.

**Keywords:** UEPS; CTSA; Meaningful Learning and Electromagnetic Waves.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1-</b> PASSOS PARA UM MAPA CONCEITUAL .....	21
<b>FIGURA 2-</b> EXEMPLO DE MAPA CONCEITUAL .....	22
<b>FIGURA 6-</b> RECORTE DO CBC DE FÍSICA .....	33
<b>FIGURA 3-</b> REPRESENTAÇÃO DE UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA.....	34
<b>FIGURA 4-</b> ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.....	38
<b>FIGURA 5-</b> ONDA ELETROMAGNÉTICA PLANA.....	39
<b>FIGURA 7-</b> AULA DE FÍSICA MOSTRA COMO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS FAZEM PARTE DO COTIDIANO.....	52
<b>FIGURA 8-</b> FORMAÇÃO DO ARCO-ÍRIS .....	52
<b>FIGURA 9-</b> AULA SOBRE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	53
<b>FIGURA 10-</b> RECORTE DA AULA SOBRE ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.....	54
<b>FIGURA 11-</b> FOTO ILUSTRATIVA DA RÁDIO LOCAL .....	55
<b>FIGURA 12-</b> EXEMPLO DAS QUESTÕES DO JOGO: FATO OU FAKE?.....	58
<b>FIGURA 13-</b> PRINT DA TELA DO PRINCIPAL DO Plickers APÓS CADASTRO.....	58
<b>FIGURA 14-</b> COLETA DOS CONCEITOS PRÉVIOS .....	62
<b>FIGURA 15-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO	63
<b>FIGURA 16-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO.	64
<b>FIGURA 17-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO	65
<b>FIGURA 18-</b> RESPOSTAS DOS ALUNOS NA QUARTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO .....	66
<b>FIGURA 19-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA QUINTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO ....	66
<b>FIGURA 20-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA SEXTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO.....	67
<b>FIGURA 21-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA SÉTIMA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO ...	68
<b>FIGURA 22-</b> GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA OITAVA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO ....	69
<b>FIGURA 23-</b> MAPA CONCEITUAL DA ALUNA KARINA.....	70
<b>FIGURA 24 -</b> MAPA CONCEITUAL DA ALUNA THAMARA .....	71
<b>FIGURA 25-</b> MAPA CONCEITUAL DA ALUNA VANIA .....	72
<b>FIGURA 26-</b> MAPA CONCEITUAL DA ALUNA IRENE .....	73
<b>FIGURA 27-</b> MAPA CONCEITUAL DO ALUNO CARLOS .....	74
<b>FIGURA 28-</b> MAPA CONCEITUAL DO ALUNO JAIRO .....	75
<b>FIGURA 29-</b> EXPERIMENTO DISCO DE NEWTON .....	77
<b>FIGURA 30-</b> AULA EXPOSITIVA SOBRE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	80
<b>FIGURA 31-</b> GRÁFICO DA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO 3º MOMENTO.....	81

<b>FIGURA 32-</b> GRÁFICO DA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO 3º MOMENTO .....	81
<b>FIGURA 33-</b> GRÁFICO DA TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO 3º MOMENTO .....	82
<b>FIGURA 34-</b> GRÁFICO DA QUARTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO 3º MOMENTO .....	83
<b>FIGURA 35-</b> GRÁFICO DA QUINTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO 3º MOMENTO.....	83
<b>FIGURA 36-</b> GRÁFICO DA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO ENEM .....	86
<b>FIGURA 37-</b> GRÁFICO DA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO ENEM .....	86
<b>FIGURA 38-</b> GRÁFICO DA TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO ENEM.....	87
<b>FIGURA 39-</b> GRÁFICO DA QUARTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DO ENEM.....	88
<b>FIGURA 40-</b> VISITA TÉCNICA A RÁDIO .....	93
<b>FIGURA 41-</b> RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA DA ALUNA IRENE.....	94
<b>FIGURA 42-</b> RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA DO ALUNO CARLOS .....	95
<b>FIGURA 43-</b> RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA DA ALUNA THAMARA .....	96
<b>FIGURA 44-</b> ESPECTRO ATÔMICO HÉLIO (He) E MERCÚRIO (Hg) .....	97
<b>FIGURA 45-</b> EXPERIMENTO PLACA FLUORESCENTE E FOSFORESCENTE .....	97
<b>FIGURA 46-</b> PROTEÇÃO UV .....	98
<b>FIGURA 47-</b> EXPERIMENTO DO SABÃO EM PÓ .....	98
<b>FIGURA 48-</b> RELATÓRIO DA ALUNA IRENE .....	99
<b>FIGURA 49-</b> RELATÓRIO DA ALUNA THAMARA .....	100
<b>FIGURA 50-</b> RELATÓRIO DO ALUNO JAIRO .....	101
<b>FIGURA 51-</b> APLICAÇÃO DO JOGO FATO OU FAKE NO PLICKERS .....	105
<b>FIGURA 52-</b> JOGO NO PLICKERS FATO OU FAKE .....	106
<b>FIGURA 53-</b> JOGO NO PLICKERS FATO OU FAKE.....	106
<b>FIGURA 54-</b> JOGO NO PLICKERS FATO OU FAKE.....	107
<b>FIGURA 55-</b> RELATÓRIO GERAL DOS ALUNOS POR QUESTÃO .....	107
<b>FIGURA 56-</b> AVALIAÇÃO FINAL QUESTIONÁRIO E MAPA CONCEITUAL.....	108
<b>FIGURA 57-</b> GRÁFICO DA PRIMEIRA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	109
<b>FIGURA 58-</b> GRÁFICO DA SEGUNDA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	110
<b>FIGURA 59-</b> GRÁFICO DA TERCEIRA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL.....	111
<b>FIGURA 60-</b> GRÁFICO DA QUARTA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	111
<b>FIGURA 61-</b> GRÁFICO DA QUINTA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	112
<b>FIGURA 62-</b> GRÁFICO DA SEXTA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	113
<b>FIGURA 63-</b> GRÁFICO DA SÉTIMA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	113
<b>FIGURA 64-</b> GRÁFICO DA OITAVA QUESTÃO DISCURSIVA DA AVALIAÇÃO FINAL .....	114
<b>FIGURA 65-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DA ALUNA KARINA.....	115

<b>FIGURA 66-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DA ALUNA THAMARA .....	116
<b>FIGURA 67-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DA ALUNA VANIA .....	117
<b>FIGURA 68-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DA ALUNA IRENE.....	118
<b>FIGURA 69-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DO ALUNO CARLOS .....	119
<b>FIGURA 70-</b> MAPA CONCEITUAL FINAL DO ALUNO JAIRO .....	120
<b>FIGURA 71-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 1º MOMENTO DA UEPS.....	123
<b>FIGURA 72-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 2º MOMENTO DA UEPS.....	124
<b>FIGURA 73-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 3º MOMENTO DA UEPS.....	124
<b>FIGURA 74-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 4º MOMENTO DA UEPS .....	125
<b>FIGURA 75-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 5º MOMENTO DA UEPS.....	126
<b>FIGURA 76-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 6º MOMENTO DA UEPS.....	127
<b>FIGURA 77-</b> GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DO 7º E 8º MOMENTO DA UEPS .....	128
<b>FIGURA 78-</b> ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.....	202

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1-</b> RESUMO DA UEPS .....	47
<b>QUADRO 2-</b> CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS SEGUNDO OS ELEMENTOS DA TAS .....	48
<b>QUADRO 3-</b> TEMAS PARA APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO .....	57
<b>QUADRO 4-</b> QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO SOBRE AS FAIXAS DE RADIAÇÃO, CONCEITO DE ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E SUAS APLICAÇÕES .....	89
<b>QUADRO 5-</b> QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO SOBRE AS FAIXAS DE RADIAÇÃO, CONCEITO DE ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E SUAS APLICAÇÕES .....	90
<b>QUADRO 6-</b> QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO SOBRE AS FAIXAS DE RADIAÇÃO, CONCEITO DE ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E SUAS APLICAÇÕES .....	90
<b>QUADRO 7-</b> QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO SOBRE AS FAIXAS DE RADIAÇÃO, CONCEITO DE ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E SUAS APLICAÇÕES .....	91
<b>QUADRO 8-</b> CATEGORIAS DO SEMINÁRIO RADIAÇÃO INFRAVERMELHO.....	102
<b>QUADRO 9-</b> CATEGORIAS DO SEMINÁRIO RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA.....	103
<b>QUADRO 10-</b> CATEGORIAS DO SEMINÁRIO RAIOS GAMA.....	104
<b>QUADRO 11-</b> ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS.....	121
<b>QUADRO 12-</b> ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS FINAIS .....	122

## **LISTA DE SIGLAS**

**UEPS** – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

**CTSA** – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

**PCN** - Parâmetros Curriculares Nacionais

**PCNEM**- Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

**BNCC**– Base Nacional Comum Curricular

**ENEM**- Exame Nacional do Ensino Médio.

**TAS**- Teoria da Aprendizagem Significativa.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Mapas Conceituais.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Abordagem Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente (CTSA) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 O Ensino .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6 Ondas Eletromagnéticas .....</b>	<b>33</b>
2.6.1 O Arco-Íris De Maxwell.....	34
2.6.2 Equações de Maxwell e ondas eletromagnéticas.....	35
2.6.3 Geração de radiação eletromagnética .....	37
2.6.4 O espectro eletromagnético .....	38
2.6.5 Ondas Eletromagnéticas planas .....	39
2.6.6 Transporte de Energia e o Vetor de Poynting .....	40
2.6.7 Pressão da Radiação .....	42
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 A Pesquisa .....</b>	<b>44</b>
3.2 Instrumentos da Pesquisa .....	46
3.1.3 Análise de dados .....	48
<b>4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>50</b>
<b>5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL/ANÁLISES .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1. Primeiro momento da UEPS .....</b>	<b>61</b>
5.1.2. Análise dos Mapas Conceituais do 1º Momento da UEPS.....	70
<b>5.2. Segundo momento da UEPS .....</b>	<b>76</b>
<b>5.3. Terceiro momento da UEPS.....</b>	<b>80</b>
<b>5.4. Quarto momento da UEPS .....</b>	<b>84</b>
<b>5.5. Quinto momento da UEPS.....</b>	<b>92</b>
<b>5.6. Sexto momento da UEPS .....</b>	<b>102</b>
<b>5.7 Sétimo momento da UEPS .....</b>	<b>108</b>
<b>5.8. Avaliação da UEPS .....</b>	<b>123</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>130</b>

<b>REFERÊNCIAS:</b> .....	<b>132</b>
<b>APÊNDICE A- PRODUTO PROFESSOR</b> .....	<b>136</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as salas de aula apresentam muitos alunos com dificuldades de aprendizagem e desinteresse pelo Ensino de Física. Estudos realizados mostram que a Física tem se tornado um amontado de fórmulas, em detrimento dos conceitos.

As causas que costumam ser apontadas para explicar as dificuldades na aprendizagem da Física são múltiplas e as mais variadas. Destacamos a pouca valorização do profissional do ensino, as precárias condições de trabalho do professor, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física clássica e o quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado. (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007, p. 195-196).

Segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007), essa dificuldade ocorre devido alguns fatores como falta de contextualização dos conteúdos, fragmentação, pouca valorização de atividades experimentais e dos conhecimentos prévios dos alunos.

Pensando em uma educação mais contextualizada e que visa a valorização de novas estratégias de ensino. Faz-se necessário a utilização de uma metodologia de ensino que evidencie estas vertentes, sendo assim este trabalho irá utilizar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

As UEPS são sequências de ensino com objetivo de facilitar a aprendizagem. Elas se baseiam na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1980).

A aprendizagem significativa ocorre quando um novo conceito se relaciona de forma substantiva e não-arbitrária com aquilo que o estudante já conhece, ou seja, seus conceitos pré-existentes, chamados de subsunçores (MOREIRA, 2011).

Segundo Gomes *et al.* (2009), a aprendizagem significativa propicia que o indivíduo organize os seus conhecimentos de forma hierárquica, dos conceitos mais gerais para os mais específicos.

Sendo assim pensou-se em uma sequência didática, baseada na aprendizagem significativa, na qual utilizou um enfoque de ensino conhecido como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), fazendo uso de: experimentos, vídeos, simulações e visitas

técnicas (RANGEL, 2017). Essa sequência didática serviu de suporte para os dados do presente trabalho.

A abordagem Ciência e Tecnologia (CT), segundo Auler e Bazzo (2001), começou a ser questionada a partir do século XX, quando a sociedade percebeu que os desenvolvimentos Científicos, Tecnológicos e econômicos não estavam sendo conduzidos para um bem-estar social. Após alguns debates políticos sobre o assunto, passou a se chamar (CTS) surgindo a necessidade da participação da sociedade, onde se previam decisões mais democráticas e com maior participação social.

Em alguns países como os EUA, Inglaterra, e os países baixos, tiveram desdobramentos curriculares no Ensino Superior e Secundário, mas, demonstrando alguns problemas na sua implantação como: formação de professores incompatíveis com o movimento CT, compreensão dos professores em relação ao enfoque, não contemplação nos exames de seleção assim como falta de materiais que contemplem CT. No contexto brasileiro cabe ainda ressaltar a escassez de aplicação e publicações desse enfoque no ensino ( AULLER; BAZZO, 2001).

O movimento CTS tem como objetivo o desenvolvimento do cidadão de forma crítica, torná-los alfabetizados cientificamente, capazes de opinar sobre o seu uso e suas implicações para sociedade. No Brasil, este movimento começou tardiamente, e pode-se perceber que a tecnologia é vista como o centro do processo e a ciência aparece apenas como um ornamento. Essa visão demonstra um aspecto negativo porque os cientistas buscam o reconhecimento nas vitrines estrangeiras, trazendo a desconfiança nas pesquisas brasileiras (AULLER; BAZZO, 2001).

No Brasil, as políticas públicas durante muitos anos tiveram pouco investimento no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, seus investimentos tinham fins políticos e econômicos próprios, o bem-estar social não era considerado, não existiam projetos que fizessem a ligação entre a Ciência, Tecnologia e a Sociedade.

A abordagem CTSA, segundo Rangel (2017), pode favorecer a aprendizagem significativa, pois ela busca desenvolver nos indivíduos o senso crítico, contextualizando os conhecimentos, ligando a ciência à tecnologia, a sociedade e o meio ambiente de forma significativa, onde o aluno terá a oportunidade de participar de atividades práticas que utilizam a tecnologia, podendo discutir quais os benefícios e malefícios através dessa utilização na sociedade.

Segundo Rodrigues (2013), no amplo campo do ensino de Física, alguns alunos não conseguem fazer a relação entre as ondas eletromagnéticas e a sua aplicação na sociedade, pois

observa-se que os conteúdos são trabalhados pelos professores de forma descontextualizada, além de muitas vezes não serem abordados por falta de tempo para o cumprimento do currículo.

Diante do exposto, surge o questionamento: **Como a utilização das UEPS, em conjunto com uma abordagem CTSA, pode potencializar a aprendizagem de ondas eletromagnéticas no Ensino Médio?**

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é obter indícios de uma aprendizagem significativa, com uma proposta didática alternativa sobre ondas eletromagnéticas, que utiliza como estratégia didática uma UEPS com enfoque CTSA. Os objetivos específicos são: a) elaborar uma sequência didática e um produto didático para aplicação em sala de aula; b) aplicar a sequência didática e o produto elaborado c) analisar os dados coletados durante a aplicação da sequência didática d) desenvolver o senso crítico dos alunos sobre a aplicação da tecnologia na sociedade e) investigar a aprendizagem significativa sobre ondas eletromagnéticas com enfoque CTSA.

Pesquisadores como (RANGEL, 2017; GOMES, BATISTA; FUSINATO, 2017; GOMES, 2010), apontam em seus trabalhos a importância de se buscar meios que amenizem essa dificuldade apresentada no Ensino de Física, por meio de UEPS, CTSA e Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

O trabalho de Rangel (2017), que tem como tema: Uma intervenção didática diferenciada sobre conservação de energia e a atitude dos alunos frente ao ensino de física, tem como produto uma UEPS com enfoque CTSA, que utilizou questionário, texto sobre energia com viés CTSA, texto investigativo, história sobre energia, questionário, experimentos com relatório, exercícios sobre o tema, visita técnica e simulação computacional.

O objetivo da pesquisa foi investigar a atitude dos alunos frente às situações de ensino oferecidas. Puderam observar em sua aplicação que os mesmos tiveram autonomia nas atividades realizando-as sem a ajuda direta do professor, mostraram-se participativos querendo repetir várias vezes os experimentos até dar certo. Nesse trabalho, Rangel (2017) utilizou Ausubel que fala sobre a aprendizagem significativa. Observou-se que a diversidade de atividades livrou os alunos da monotonia, motivando-os e ativando a sua cognição, bem como pôde demonstrar através de suas falas que a aprendizagem aconteceu de forma harmoniosa e significativa.

Em sua pesquisa Gomes, Batista e Fusinato (2017), aplicaram uma sequência didática em uma turma do 3º EM durante seis encontros. Buscaram trabalhar com os alunos a motivação, trabalho em equipe, a predisposição para aprender os conteúdos de física e as relações dos conteúdos com as aplicações tecnológicas. Sua sequência foi implementada por meio de textos,

questionários, mapas conceituais, experimentos, seminários e panfletos. Os resultados obtidos, tiveram como ponto positivo o fato de que os alunos não apresentaram falta durante a implementação da sequência, se mantiveram motivados e mostraram bons resultados durante o trabalho. Conseguiram fazer reflexões sobre o assunto, mostrando que uma sequência bem organizada e com recursos diferenciados pode gerar uma aprendizagem significativa.

O trabalho de Gomes (2010), sobre o tema: O Ensino de Ciências: Dialogando com David Ausubel, enfatiza as relações entre o indivíduo e o conhecimento, demonstrando como ocorre a aprendizagem de forma significativa, agregando novos conceitos à sua estrutura cognitiva. No texto, as correntes Racionalistas, Empiristas e Construtivistas são abordadas, sendo que o Construtivismo é o foco do seu trabalho, o qual trata das relações entre o sujeito e o objeto onde o conhecimento é formado por meio de combinações e símbolos, em que o professor atua como problematizador fazendo com que o aluno se torne ativo e participativo no seu processo de aprendizagem.

David Ausubel com sua teoria cognitivista sobre a Aprendizagem Significativa, destaca que a aprendizagem ocorre de forma mais fácil, quando o novo conhecimento é agregado aos conhecimentos prévios, surgindo assim um novo conhecimento mais duradouro. Uma forma de organizar esses conceitos é através de mapas conceituais, onde os conceitos serão interligados dos conhecimentos mais gerais para os mais específicos (GOMES, 2010).

Em uma pesquisa com graduandos eles puderam perceber que a maior parte da aprendizagem, seja ela cognitivista ou atitudinal, se deu fora da sala de aula. Tal fato demonstra que os conteúdos quando abordados de forma hierárquica e com a utilização de recursos diferenciados, aumentam o nível de conhecimento em cada aula, e com participação ativa dos alunos é capaz de gerar uma aprendizagem significativa mais duradoura (GOMES, 2010).

Os trabalhos citados anteriormente são importantes para esta pesquisa, pois abordam os temas aqui tratados. Eles justificam a relevância de se trabalhar com esse aporte teórico no Ensino de Física.

A metodologia de pesquisa que será utilizada é de natureza quali-quantitativa (KNECHTEL, 2014), baseada no estudo de caso que possui um viés investigativo (ANDRÉ, 2013). Na coleta de dados serão utilizados mapas conceituais, questionários, vídeos, apresentações orais e escritas. Esses dados serão analisados de forma interpretativa e descritiva sempre sob a luz da TAS de Ausubel. Esse produto educacional será aplicado em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola estadual, localizada no Sul do Estado do Espírito Santo.

A dissertação está estruturada em 7 capítulos, o capítulo 2 abrange a fundamentação teórica: Teoria da Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais, UEPS, CTSA, Ensino e Ondas Eletromagnéticas.

O capítulo 3 versará sobre a metodologia da pesquisa: na qual descreverá como será realizada a pesquisa quali-quantitativa, os sujeitos investigados e os instrumentos de avaliação.

No capítulo 4 será realizada a descrição do produto educacional, e no capítulo 5 a descrição minuciosa de sua aplicação e análise dos resultados.

No 6º capítulo, as considerações finais da dissertação.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo, serão apresentados os referenciais teóricos da pesquisa. Serão discutidas as bases que sustentam a sequência didática baseada em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com uma abordagem em CTSA, no Ensino de Ondas Eletromagnéticas.

### **2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa é um processo no qual um novo conceito se incorpora de forma não arbitrária e substantiva nas estruturas cognitivas do indivíduo. O conhecimento se organiza de forma não arbitrária quando as informações recebidas não se relacionam com qualquer ideia, mas, com aquelas que possuem maior relevância, e de forma substantiva quando ocorre de forma não-literal.

Os conhecimentos relevantes na aprendizagem significativa segundo Moreira (2011), são chamados de subsunçores, estes podem ser simbólicos, conceituais, modelos mentais, iconográficas ou proposicionais. Através destes conhecimentos é que as novas informações ganham significado, podendo interagir com os conceitos prévios dos estudantes, gerando um novo conhecimento. Os subsunçores podem ser mais ou menos duradouros, quando eles servem de âncora para uma nova aprendizagem, o aluno consegue relacionar e diferenciar o conhecimento prévio com as novas informações sobre o assunto, este subsunçor se torna durável e evolui progressivamente se tornando mais rico e servindo de base para novas aprendizagens significativas.

Segundo Moreira (2011), quando um subsunçor muito rico de significados não é utilizado não servindo de âncora para novos conhecimentos, pode ocorrer a obliteração, e um conhecimento assimilado pode ser esquecido. Mas, se tratando de uma aprendizagem significativa pode ser facilmente lembrado.

Os subsunçores ou conhecimentos prévios, são estruturas cognitivas que possibilitam ao indivíduo a incorporação de novos significados através da ancoragem. Se transformando em um novo conhecimento, eles podem evoluir ou involuir com o tempo. Essas estruturas cognitivas podem ocorrer de duas formas, por diferenciação progressiva e por reconciliação integradora. Por diferenciação progressiva os subsunçores são relacionados com novos conhecimentos, adquirindo novos significados. A reconciliação integradora ocorre

simultaneamente à diferenciação progressiva, onde os conhecimentos são integrados, de forma que sejam eliminadas as diferenças e inconsistências fazendo as superordenações (MOREIRA, 2011).

A aprendizagem significativa para Moreira (2011), pode ocorrer de duas “formas” por superordenação ou subordinação. Por superordenação ela ocorre quando a ancoragem das novas ideias acontece de forma ampla, por meio de proposições ou conceitos, passando a subordinar os conhecimentos prévios. Já por subordinação é mais frequente, onde os novos conceitos são incorporados aos conhecimentos prévios dos alunos.

Segundo Moreira (2010), o professor precisa levar em conta esses princípios da aprendizagem significativa na hora da organização dos conteúdos. Na Diferenciação Progressiva o conteúdo deve ser apresentado de forma mais geral e inclusiva, e posteriormente diferenciado por detalhes mais específicos. Já na Reconciliação integradora, o material apresentado deve explorar as relações entre os conceitos, por meio de similaridades e diferenças, fazendo a reconciliação entre os conhecimentos apresentados.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1980) é preciso que o aluno manifeste uma predisposição para aprender e o material utilizado precisa ser potencialmente significativo para que seja incorporado à sua estrutura cognitiva de forma não arbitrária e não literal.

Um material potencialmente significativo deve poder ser “incorporável” de várias maneiras aos conhecimentos dos alunos. Assim, após avaliar quais seriam os seus conhecimentos sobre o assunto, há que se procurar diversas maneiras de relacionar o novo conhecimento com eles. Além disso, a possibilidade de uso de diversos recursos como sons, imagens, cores, animações, simulações e demais recursos multimídia, abre um leque muito grande de possibilidades de relação com aquilo que o sujeito já conhece (LARA; SOUSA, 2009, p. 64).

Esse material potencialmente significativo depende de dois fatores, da natureza do assunto a ser aprendido e da natureza da estrutura cognitiva de cada aluno. O assunto não pode ser aleatório e nem arbitrário, para que possa permitir que o aluno consiga fazer a relação desses conhecimentos de forma não arbitrária e substantiva com a sua estrutura cognitiva. Já o segundo fator diz respeito à estrutura cognitiva do aluno. Portanto, é preciso que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva de determinado aluno. Esses dois fatores constituem os determinantes e as variáveis do potencial significativo (AUSUBEL, 1980).

Segundo Moreira (2009), se o aluno precisa de uma linguagem matemática em uma lei Física, para que a aprendizagem seja significativa ele precisa dominar tanto a linguagem

matemática quanto a lei, quando ele possui esta compreensão, a proposição se torna potencialmente significativa.

A partir da identificação dos conceitos superordenados e subordinados sobre um determinado assunto, o mesmo pode ser organizado através de diagramas, que podem ser chamados de mapas conceituais, que refletem a hierarquia de conceitos de uma disciplina ou parte dela (MOREIRA, 2010).

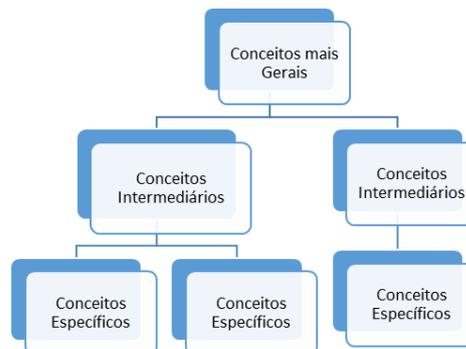
## 2.2 Mapas Conceituais

Os mapas conceituais, são estruturas hierárquicas apresentadas através de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, nos quais conceitos mais gerais que englobam outros conceitos mais específicos aparecem no topo, enquanto os mais específicos ficam na base. Conceitos que possuem a mesma importância devem aparecer no mesmo nível vertical. Como vários conceitos diferentes podem aparecer no mesmo nível vertical, as suas ramificações dão ao mapa a estrutura horizontal. (MOREIRA, 2006).

O mapa conceitual hierárquico se coloca como um instrumento adequado para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo aprendiz, assim como uma forma de explicitar o conhecimento de um especialista. Ele é adequado como instrumento facilitador da meta-aprendizagem, possibilitando uma oportunidade do estudante aprender a aprender, mas também é conveniente para um especialista tornar mais clara as conexões que ele percebe entre os conceitos sobre determinado tema (TAVARES, 2007, p.74).

A Figura 1, mostra um modelo de diagrama com os passos hierárquicos de um mapa conceitual.

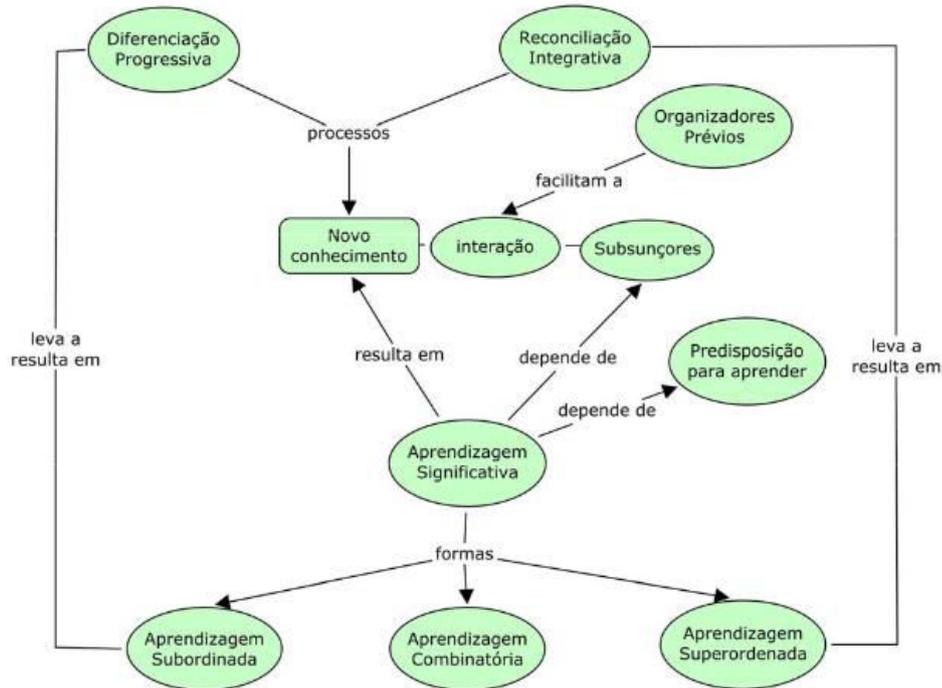
**Figura 1-** Passos para um Mapa Conceitual



Fonte: Autoria própria

Os mapas conceituais segundo Moreira (2012), podem ser utilizados para obtenção de indícios de aprendizagem significativa ou na avaliação da aprendizagem. Em seu trabalho utiliza vários exemplos de mapas conceituais, e a Figura 2 apresenta um desses exemplos.

**Figura 2-**Exemplo de Mapa Conceitual



Fonte: Moreira (2012)

Na sequência didática tanto os conteúdos, quanto a variedade de atividades e a forma de avaliação são importantes. Neste trabalho de pesquisa a TAS será utilizada visando à obtenção de indícios de uma aprendizagem significativa, começando a abordar os conteúdos de forma mais ampla, afim de identificar os conceitos prévios dos estudantes, e depois aprofundando nas suas especificidades. Baseado em seus princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, os mapas conceituais serão utilizados como um método de coleta de dados, tanto para investigar os conceitos prévios, quanto para a avaliação final da sequência.

### 2.3 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A UEPS, segundo Moreira (2011), é uma sequência didática voltada para a aprendizagem significativa, fundamentada nos dois princípios da TAS, diferenciação

progressiva e reconciliação integrativa, a qual pode estimular a pesquisa aplicada em ensino, podendo ser utilizada para aplicação de um conteúdo ou de vários. Visa alcançar uma aprendizagem significativa, por estar voltada diretamente à sala de aula. Para que a aprendizagem seja significativa é preciso que os materiais e recursos utilizados estejam voltados para esse fim.

São estabelecidos alguns princípios:

- o conhecimento prévio influencia diretamente na aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira). (MOREIRA, 2011, p. 3).

Segundo Moreira (2011), são necessários alguns passos para elaboração de uma UEPS:

- 1- Definir o tópico do conteúdo a ser trabalhado.
- 2- Criar situações para obter os conhecimentos prévios dos alunos.
- 3- Propor situações introdutórias levando em conta os conceitos prévios dos alunos, essas situações podem ser: simulações, vídeos, situações problema, reportagem, experimentos, entre outras.

- 4- Apresentação do conhecimento de forma mais geral, para que os alunos consigam fazer a diferenciação progressiva, e logo depois seguir para os conhecimentos mais específicos, pode ser realizada por meio de aulas expositivas.
- 5- Retomar os aspectos estruturantes do conteúdo que se pretende ensinar, fazendo uma nova apresentação de forma mais complexa, destacando exemplos que levem os alunos a fazerem a reconciliação integrativa, destacando semelhanças e diferenças.
- 6- Após conclusão da sequência, deve seguir para atividades que desenvolvam a diferenciação progressiva sempre retomando os conceitos mais relevantes para que haja a reconciliação integrativa.
- 7- A avaliação deve ser realizada durante toda a sequência, para que possam ser captados indícios de aprendizagem significativa.
- 8- Avaliação da UEPS, nessa fase só será considerada exitosa se forem obtidos indícios de aprendizagem significativa.

As UEPS estão sendo muito utilizadas no Ensino, neste momento serão citados alguns autores que fizeram uso dessa metodologia de ensino em suas aulas.

Santos (2015), aplicou uma sequência didática intitulada: Desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino do conceito de ondas. O objetivo desta sequência didática foi propiciar a aprendizagem significativa de conceitos de ondas mecânicas, esta sequência foi aplicada em 15 aulas, por meio de diagramas, questionários, roteiro dos objetos virtuais de Aprendizagem, exercícios matemáticos, textos e questões, mapas conceituais e avaliação final.

O professor foi um mediador da aprendizagem, conduzindo as atividades propostas e coletando dados para análise. Após análise deste material, o educador pôde perceber que os objetivos propostos foram alcançados. No momento inicial as ideias de ondas eram desconexas, no decorrer da sequência os conceitos foram amadurecendo demonstrando através dos mapas e atividades propostas as relações entre os conceitos havendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (SANTOS, 2015).

No trabalho de Siqueira (2017), intitulado por: Física Moderna e Contemporânea: intervenção didática por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) no ensino médio, foi aplicada uma sequência didática no 1º e 2º EM num colégio estadual de Campos dos Goytacazes. Essa sequência foi avaliada por quatro professores, apresentando boa receptividade por parte dos alunos.

O objetivo desta sequência era apresentar um produto educacional sobre Cosmologia e Radioatividade, o qual foi bem avaliado pelos professores pois apresentava uma sequência bem estruturada com atividades e orientações para aplicação do material. Tiveram como base a análise de livros didáticos que contemplavam os conteúdos abordados, concluindo que em alguns livros a Física Clássica é predominante (SIQUEIRA, 2017).

Mota (2018), aplicou o seu produto sobre Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para aprendizagem de tópicos da Eletrodinâmica no 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual. Seu produto didático é constituído de uma apostila sobre Eletrodinâmica. Os conteúdos foram escolhidos de acordo com os conteúdos exigidos no currículo mínimo assim como os abordados no Exame Nacional do Ensino Médio, a apostila consta atividades para o aluno e as unidades para o professor.

Foram utilizados diferentes instrumentos para a sua aplicação: experimentos de baixo custo, imagens, vídeos, simulações, mapas conceituais e estudos de caso, o qual teve como objetivo de ser um pseudo-organizador prévio dos conhecimentos dos alunos, mas a frente os conteúdos foram sendo aprofundados levando-se em conta a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. No final da sequência o autor desse trabalho pode perceber que a aplicação da UEPS foi positiva, mostrando desempenho satisfatório dos alunos. (MOTA, 2018).

Os trabalhos citados anteriormente mostram algumas formas de se utilizar uma UEPS no ensino, mostrando o bom desempenho dos estudantes. Durante as mesmas foram apresentadas diferentes estratégias de aplicação. Baseado nesses autores este projeto de pesquisa apresentará algumas dessas estratégias de aplicação e avaliação.

#### **2.4 Abordagem Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente (CTSA)**

O enfoque CTSA teve origem em problemas ambientais. Carson (1969) em seu livro “Primavera Silenciosa”, foi que denunciou o desaparecimento dos pássaros no final dos anos 50 causado pelo uso de um pesticida dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), sendo reconhecida somente mais tarde como mãe do movimento ecologista influenciando na origem de grupos de proteção ambiental e no movimento CTSA.

Em meados do século XX, os países centrais perceberam que a ciência, tecnologia e a economia, não estavam levando ao bem-estar social. Nas décadas de 60 e 70, com a degradação do meio ambiente e a vinculação da ciência e tecnologia as guerras, houve maior criticidade, intensificando as discussões. Tal fato levou a CT ser debatida por políticos, emergindo assim o movimento CTS. Nestas discussões, surgem os questionamentos dos pontos negativos da CT

sobre a sociedade, havendo a necessidade de sua participação nas decisões políticas, surgindo uma nova CT, com decisões mais democráticas e menos tecnocráticas (AULER; BAZZO, 2001).

Nesses países após esses desdobramentos políticos sobre a CT, houve uma mudança cultural, refletindo em mudanças no currículo do ensino superior e secundário. Neste período, alguns problemas foram identificados na implantação destes currículos, como: formação incompatível dos professores com esta perspectiva CTS, compreensão das suas interações, não contemplação do enfoque CTS nos exames de seleção, formas e modalidade de implementação, produção de material específico e mudança de conteúdo programático (AULER; BAZZO, 2001).

Este movimento tem diferentes concepções em relação aos seus objetivos, que se definem como a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências, como forma de alfabetizar os cidadãos cientificamente, tornando-os mais críticos na tomada de decisões, de forma consciente sobre as implicações das mesmas sobre a sociedade (AULER; BAZZO, 2001, NASCIMENTO, RODRIGUES à NUNES, 2016).

No Brasil, este movimento surgiu na década de 70, devido a aspectos do nosso passado colonial, no qual países de terceiro mundo não presenciaram um crescimento próprio, não havendo evolução em CT. Esse passado escravocrata não favorecia a investigação e o desenvolvimento tecnológico, apenas visões imediatistas. Enquanto a Europa vive tempos de luz, no Brasil ainda se vivia em escuridão. Mesmo no período da industrialização, tanto o maquinário quanto os técnicos especializados eram de fora, baseados nessa visão imediatista, sem se preocupar com capacitações nacionais (AULER; BAZZO, 2001).

O movimento CTSA no Brasil, segundo Souza (2018), foi inserido no currículo a partir dos anos 90, ainda de forma lenta.

Na segunda metade da década de 60 houve algumas medidas sobre CT, em um momento de lutas de forças a favor e contra o desenvolvimento científico e tecnológico, em 1967 procuram trazer os cientistas brasileiros que estavam trabalhando no estrangeiro. (AULER; BAZZO, 2001).

Com a segunda Guerra Mundial o governo incentivou o desenvolvimento da pesquisa na área nuclear, sendo criado em 1951 o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), mas devido às pressões americanas compraram um reator de enriquecer urânio, interrompendo os trabalhos de investigação. Os cientistas brasileiros foram marginalizados nesses acordos nucleares, tornando difícil a relação entre o governo e a comunidade científica. Na verdade, a CT no Brasil nunca foi prioridade, a tecnologia era vista como poderosa, enquanto a ciência como uma mera

forma de acabar com as misérias culturais. Não existe harmonia entre elas, a CT não era vista como forma de melhorar a vida da sociedade e sim como forma de prestígio político, jamais houve um projeto nacional. O desafio do Brasil para que se tenha um desenvolvimento como o dos países centrais é fazer com que o progresso científico e tecnológico coincida com o social (AULER; BAZZO, 2001).

A sociedade passou a se preocupar com o ambiente a partir dos anos 90, onde coube às Ciências da Natureza estudar as premissas da convivência harmoniosa entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesse movimento, o enfoque CTSA teve como objetivo o desenvolvimento do cidadão crítico, fazendo com que esse se posicionasse frente às tecnologias e suas implicações para a sociedade (RANGEL, 2017).

Alguns autores como Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016), vêm trabalhando a importância do enfoque CTS na educação, como um importante movimento para a formação humana.

A concepção de um ensino sob o enfoque de ciências, tecnologia e sociedade (CTS) integrado e articulado à formação do trabalhador crítico pressupõe compreender questões implícitas, tais como de ser humano, de mundo, de sociedade, de trabalho, de cultura, de educação e, como parte destas, de educação científica e tecnológica (NASCIMENTO; RODRIGUES; NUNES, 2016, p. 118).

Na educação, Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016), enfatizam que o professor pode utilizar diferentes práticas pedagógicas baseadas na interação, que podem ocorrer através de: seminários, debates, exposições e trabalhos em grupo, favorecendo a reflexão e o diálogo entre os participantes sobre CTS. Para que isso aconteça é necessário que se ofereçam formas em que os alunos possam ter uma nova visão sobre o assunto, podendo confrontar suas convicções com os conhecimentos escolares adquiridos, expondo suas opiniões.

Segundo Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016), mesmo buscando melhorias na educação, o capitalismo ainda sustenta um modelo de produção, no qual se busca mão de obra qualificada sem reflexão e implicação de melhorias na sociedade.

Uma nova concepção de educação se faz necessária, por meio de uma nova proposta pedagógica que leve à construção de um currículo com ênfase no ensino interdisciplinar e de temas transversais. O mesmo deve começar pela formação dos professores, os quais devem estar preparados e instrumentados para que possam oferecer aos seus alunos subsídios para uma constante reflexão sobre suas ações enquanto cidadãos (DIAS; GONÇALVES, 2005, p.286, apud NASCIMENTO; RODRIGUES; NUNES 2016, p.122).

(...) “o Brasil apresenta a necessidade de “construir um projeto de ensino médio que supere a dualidade entre a formação específica e a formação geral e desloque o foco de seus objetivos do mercado de trabalho para a formação humana, laboral, cultural e técnico-científica” (CIAVATTA; RAMOS, 2011, p.31).

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), abordar o enfoque CTS, é mais do que mudanças no currículo, é todo um contexto. A metodologia não deve ser somente transmissão de conhecimento e memorização de técnicas. Deve propiciar também a construção do conhecimento de forma crítica, na qual os alunos adquiram uma nova postura diante dos conteúdos estudados com participação ativa, minimizando a ação do professor.

Os autores citados nessa pesquisa trazem um parâmetro em relação ao contexto histórico do movimento CTS, agora conhecido como CTSA. Mostram a importância de se trabalhar com este enfoque no ensino de Física e de outras ciências, o qual será abordado nessa pesquisa sobre Ondas Eletromagnéticas, já que o mesmo tem como objetivo desenvolver o senso crítico, tornando o cidadão mais ativo nos processos que envolvem a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, em prol de um bem-estar social.

Com a Globalização, se faz necessário trabalhar com as aplicações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no dia a dia. Com isso, alguns profissionais da área da Educação vêm procurando introduzir esta temática em suas aulas (ANDRADE; VASCONCELOS, 2014, ANDRADE; VASCONCELOS, 2017; RIBEIRO; GENOVESE; COLHERINHAS, 2011).

Andrade e Vasconcelos (2014), realizaram um trabalho com foco em uma questão central de estudo de que forma os professores do Ensino Médio que lecionam Biologia podem incorporar o enfoque CTSA no trabalho pedagógico com os conteúdos da disciplina, de acordo com os documentos oficiais do Ensino Médio.

A pesquisa realizada foi qualitativa, na qual se utilizaram de instrumentos para coleta de dados como: questionários, cartazes e notas do professor durante as aulas, a metodologia de ensino utilizada foi a dos Três Momentos Pedagógicos. Seguindo os passos dessa metodologia começaram com a problematização inicial por meio de um questionário diagnóstico sobre CTSA para detectar os conhecimentos prévios dos alunos e logo após houve a demonstração de um vídeo sobre aspectos relacionados à cana de açúcar. No momento seguinte teve uma aula expositiva para a organização dos conhecimentos. No terceiro momento foram divididos em grupos para a realização de um experimento para a fabricação do álcool. No último momento

realizaram a análise no material, seguido de questões sobre o experimento, para a confecção de cartazes que relacionassem o assunto estudado com a Ciência-tecnologia-Sociedade-Ambiente (ANDRADE; VASCONCELOS, 2014).

Os resultados da pesquisa demonstraram que o enfoque CTSA ainda não é uma realidade na maioria das escolas do Ensino Médio, e essa abordagem demanda tempo e estudo para o seu planejamento, mas mesmo assim foi válida a experiência, tendo como princípio que a mesma contribui para uma aprendizagem significativa, visto o envolvimento e participação dos mesmos durante a sua aplicação (ANDRADE; VASCONCELOS, 2014).

Visto a importância do tema pela busca por uma educação que promova a Cidadania, Andrade e Vasconcelos (2017), buscaram novamente o desenvolvimento de um trabalho que suscitasse discussões e reflexões sobre o ensino de Ciências e suas inter-relações CTSA, trabalhando com o conteúdo Separação de Misturas em uma turma de 9º ano de 30 alunos de uma escola particular do município de Carmópolis em Sergipe que é o principal produtor de petróleo do estado.

Neste trabalho, optou-se pela metodologia qualitativa e para coleta de dados fez-se um levantamento bibliográfico e análise de livros de ciências do 9º ano, além da solicitação de redação de textos que respondessem perguntas sobre garimpo e explorações minerais. Diversos mecanismos foram utilizados durante as aulas para a reflexão dos alunos, tais como: documentários, experimento de um destilador, notas do professor sobre o comportamento e participação da turma. Durante as atividades ficou nítida a preocupação com a preservação do meio ambiente e com as consequências da sua modificação a longo prazo, demonstrando que as propostas e experiências neste enfoque corroboram para uma prática pedagógica de acordo com as expectativas atuais de forma positiva, havendo uma ruptura na desvinculação do ensino da realidade dos alunos (ANDRADE; VASCONCELOS, 2017).

Ao longo dos anos as pesquisas na área do Ensino de Ciências avançaram e novas perspectivas, métodos e propostas foram realizadas a fim de trabalhar as deficiências encontradas no Ensino Tradicional. Segundo Ribeiro, Genovese e Colherinhas (2011), faz-se necessário a inserção do conhecimento gerado pelas pesquisas em CTSA na Educação Básica, visando isso realizaram uma pesquisa de caráter qualitativo que foi aplicada a duas turmas do Ensino Médio totalizando 56 alunos, localizada no município de Goiânia no Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação (CEPAE).

Em sua pesquisa estudaram aparelhos tecnológicos do cotidiano dos alunos com abordagem sociocultural e ambiental, no primeiro momento foi realizada a problematização, onde utilizaram três polos: Currículo intencional, Saberes Acadêmicos, pessoais e sociais dos

alunos e Situações problemáticas no âmbito CTSA. Foi proposto aos alunos atividades na forma de pesquisa, sobre temas relacionados ao espectro eletromagnético. Ao fim da pesquisa foi realizado um debate para que os alunos pudessem expor suas ideias e posicionamentos, desenvolvendo um raciocínio crítico em relação à abordagem CTSA (RIBEIRO; GENOVESE; COLHERINHAS, 2011).

Após a aplicação desta atividade investigativa puderam perceber que a abordagem CTSA foi capaz de promover a construção e o desenvolvimento de conhecimentos que os aproxima de uma visão mais abrangente sobre o modo de fazer ciência e das suas aplicações na sociedade, de forma crítica (RIBEIRO; GENOVESE; COLHERINHAS, 2011).

## **2.5 O Ensino**

Nesta seção serão abordados os seguintes documentos oficiais que regem a educação e exposição de conteúdo: Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Básico Escola Estadual (CBEE).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) os objetivos do ensino médio por área de conhecimento visam de forma combinada o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, respondendo as necessidades da vida contemporânea, desenvolvendo conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondem a uma cultura geral e uma visão de mundo. Em cada uma das disciplinas serão trabalhados um conjunto de competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenção e julgamentos práticos, da sua aplicação na sociedade. (BRASIL, 2016).

Visando integrar as áreas de conhecimento conhecidas como Ciências da Natureza, Linguagens e Códigos e Ciências Humanas, os PCN foram organizados de forma que contemple: (...), três conjuntos de Competências: Comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente os conhecimentos (BRASIL, 2016, p.56).

De acordo com o texto citado anteriormente este conjunto de competências e habilidades, trabalhados nessas áreas de conhecimento, possuem um objetivo comum que é o desenvolvimento de um cidadão com uma visão ampla de mundo, capaz de refletir e se posicionar diante das situações sociais, além de aplicar os seus conhecimentos na resolução de problemas.

Segundo o PCNEM a Física ganhou um novo sentido, na qual busca a formação do cidadão contemporâneo, atuante e solidário, que busca compreender, intervir e participar da realidade (BRASIL, 2016).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a

(...) Física deve ser encarada como uma ciência capaz de contribuir significativamente para a formação do cidadão, enquanto um ser crítico, reflexivo, atento às mudanças e aos novos desenvolvimentos científicos de seu tempo. Esse cidadão precisa ser flexível às mudanças, criterioso nas suas escolhas e mais preparado para viver uma cidadania plena (BRASIL, 2006, p. 23).

Os documentos oficiais citados no texto mostram que convergem para um mesmo objetivo, que é o desenvolvimento de um cidadão pleno que saiba se posicionar diante de situações críticas, aplicando os seus conhecimentos, desenvolvendo assim a sua cidadania, diante das mudanças e desenvolvimentos científicos.

A nova BNCC, da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, integrada pelas disciplinas de Física, Química e Biologia, propõe a ampliação das habilidades investigativas desenvolvidas no Ensino Fundamental, baseados em análises quantitativas, avaliação e comparação de modelos explicativos (BRASIL, 2018).

Na nova BNCC o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas, fica compreendido dentro da seguinte competência:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p.554)

Com base nesta competência específica espera-se desenvolver no aluno de acordo com a nova BNCC a habilidade de:

Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica. (BRASIL, 2018, p. 555)

O currículo é um conjunto sistematizado de elementos que compõem o processo educativo e a formação humana (MOTA, 2004, p. 26).

O CBC, apresenta os conteúdos e as suas respectivas competências e habilidades a serem desenvolvidas, na Educação Básica do Espírito Santo.

A elaboração do novo currículo tem como foco inovador a definição do Conteúdo Básico Comum - CBC para cada disciplina da Educação Básica. O CBC considera uma parte do programa curricular de uma disciplina cuja implementação é obrigatória em todas as escolas da rede estadual. Essa proposta traz implícita a ideia de que existe um conteúdo básico de cada disciplina que é necessário e fundamental para a formação da cidadania e que precisa ser aprendido por todos os estudantes da Educação Básica da rede estadual, correspondendo a 70%. Além do CBC, outros conteúdos complementares deverão ser acrescentados de acordo com a realidade sociocultural da região onde a unidade escolar está inserida, correspondendo aos 30% restante (CBC, 2009, p.13-14).

Os documentos oficiais citados nesse texto representam a base norteadora das práticas educativas das Escolas Estaduais do Espírito Santo, todo material didático é pautado nessas diretrizes, assim como os conteúdos, competências e habilidades são direcionados por esses materiais. Sendo assim a elaboração do produto Educacional será norteadora por eles.

A Figura 6 apresenta um recorte do CBC que mostra o conteúdo de Introdução ao estudo das ondas: Conceito, características e classificação. Nesse tópico que o produto Educacional será aplicado e de forma mais específica as Ondas Eletromagnéticas, o Espectro Eletromagnético e suas Aplicações, que serão trabalhados por meio de uma UEPS com uma abordagem CTSA.

**Figura 3-Recorte do CBC de Física**

**2º Ano**

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender métodos e procedimentos próprios da Física e aplicá-los a diferentes contextos.</li> <li>Associar alterações ambientais a processos produtivos e sociais, e instrumentos ou ações científico-tecnológicos à degradação e preservação do ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecer grandezas significativas, etapas e propriedades térmicas dos materiais relevantes para analisar e compreender os processos de trocas de calor presentes nos sistemas naturais e tecnológicos.</li> <li>Analisar diversas possibilidades de geração de energia térmica para uso social, identificando e comparando as diferentes opções em termos de seus impactos ambiental, social e econômico.</li> <li>Relacionar as características da luz aos processos de formação de imagens.</li> <li>Identificar e descrever processos de obtenção, utilização e reciclagem de recursos naturais e matérias-primas.</li> <li>Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e destinos dos poluentes e prevendo efeitos nos sistemas naturais, produtivos e sociais.</li> <li>Comparar exemplos de utilização de tecnologia em diferentes situações culturais, avaliando o papel da tecnologia no processo social e explicando transformações de matéria, energia e vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A temperatura e suas escalas.</li> <li>Conceitos de calor: sensível, latente e trocas de calor.</li> <li>Propagação de calor e aplicações.</li> <li>Dilatação térmica.</li> <li>Máquinas térmicas e aplicações.</li> <li>Introdução ao estudo das ondas: conceito, características e classificação.</li> <li>Ondas sonoras (acústica)</li> <li>Dualidade onda-partícula.</li> <li>Conceitos fundamentais da ótica, definição de refração e leis da reflexão.</li> <li>Formação de imagens em espelhos e lentes.</li> <li>Ótica da visão.</li> <li>Instrumentos óticos e aplicações.</li> <li>Efeito fotoelétrico.</li> </ul>

Fonte: CBC, 2009

Buscando desenvolver as competências e habilidades explicitadas neste documento, o Produto Educacional será construído de forma que desenvolva nos alunos o senso crítico e reflexivo diante da aplicação da tecnologia na sociedade.

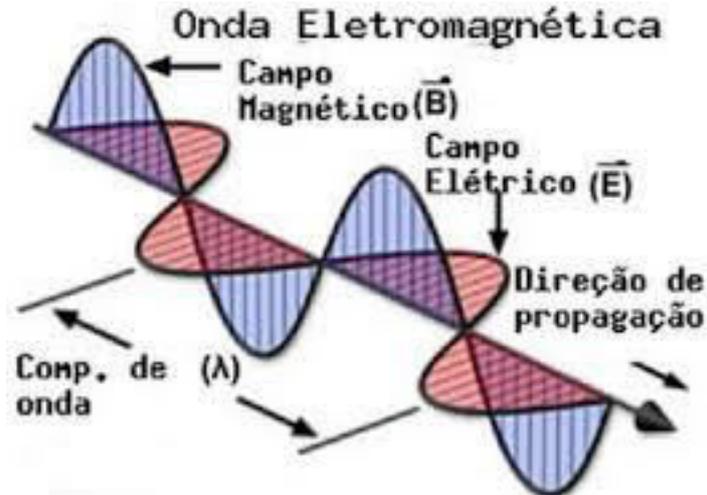
## 2.6 Ondas Eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos que variam com o tempo, transportam energia e momento linear. Em ondas eletromagnéticas senoidais seus campos variam senoidalmente com o tempo e com a posição, com uma dada frequência e um dado comprimento de onda. Diferem entre si apenas pela frequência e comprimento de onda. As ondas eletromagnéticas, não precisam de um meio material para se propagar, diferente das

ondas mecânicas que precisam, mas a mesma possui características comuns as ondas mecânicas (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016, p. 28, YOUNG; FREEDMAN, 2009).

As ondas eletromagnéticas podem ser representadas de acordo com a Figura 3.

**Figura 4-** Representação de uma Onda Eletromagnética



Fonte: Blog Física Tubarão<sup>1</sup>

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), vivemos na era da informação digital, em que se baseia na física das ondas eletromagnéticas, todos estão conectados por: televisores, telefones e internet. Há 20 anos, nem os mais visionários engenheiros imaginavam que seria possível a implantação dessa rede global de processadores de informação em tão pouco tempo. Agora o desafio de hoje é prever como serão essas interconexões daqui a 20 anos. Para responderem a esta pergunta eles precisam entender como funciona a Física básica das Ondas Eletromagnéticas, que existem de várias formas e foram chamadas de arco-íris de Maxwell.

### 2.6.1 O Arco-Íris De Maxwell

James Clerk Maxwell mostrou que um raio luminoso é a propagação de campos elétricos e magnéticos. Em meados do séc. XIX, a luz, os raios infravermelho e ultravioleta, eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016, p. 28).

<sup>1</sup> Disponível em: < <http://clickgratis.blog.br/FisicaTubarao/479027/definicao-sobre-ondas-eletromagneticas.html> > Acesso em 26 de Out. de 2018.

Segundo Young e Freedman (2009), com a unificação da eletricidade com o magnetismo, surgiu uma teoria conhecida como eletromagnetismo, na qual pode ser descrita pelas equações de Maxwell.

Inspirado por Maxwell, Henrich Hertz descobriu as ondas de rádio e observou que elas se propagam com a mesma velocidade da luz visível (HALLIDAY; RESNICK, WALKER 2016).

Hoje há um largo espectro de ondas eletromagnéticas e vive-se envolvido por elas, o Sol é a fonte primordial de radiação, os corpos são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular. As micro-ondas dos radares podem chegar até o ser humano, além dessas, existem várias outras vindas de: lâmpadas, motores quentes de carros, raios x, relâmpagos e elementos radioativos do solo (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016).

### 2.6.2 Equações de Maxwell e ondas eletromagnéticas

Os campos elétricos formados por cargas em repouso ou campos magnéticos gerados por correntes estacionárias não variam com o tempo, sendo assim podem ser analisados separadamente por não haver interação entre eles. Quando ocorrem interações entre eles, não podem mais ser vistos isoladamente, pois seguem a lei de Faraday que diz que a variação de um campo magnético produz um campo elétrico. Já a lei de Ampere, mostra que um campo elétrico variável é fonte de campo magnético, essa interação é sintetizada pelas equações de Maxwell (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Segundo Young e Freedman (2009), essas interações geradas pela variação dos campos, podem ser vistas como perturbações eletromagnéticas que variam como o tempo e podem se propagar de uma região para outra do espaço, mesmo que não haja matéria entre elas, devendo apresentar as características de uma onda e ser chamada de onda eletromagnética.

Maxwell provou em 1865, que as ondas eletromagnéticas podem se propagar no espaço vazio com uma velocidade igual a velocidade da luz ( $3 \cdot 10^8$  m/s), e descobriu que os princípios básicos do eletromagnetismo podem ser descritos em quatro equações conhecidas como equações de Maxwell (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

(Lei de Gauss para os campos elétricos)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{inte}}}{\epsilon_0} . \quad (1)$$

(Lei de Gauss para os campos magnéticos)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad . \quad (2)$$

(Lei de Ampère, incluindo corrente de deslocamento)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (i_c + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{inte}} \quad . \quad (3)$$

(Lei de Faraday)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad . \quad (4)$$

Essas equações valem para os campos elétricos e magnéticos no vácuo. De acordo com essas equações, cargas em repouso geram campo elétrico estático, não gerando campo magnético. Já cargas que se movem com certa velocidade, produzem tanto campos elétricos, quanto magnéticos, havendo necessidade de acelerá-las para que se formem ondas eletromagnéticas. (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Segundo Young e Freedman (2009) e Halliday, Resnick, Walker (2012), as características comuns a todas as ondas eletromagnéticas são:

1. A onda é transversal, os campos elétricos e magnéticos são perpendiculares entre si e em relação a direção de propagação, o produto entre eles fornece a direção e o sentido de sua propagação.
2. Sua razão é constante:  $E=c \cdot B$
3. No vácuo sua velocidade é constante e invariável
4. Não necessitam de um meio material para a sua propagação. As grandezas que oscilam são os campos elétricos e magnéticos.
5. Os campos variam senoidalmente, com a mesma frequência e em fase.

Os campos elétricos e magnéticos podem ser escritos através de funções senoidais:

$$E = E_m \text{sen}(kx - wt) \quad . \quad (05)$$

$$B = B_m \text{sen}(kx - wt) \quad . \quad (06)$$

As letras E e B representam os campos elétricos e magnéticos,  $E_m$  e  $B_m$  são as amplitudes do campo, e  $w$  e  $k$  são a frequência angular e o número de onda. Como se está falando de onda eletromagnética, a velocidade de propagação da onda é  $c=w/k$ . E para representar esta velocidade utilizamos o valor de  $c$ , que é aproximadamente igual a  $3.10^8$  m/s. As ondas eletromagnéticas em geral possuem a mesma velocidade de propagação (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2012):

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad . \quad (07)$$

Pode-se perceber que tanto as amplitudes quanto os campos magnéticos estão relacionados pelas equações a seguir:

$$\frac{E_m}{B_m} = c \quad . \quad (08)$$

$$\frac{E}{B} = c \quad . \quad (09)$$

As ondas eletromagnéticas podem ser representadas por retas orientadas ou frentes de ondas, utilizando as duas formas ao mesmo tempo. As frentes de ondas são separadas por um comprimento de onda  $\lambda$  ( $=2\pi/k$ ), elas viajam aproximadamente na mesma direção formando um feixe, como de um laser ou de uma lanterna. As ondulações representam as oscilações senoidais da onda (HALLIDAY; RESNICK; WALKER 2012).

Segundo Halliday , Resnick e Walker (2012), os campos elétricos e magnéticos são criados através da indução e se propagam através das variações senoidais como uma onda eletromagnética, a qual se não existisse não se poderia enxergar, nem existir já que depende das ondas eletromagnéticas do Sol para aquecer a Terra.

### 2.6.3 Geração de radiação eletromagnética

Um dos modos de fazer uma carga puntiforme emitir ondas eletromagnéticas é fazê-la oscilar com movimento harmônico simples, acelerando-a em quase todos os pontos da sua trajetória. As cargas não emitem ondas igualmente em todas as direções, sendo assim são mais acentuadas quando se propagam em direção a formação do ângulo de  $90^\circ$  com o eixo do movimento da carga, não existindo onda se propagando ao longo do eixo de oscilação (YUONG; FREEDMAN, 2009).

Como as perturbações elétricas e magnéticas se irradiam para fora da fonte, pode-se utilizar a expressão radiação eletromagnética com o mesmo sentido de ondas eletromagnéticas (YUONG; FREEDMAN, 2009, p. 379).

As ondas eletromagnéticas, segundo Young e Freedman (2009), com comprimento de ondas macroscópicos foram produzidas em laboratório em 1887, por Henrich Hertz, onde utilizou um circuito L-C, detectando ondas eletromagnéticas resultantes usando outro circuito sintonizado para a mesma frequência produzindo ondas estacionárias (YUONG; FREEDMAN, 2009).

Com o valor da frequência do seu circuito, foi possível calcular a velocidade da onda com essa equação  $v = \lambda.f$ , verificando que a onda eletromagnética possui uma velocidade igual

à da luz, designada pelo símbolo  $c=299.792.458\text{m/s}$ , confirmando a teoria de Maxwell (YUONG; FREEDMAN, 200).

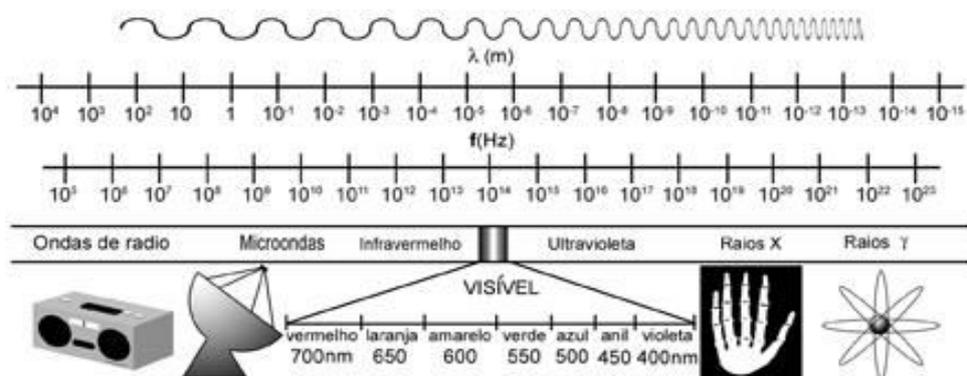
Segundo Young e Freedman (2009), a unidade de frequência recebeu o nome de Hertz, (1 Hz), ou seja, um ciclo por segundo. A utilização de ondas eletromagnéticas na comunicação por longas distâncias parece não ter ocorrido para Hertz, foi Marconi e outros estudiosos que tornaram possível a comunicação via rádio.

#### 2.6.4 O espectro eletromagnético

Segundo Young e Freedman (2009), as ondas eletromagnéticas cobrem um espectro amplo de comprimento de onda e frequência, abrangendo as comunicações de rádio e TV, luz visível, radiação infravermelho e ultravioleta, os raios X e raios gama, com frequências de 1 até  $10^{24}$  Hz.

Apesar das diferentes utilidades e meios de produção, elas possuem a mesma velocidade de propagação no vácuo  $c= 299.792.458\text{m/s}$ , mesmo diferindo em frequência e comprimento de onda, a relação, se mantém para cada uma. Apenas um pequeno segmento pode ser detectado pela nossa visão, a luz visível que evocam as sensações de cores diferentes. A Figura 4, representa o espectro eletromagnético.

**Figura 5-** Espectro Eletromagnético



Fonte: Site Física Pai d'égua<sup>2</sup>

As formas invisíveis de radiação são tão importantes quanto as visíveis. A forma de comunicação depende das ondas de rádio AM e FM, nas quais a primeira se encontra na faixa de frequência de  $5,4 \cdot 10^5$  Hz a  $1,6 \cdot 10^6$  Hz, e a segunda de  $8,8 \cdot 10^7$  Hz a  $1,08 \cdot 10^7$  Hz. As

<sup>2</sup>Disponível em: <http://fisicapaidegua.com/teoria/moderna/espectro.jpg>. Acesso em 10 de ago. de 2018.

transmissões de TV se encontram na faixa de frequência da FM, as microondas são utilizadas nos celulares e redes sem fio e também em radares meteorológicos com frequências próximas de  $3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ . Já as câmeras fotográficas possuem infravermelho, pois conseguem determinar a distância do sujeito ajustando o seu foco, a radiação ultravioleta possui menor comprimento de onda, menor que a luz visível, permitindo alta precisão em cirurgias a laser. Os raios X possuem alto poder de penetração sendo utilizados em consultórios odontológicos e na medicina. A radiação gama possui menor comprimento de onda sendo produzido na natureza por materiais radioativos, possuem alto poder de penetração e são utilizados a medicina na destruição de células cancerosas (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

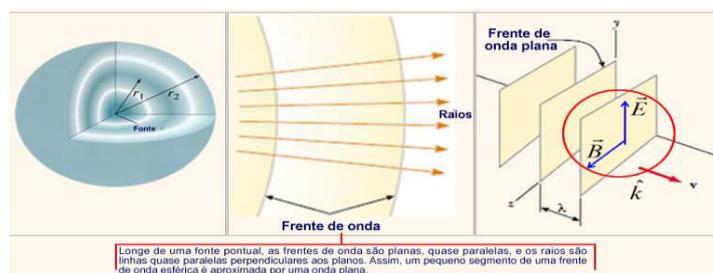
### 2.6.5 Ondas Eletromagnéticas planas

Segundo Young e Freedman (2009), ao supor que o campo elétrico  $\vec{E}$  possui componente em Y e o campo magnético  $\vec{B}$  em Z, e admitindo que ambos se propagam juntos ao longo do eixo Ox com velocidade c, pode-se perceber que ambos são perpendiculares a direção de propagação e perpendiculares entre si, verificando que desde que c possua um dado valor obedecem a Equação de Maxwell, a Lei de Ampère e a Lei de Faraday.

Uma onda eletromagnética plana é aquela em que em qualquer momento os seus campos magnéticos e elétricos são uniformes sobre qualquer plano perpendicular a direção de propagação, adotando o sentido de propagação a esquerda da frente de onda. Sendo assim os campos são nulos para planos à direita (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

A Figura 5 representa uma onda eletromagnética plana.

**Figura 6- Onda eletromagnética plana**



Fonte: Design Instrucional em Ambiente virtual de Aprendizagem.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Disponível em: < <https://moodle.ufsc.br/mod/book/view.php?id=504304&chapterid=2721> >. Acesso em 22 de jan. de 2019.

Supondo que você tenha uma caixa retangular como superfície Gaussiana e que seus lados sejam paralelos aos planos  $xy$ ,  $xz$  e  $yz$ , no interior da caixa não existe carga elétrica. Você deve conseguir mostrar que o fluxo elétrico e magnético total são iguais a zero, ou seja,  $\Phi E = \Phi B = 0$ . Essa igualdade não ocorre quando existem componentes ao longo do eixo  $0x$ . Para satisfazer as equações de Maxwell é necessário que ambos os campos sejam perpendiculares em direção a propagação (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), quando a onda eletromagnética passa pelo retângulo, propagando-se da esquerda para a direita, o fluxo magnético varia e de acordo com a lei da indução de Faraday, que faz com que apareçam campos elétricos induzidos no retângulo, se opondo a variação do campo magnético.

### 2.6.6 Transporte de Energia e o Vetor de Poynting

Uma onda eletromagnética é capaz de transportar energia e transmití-la a um corpo, através de uma taxa de variação por unidade de área descrita por um vetor  $S$ , chamado de vetor de Poynting em homenagem ao físico John Henry Poynting. Definido através da equação (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2012):

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}. \quad (10)$$

O módulo desse vetor depende da rapidez da energia transportada por unidade de área em um instante. No SI a unidade do vetor de Poynting é ( $W/m^2$ ). Esse vetor indica a direção de propagação da onda eletromagnética e do transporte de energia (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2012).

$$S = \left( \frac{\text{energia/ tempo}}{\text{área}} \right)_{inst} = \left( \frac{\text{potência}}{\text{área}} \right)_{inst} \quad (11)$$

Como os campos elétrico e magnético são perpendiculares o módulo de  $E \times B$  é  $EB$ . E o módulo de  $\vec{S}$  é:

$$S = \frac{1}{\mu_0} EB \quad (12)$$

Nessa equação  $S$ ,  $E$  e  $B$  são valores instantâneos, como  $E$  e  $B$  possuem uma relação fixa, escolheu-se trabalhar com  $E$ , já que a maioria dos instrumentos usados para detectar ondas eletromagnéticas são sensíveis a componente elétrica e não magnética. Usando a relação  $B=E/c$ , e fazendo a substituição do campo elétrico da equação (12) por essa relação temos (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2012):

$$S = \frac{1}{c\mu_0} E^2, \quad \text{fluxo instantâneo de energia} \quad (13)$$

Utilizando  $E = E_m \text{sen}(kx - wt)$ , na equação (13), podemos obter a intensidade da onda:

$$I = S_{med} = \frac{1}{c\mu_0} [E^2]_{med} = \frac{1}{c\mu_0} \langle E^2 \rangle \quad (14)$$

Como em um ciclo completo, o valor do  $\text{sen}^2\theta$ , é  $\frac{1}{2}$  para qualquer variável angular, e definindo uma nova grandeza para o campo elétrico quadrático como  $E_{rms}$  ou  $rms^*$ , há:

$$E_{rms} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}. \quad (15)$$

Substituindo a equação (15) na (14), temos:

$$I = \frac{1}{c\mu_0} E_{rms}^2 \quad (16)$$

Após estas deduções levando em conta que  $E=c.B$  e que  $c$  é um número muito grande, pode-se pensar que a energia associada ao campo elétrico é maior que o magnético, mas na verdade ambos são iguais. Para demonstrar isso se utilizará a densidade de energia:

$u = \left(\epsilon_0 \frac{E^2}{2}\right)$ , associada ao campo elétrico e utilizando  $E=c.B$ , também se substituirá  $c$  por seu valor da equação (07), onde se obtém:

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} B^2 = \frac{B^2}{2\mu_0}. \quad (17)$$

Como  $B^2/2\mu_0$  é a densidade de energia de  $u_B$  de um campo magnético, percebe-se que  $u_E=u_B$ , para uma onda eletromagnética em todos os pontos do espaço (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2012).

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), a intensidade da radiação eletromagnética pode variar com a distância, e pode ser difícil de calcular de acordo com a direção, como por exemplo o farol de um automóvel. Mas, muitas vezes se supõe que a fonte é pontual que emite luz isotropicamente, de forma igual em todas as direções, sendo assim imagina-se uma superfície esférica de raio  $r$  e centro na fonte. Toda energia emitida tem que passar pela superfície esférica, sendo assim a taxa de emissão é a mesma que atravessa a superfície, que é igual a potência da fonte. Dada por:

$$I = \frac{\text{potência}}{\text{área}} = \frac{P_s}{4\pi r^2}. \quad (18)$$

De acordo com a equação (18),  $4\pi r^2$  é a área da superfície esférica, e pode-se perceber que a intensidade da radiação eletromagnética diminui com o quadrado da distância  $r$  da fonte (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2012).

### 2.6.7 Pressão da Radiação

As ondas eletromagnéticas além de transportar energia, também transportam momento linear  $p$ , os objetos sofrem pressão da radiação ao serem iluminados, mas como não se senti nada quando alguém é fotografado deve, portanto, ser muito pequena. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012; YOUNG; FREEDMAN, 2009).

A variação do momento de um objeto é dada por:

$$\Delta p = \frac{\Delta U}{c} \quad (\text{absorção total}), \quad (19)$$

Na qual  $\Delta p$  é a variação do momento,  $\Delta U$  é a variação de energia e  $c$  a velocidade da luz, a direção da variação do momento depende da direção do feixe incidente que o corpo absorve (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012).

A radiação também pode ser refletida, quando ela é totalmente refletida e a incidência é perpendicular, o módulo da variação do momento é duas vezes maior (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012; YOUNG; FREEDMAN, 2009).

$$\Delta p = 2 \frac{\Delta U}{c} \quad (\text{incidência perpendicular e reflexão total}) \quad (20)$$

Quando a radiação é parcialmente absorvida e parcialmente refletida, a variação do momento varia entre  $\frac{\Delta U}{c}$  e  $2 \frac{\Delta U}{c}$  (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012; YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Obedecendo a segunda lei de Newton, a toda variação do momento está relacionada uma força dada por:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (21)$$

Relacionando a expressão da força exercida pela radiação coma a sua intensidade temos:

$$I = \frac{\text{potência}}{\text{área}} = \frac{\text{energia/tempo}}{\text{área}} \quad (22)$$

A energia interceptada pela superfície por um determinado intervalo de tempo é dada por:

$$\Delta U = IA\Delta t \quad (23)$$

Quando a energia é totalmente absorvida a equação (19), demonstra que  $\Delta p = IA \frac{\Delta t}{c}$ ,

na qual o módulo da força segue a equação (21), na qual se utiliza:

$$F = \frac{IA}{c} . \quad (24)$$

Se a radiação for totalmente refletida, a equação (20) nos diz que  $\Delta p = 2IA \frac{\Delta t}{c}$ , que de acordo com a equação (21), temos:

$$F = 2 \frac{IA}{c} . \quad (25)$$

Em radiações parcialmente absorvidas e parcialmente refletidas, observa-se que o módulo da força exercida sobre a superfície está entre  $IA/c$  e  $2IA/c$  (HALLIDAY; RESNICK, WALKER ,2012).

A invenção do laser permitiu utilizar a pressão da radiação muito maiores do que as que são produzidas por lâmpadas de flash, pois ao contrário do flash ele pode ser focalizado em uma pequena região, com uma maior quantidade de energia (HALLIDAY; RESNICK, WALKER ,2012). Segundo Young e Freedman (2009), a pressão da radiação da luz solar no interior do Sol é maior do que na superfície da Terra, e no interior de estrelas com brilhos e massas maiores que a do Sol, pode fazer com que haja um grande aumento da pressão do gás no interior das estrelas, ajudando a impedir o colapso gravitacional, podendo exercer efeitos drásticos nos materiais que as circundam.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo versará sobre a metodologia da pesquisa, assim como os sujeitos, instrumentos de coleta e análise de dados.

#### 3.1 A Pesquisa

A pesquisa realizada com a aplicação do produto educacional foi de natureza quali-quantitativa, que pode ser vista como mista, pois utilizou tanto métodos quantitativos quanto qualitativos.

A modalidade de pesquisa quali-quantitativa “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014, p. 106).

As pesquisas acadêmicas geralmente são de natureza qualitativa ou quantitativa, utilizadas separadamente, mas também podem apresentar pontos de convergência, sendo trabalhadas juntas possibilitando um cruzamento de dados de forma ampla, trazendo maior peso à pesquisa.

É possível que uma pesquisa tenha uma parte quantitativa no levantamento de dados e também a conjecturação das eventuais causas dos resultados.

Como esta pesquisa foi de natureza quali-quantitativa, pode-se inferir que a:

“[...] pesquisa quali-quantitativa busca evidenciar que não há um modelo único para se construir conhecimentos confiáveis, e sim modelos adequados ou inadequados ao que se pretende investigar ou ao objetivo da pesquisa. Cabe destacar que o processo para projetar um estudo não acontece linearmente no tempo. Existe uma interação nesse processo que é cíclico”(ENSSLIN, 2008, p. 14).

O produto educacional aqui descrito foi construído utilizando atividades cujas respostas traziam dados tanto qualitativos quanto quantitativos para interpretação dos dados.

Esta pesquisa segue um viés investigativo, baseado em um estudo de caso, que segundo Oliveira (2008), Godoy (1995) e André (2013), pode ser aplicado quando o pesquisador tem interesse em uma situação particular, seu objeto de pesquisa é uma unidade que será analisada profundamente, por meio de um estudo detalhado de um ambiente, um sujeito ou uma situação,

na educação pode se escolher um grupo, que pode ser: uma escola, um professor, alunos ou uma sala de aula.

O estudo de caso apresenta algumas características elencadas a seguir:

- Visam à descoberta
- Enfatizam o contexto
- Retratam a realidade profundamente
- Utilizam uma grande variedade de fontes de informação
- Revelam experiências e permitem generalizações
- Buscam os diferentes pontos de vista conflitantes em uma situação
- Seus relatos oferecem uma linguagem simples (OLIVEIRA, 2008).

Segundo André (2013), o estudo de caso em geral segue três fases: exploratória, definição dos focos de estudo, fase de coleta de dados ou delimitação do estudo e análise dos dados. Na fase exploratória é o momento de definir o que será analisado na unidade, os participantes, os procedimentos e os instrumentos de coleta. Na definição do foco, o pesquisador irá fazer a seleção do que é mais importante e fazer os recortes. Após esse momento os dados podem ser coletados por meio de perguntas, observações e leitura de documentos. A análise dos dados acontece durante todo o processo, por meio da organização do material coletado, a categorização dos dados, e por último a interpretação e generalização do material analisado.

Esta pesquisa foi de natureza quali-quantitativa, onde teve a aplicação de uma metodologia diferenciada com o intuito de diminuir as dificuldades dos estudantes no Ensino de Física, valorizando os seus conceitos prévios.

Durante esta sequência didática foram utilizadas diferentes estratégias na sua aplicação, buscou-se incentivar a participação dos estudantes, levando-os a ampliar as suas estruturas cognitivas por meio de conhecimentos científicos.

Na abordagem de conceitos sobre Ondas Eletromagnéticas com enfoque CTSA, teve como objetivo levar os estudantes a refletirem de forma crítica sobre as implicações sociais da tecnologia na sociedade e assim coletar indícios de uma aprendizagem significativa.

### 3.2 Instrumentos da Pesquisa

Na coleta de dados foram utilizados mapas conceituais, questionários, relatórios, experimentos, seminário, assim como as observações feitas pelo pesquisador durante a aplicação da sequência didática.

Os mapas conceituais foram utilizados em dois momentos, com o intuito de identificar os conceitos prévios dos estudantes e também de obter indícios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Os questionários utilizados de forma discursiva serviram para a identificação de conceitos relativos a aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano.

Os relatórios foram utilizados na visita técnica na Rádio local e no Laboratório da UFES, esses dois instrumentos foram utilizados com uma abordagem CTSA, visando obter indícios de aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade.

O seminário abordou as faixas do espectro eletromagnético, sendo utilizado para a identificação do senso crítico dos estudantes na sua aplicação no cotidiano com uma abordagem CTSA.

Estes instrumentos serviram de base para a pesquisa.

### 3.3 Etapas da pesquisa

A presente pesquisa foi aplicada em uma Escola Estadual do Sul do Estado do Espírito Santo no 2º EM. Esta turma era composta de aproximadamente 25 alunos, sendo que a maior parte do seu público é da zona rural e uma minoria da zona urbana. Estes estudantes apresentaram uma grande dificuldade na aprendizagem de conceitos da Física e suas aplicações.

A aplicação do produto educacional ocorreu de acordo com o Quadro 01, seguindo os passos da UEPS.

**Quadro 1-** Resumo da UEPS

<b>MOMENTOS DA UEPS</b>	<b>AULA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>CONTEÚDO</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>
<b>1º MOMENTO</b>	2h/a	Questionário Mapa Conceitual	Ondas Eletromagnéticas e suas aplicações.	Coletar os conhecimentos prévios dos estudantes.
<b>2º MOMENTO</b>	2h/a	Vídeo sobre ondas eletromagnéticas e suas aplicações. Experimento do Disco de Newton.	Introdução a ondas eletromagnéticas.	Organizar os conceitos prévios dos estudantes
<b>3º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação em Slides e questões	Revisão de Ondulatória. Ondas Eletromagnéticas Geração de uma onda Eletromagnética.	Abordar os conceitos de forma mais geral
<b>4º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação de Slides das Faixas do Espectro Eletromagnético e suas aplicações Divisão dos Grupos para o Seminário.	Espectro Eletromagnético.	Relacionar as faixas do Espectro Eletromagnético e sua aplicação. Identificar as características de uma onda Eletromagnética.
<b>5º MOMENTO</b>	4h/a	Visita Técnica a Rádio Local Visita Técnica ao laboratório da UFES (Experimentos)	Ondas de Rádio Espectro eletromagnético Comportamento da Luz	Relacionar a teoria das ondas eletromagnéticas com a prática através de uma visita de campo na Rádio local da Cidade e no laboratório da UFES
<b>6º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação do Seminário sobre as Faixas do Espectro Eletromagnético Questionário Jogo FATO ou FAKE (Plickers)	Vantagens e Desvantagens da utilização das ondas eletromagnéticas.	Desenvolver o senso crítico sobre a aplicação da Tecnologia na sociedade.
<b>7º MOMENTO</b>	1h/a	Questionário final Mapa Conceitual final	Ondas Eletromagnéticas Espectro eletromagnético Aplicações na Sociedade.	Identificar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.
<b>8º MOMENTO</b>	1h/a	Questionário Objetivo e Discursivo.	Avaliação das etapas da UEPS	Avaliar se a UEPS foi exitosa.

Fonte: Autoria própria

### 3.1.3 Análise de dados

A análise de dados ocorreu em momentos distintos, os mapas conceituais e os questionários foram utilizados no primeiro e sétimo momento da UEPS. Estes mapas foram feitos individualmente com o intuito de comparar a evolução da aprendizagem dos estudantes com base na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Os questionários foram aplicados de forma individual e analisados por meio de gráficos, onde utilizou-se como critérios os conceitos apresentados durante as atividades com maior repetição nas respostas da turma, que demonstram maior ou menor evolução conceitual segundo a TAS.

Os mapas conceituais foram analisados de acordo com os critérios estabelecidos no Quadro 02 e explicados de acordo com os elementos da TAS.

**Quadro 2-** Critérios para avaliação de Mapas Conceituais segundo os elementos da TAS

<b>Níveis</b>	<b>Elementos da TAS apresentados nos mapas</b>
1	Hierarquização, ramificação e conexões arbitrárias
2	Diferenciação progressiva
3	Reconciliação integrativa, diferenciação progressiva
4	Transversalidade, compreensão e generalização.

Fonte: Adaptado de Carvalho (2011)

#### **Hierarquização**

Neste nível do mapa será observada a organização espacial dos conceitos apresentados pelos estudantes, demonstrando os conceitos de forma superficial na sua organização espacial.

#### **Ramificação**

Apresentação dos conceitos de forma ramificada de cima para baixo, mas não necessariamente de forma hierarquizada, demonstrando resquícios de diferenciação independente de sua organização.

#### **Conexões arbitrárias**

Ligações de conceitos equivocados atrelados apenas por comodidade espacial.

### **Diferenciação Progressiva**

Quando o estudante organiza os conceitos partindo do geral para o mais específico. Começando no topo e fazendo as diferenciações de forma mais específica nas ramificações posteriores.

### **Reconciliação integradora**

A reconciliação integradora ocorre quando o estudante consegue identificar as similaridades dos conceitos, fazendo a superordenação, ou seja, nesta etapa há o surgimento de um novo conceito sendo incorporado aos conhecimentos prévios dos estudantes.

### **Transversalidade**

Neste critério será analisada a capacidade de fazer ligações entre conceitos espacialmente distantes, desta forma, demonstrando capacidade de generalização do tema.

### **Generalização e compreensão**

Demonstra a presença de conceitos não previstos pelo professor aplicador durante a aula expositiva, mostrando a generalização do tema através de suas aplicações.

A visita técnica a Rádio local e ao Laboratório da UFES foram analisados de forma descritiva abordando os conceitos apresentados sobre as ondas eletromagnéticas em seus relatórios, assim como as aplicações das relações CTS que abordam as opiniões dos alunos diante das atividades, nas respostas que utilizam as aplicações das ondas eletromagnéticas no cotidiano.

O seminário e uma questão discursiva do questionário do ENEM foram analisados por meio de categorias criadas de acordo com a abordagem CTSA, das falas dos alunos do seminário e das respostas da questão discursiva analisada foram recortadas algumas unidades significativas de acordo com as seguintes categorias:

- I. Conceito/características
- II. Relações CTS
- III. Desastres
- IV. Custo benefício
- V. Exemplos

Essas categorias se apoiam nas bases teóricas deste trabalho utilizando as relações CTS e a TAS, analisando a ocorrência da aplicação do conhecimento sobre ondas eletromagnéticas no cotidiano e as relações entre os conceitos apresentados.

#### 4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este tópico refere-se à descrição das etapas do produto educacional. Cada etapa corresponde a um passo da UEPS, intitulado como roteiro do produto.

Os produtos Educacionais, podem ser definidos como:

(...) produtos/materiais que podem ser de diversas naturezas, construídos a partir das pesquisas acadêmicas desenvolvidas no Mestrado Profissional com a finalidade de serem utilizados em escolas, por professores e/ou alunos em ambientes educativos, especialmente os de educação formal. Um Produto Educacional pode ser uma estratégia didática contemporânea (ou uso de TICs, por exemplo), um texto para professores, um vídeo, uma nova prática de laboratório ou de utilização de material manipulativo, uma sequência didática, uma nova forma de ensinar algum tópico. As possibilidades são muitas (ALLEVATO; SILVEIRA, 2005, p. 2-3).

Com base na citação anterior que define o produto educacional e os tipos de produtos desenvolvidos nos mestrados profissionais para a obtenção do título de mestre. O produto educacional que será aqui descrito, tem como norte esta definição, a qual se baseia em uma pesquisa acadêmica desenvolvida no mestrado para ser utilizada em uma escola da Rede Estadual do Espírito Santo, o qual será implementado através de uma sequência didática aplicada em oito momentos.

Os momentos podem ter mais de uma aula, sendo que nas escolas de tempo parcial, as aulas são divididas em cinco tempos de 55min cada.

A sequência didática apresentada se baseia na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a qual foi aplicada por meio de uma UEPS sobre Ondas Eletromagnéticas com uma abordagem CTSA. A mesma faz parte do produto Educacional deste trabalho no qual foi aplicado no 2º ano do Ensino Médio numa escola Estadual, localizada no Sul do Estado do Espírito Santo. A aplicação da sequência didática ocorreu no 2º trimestre do ano de 2019.

##### **1º MOMENTO (2h/aula): Levantamento dos Conhecimentos Prévios – Questionário Inicial e Mapa Conceitual.**

Inicialmente foi explicado aos estudantes que no decorrer do trimestre seriam realizadas atividades e avaliações sobre ondas eletromagnéticas que constituirão o produto educacional da pesquisa do Mestrado Profissional no Ensino de Física. A aplicação da sequência didática teve início no meio do 2º trimestre sendo desenvolvida em 16 aulas.

Em seguida foi distribuída para os estudantes a Atividade 01 que se encontra no Apêndice A, com imagens que representam a aplicação das ondas eletromagnéticas e questões, para o levantamento dos conceitos prévios, na qual os estudantes expuseram através da escrita o conteúdo e conceitos que poderiam ser extraídos da imagem em questão, além de responder às perguntas relacionadas ao conteúdo investigado.

A imagem escolhida nesta primeira atividade foi embasada no referencial teórico, no qual Moreira (2011), diz que os conhecimentos relevantes na aprendizagem significativa, são chamados de subsunçores, e podem ser simbólicos, conceituais, modelos mentais, imagens ou proposicionais.

Após o término do questionário, foi entregue aos estudantes um texto falando sobre mapas conceituais presente no Anexo 1 do Apêndice A. Neste momento “esta pesquisadora” explicou para eles o que é um mapa conceitual e para que serve, no texto apresentado no Anexo 1 do Apêndice A se aborda essas questões e também apresenta um modelo de mapa conceitual.

Depois da leitura e explicação sobre mapas conceituais, os estudantes receberam a Atividade 02 do Apêndice A, para que pudessem fazer um mapa conceitual escrito na folha de atividade que receberam sobre ondas eletromagnéticas, à qual foi recolhida ao seu término. Estas atividades tiveram como objetivo a coleta dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema.

## **2º MOMENTO- Situação Introdutória levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos (2h/a)**

No segundo momento respondendo um pouco sobre a aplicação das ondas eletromagnéticas apresentadas na Atividade 01 do Apêndice A, foi apresentado um vídeo sobre ondas eletromagnéticas e suas aplicações.

O presente vídeo funcionou como um organizador prévio sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

Segundo Ausubel (1980, 2003), o organizador prévio é importante para que o aprendiz faça a relação entre os conceitos já existentes e os que precisa conhecer, antes de aprender significativamente, tornando mais fácil a incorporação e retenção do conteúdo.

**Figura 7-** Aula de física mostra como as ondas eletromagnéticas fazem parte do cotidiano



Fonte: Site do G1.<sup>4</sup>

Após a visualização do vídeo os estudantes foram divididos em 4 grupos para realizarem um experimento chamado Disco de Newton. Neste momento receberam o Roteiro Experimental com questões que se encontra no Anexo 02 no Apêndice A, abordando questões relacionadas ao vídeo sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas e sobre o experimento. O objetivo deste vídeo foi organizar os conceitos prévios dos estudantes, respondendo um pouco das dúvidas das questões anteriores. Esta atividade foi recolhida no final da aula.

Durante a aplicação do produto didático houve a necessidade da inserção de um novo vídeo sobre a formação do arco-íris apresentado na Figura 8.

**Figura 8-** Formação do Arco-íris



Fonte: Youtube.<sup>5</sup>

<sup>4</sup>Disponível em: <<http://g1.globo.com/pernambuco/videos/v/aula-de-fisica-mostra-como-as-ondas-eletromagneticas-fazem-parte-do-cotidiano/3717562/>>. Acesso em 04 de agosto de 2019

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tW819inM4hg>>. Acesso em 04 de agosto de 2019.

### 3º MOMENTO – Apresentação do conhecimento de forma mais geral- Explicação do Conteúdo de Ondas Eletromagnéticas e Questões (1h/a)

No terceiro momento foi feita a explicação do conteúdo através de slides apresentado na Figura 9, no qual abordou uma breve revisão de Ondulatória, Classificação das Ondas, Características de uma onda, Equação da Ondulatória, Ondas Eletromagnéticas, Geração de uma Onda Eletromagnética.

**Figura 9-** Aula sobre Ondas Eletromagnéticas



Fonte: Protocolo de pesquisa

Logo após a explicação do conteúdo os estudantes receberam a Atividade 1 do Apêndice A, que aborda questões relacionadas as Ondas Eletromagnéticas. O objetivo desta atividade é abordar os conceitos apresentados nas atividades anteriores de forma mais geral.

### 4º MOMENTO – Retomar os aspectos estruturantes do conteúdo de forma mais complexa- Aula Expositiva sobre o Espectro Eletromagnético e Experimento (2h/a)

Neste momento o professor como forma de tornar a aula mais atrativa, entregou aos alunos uma questão investigativa, sobre a luz do controle remoto. Após coleta das respostas, houve uma discussão sobre os conceitos envolvidos. Em seguida apresentou as faixas do

Espectro Eletromagnético por meio de Power Point, explicando cada uma das faixas e mostrando algumas de suas aplicações. A Figura 10, mostra um recorte da aula ministrada.

**Figura 10-** Recorte da Aula sobre Espectro Eletromagnético



Fonte: Protocolo de pesquisa

Em seguida os estudantes receberam uma atividade sobre o espectro eletromagnético, com questões que abordam a sua aplicação no cotidiano. Após o término da atividade, esta foi recolhida pelo professor para posterior análise.

Essas questões têm como objetivo que os alunos consigam fazer a relação entre a faixa do espectro e a sua aplicação de forma correta, assim como identificar as características de uma onda eletromagnética.

Segundo Moreira (2010), o professor precisa levar em conta esses princípios da aprendizagem significativa na hora da organização dos conteúdos, para que a apresentação dos conteúdos seja feita dos conceitos mais gerais para os mais específicos.

### **5º MOMENTO –Atividade que desenvolve a diferenciação progressiva- Visita Técnica (4h/a)**

Segundo Rangel (2017), em seu trabalho sobre Energia com enfoque CTSA, um dos recursos utilizados foi a visita técnica. Ferramenta essa que se mostrou muito enriquecedora para os alunos.

Servindo como base para esta pesquisa, inspirando o planejamento desta atividade. A Figura 11, representa a Rádio onde foi realizada a visita técnica na Cidade local.

**Figura 11-** Foto ilustrativa da Rádio local



Fonte:Site da FAMA<sup>6</sup>

No quinto momento foi realizada uma visita técnica em uma Rádio local da Cidade, para a demonstração da aplicação das ondas eletromagnéticas, em estações de Rádio e TV. O objetivo desta, foi demonstrar aos alunos de forma prática a sua utilização, levando-os a perceber que o tempo todo estamos em contato com elas.

No planejamento da visita técnica “esta pesquisadora” fez contato prévio com um responsável pelo acesso e utilização do equipamento para que pudessem fazer um agendamento da visita dos estudantes à Rádio, neste momento foi exposto para o responsável o que gostaria que abordasse durante a visita.

As perguntas a seguir foram entregues para os responsáveis para que pudessem explicá-las no decorrer da visita.

- a) Quais as principais diferenças entre as faixas AM e FM?
- b) Qual a função das ondas de Rádio?
- c) Como ocorre a transmissão dessas ondas?
- d) Quais os pontos positivos e negativos da sua utilização?
- e) Existe alguma restrição na instalação das antenas de transmissão? Quais são?
- f) Explique qual a função dessas restrições em relação a sociedade?

Estas perguntas foram pensadas de forma a atender o referencial teórico que possui uma abordagem CTSA, que tem como objetivo levar o aluno a identificar as aplicações das ondas eletromagnéticas na sociedade, ampliando os seus conhecimentos e assim conseguindo ter uma visão ampla sobre o assunto conseguindo fazer reflexões críticas dos seus benefícios e malefícios.

<sup>6</sup> Disponível em: < <http://www.fama104.com.br/site/equipe.php>>. Acesso em 17 de janeiro de 2019.

Logo após a visita técnica, os estudantes fizeram um relatório, abordando em seu texto os tópicos relacionados a utilização das ondas de rádio explicadas durante a visita técnica, fazendo um paralelo entre os benefícios e malefícios da sua utilização. O objetivo do relatório foi identificar no texto dos estudantes o seu posicionamento crítico sobre o assunto.

No mesmo dia da Visita Técnica à Rádio, foi agendada uma visita ao Laboratório da UFES, onde houve a demonstração aos alunos de quatro experimentos, o primeiro foi uma rede de difração onde os estudantes puderam observar o espectro eletromagnéticos de uma lâmpada de hélio e de uma lâmpada de mercúrio.

O segundo experimento foi em uma câmara escura onde foi demonstrado o efeito da luz em materiais fluorescente e fosforescentes, falando sobre a emissão de luz nesses materiais longe de suas fontes.

O terceiro experimento foi na câmara escura onde foi espirrado álcool com tinta de caneta fluorescente nas mãos dos alunos, debaixo da luz negra da câmara escura era possível identificar as regiões que estavam sujas, em seguida colocaram protetor solar nas mãos e novamente coloram debaixo da luz negra, não aparecendo mais a sujeira, demonstrando a proteção contra a radiação UV.

O quarto experimento realizado foi do sabão em pó misturado na água para a demonstração do efeito branco nas roupas, sendo vistos em baixo da luz negra.

O objetivo desses experimentos foi a demonstração das características da luz em diferentes situações e aplicações.

Para coleta de dados foi entregue uma ficha para a descrição de um relatório sobre as práticas observadas.

### **6º MOMENTO - Atividade que desenvolve a diferenciação progressiva -Seminário sobre as Vantagens e Desvantagens da Aplicação das Ondas Eletromagnéticas. (3 h/a)**

Nesse momento os estudantes foram divididos em sete grupos em que cada grupo recebeu uma faixa do espectro eletromagnético, e tiveram que fazer pesquisas sobre as aplicações das ondas, destacando os pontos positivos e negativos.

Na educação, Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016), falam que o professor pode utilizar diferentes práticas pedagógicas baseadas na interação, que podem ocorrer através de: seminários, debates, exposições e trabalhos em grupo, favorecendo a reflexão e o diálogo entre os participantes sobre CTSA.

As apresentações do seminário foram gravadas em vídeo para posterior transcrição. O quadro abaixo apresentando serviu como base para o professor o qual ministrou as atividades desenvolvidas. Esse quadro pode ser entregue aos alunos, com algumas sugestões de material de cada faixa do espectro, para posteriormente desenvolverem a pesquisa para a apresentação do seminário.

**Quadro 3-** Temas para apresentação do Seminário

<b>Faixas do Espectro</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Ondas de rádio	Comunicação, velocidade no transporte de dados. Exemplos: Televisão, internet.	Interferência das rádios pirata, interferência magnética.
Microondas	Aquecimento de Alimentos, o sinal não sofre reflexão na atmosfera, não alteram a estrutura molecular do material.	Altera o metabolismo das células humanas.
Infravermelho	Facilidade de fabricação de aparelhos, utilização em controle remoto, sensores.	Alcance de curta distância, permite apenas que redes pessoais sejam formadas.
Luz visível	(VLC) Comunicação sem fio onde os dados são modulados na porção da luz visível do espectro eletromagnético, utilizados na iluminação através das lâmpadas de LED com baixo consumo de energia.	Responsável pelo envelhecimento precoce da pele, (VLC) pode ser utilizado debaixo da água, baixo alcance.
Raios Ultravioleta	Fornece vitamina D.	Causam danos as fibras de colágeno e elastina da pele, causam queimaduras na pele, causam sardas, manchas, cegueira entre outras.
Raio x	Podem ser utilizadas na Medicina: Radiografia, Tomografia, Ressonância.	Expõe os pacientes e os técnicos à radiação, embora pequena. Esse risco é mais importante para os técnicos que lidam com ela de forma mais permanente. Não pode ser usada em mulheres grávidas, pelo risco de danos ao feto.

Radiação gama	Ao passar pelo corpo humano ioniza e mata as células cancerosas.	Pode matar as células boas também, ou pode na separação das células ocorrer uma imperfeição se tornando radioativo.
---------------	--	---

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Em seguida “esta pesquisadora” realizou um jogo com os estudantes chamado de Fato ou Fake, utilizando o aplicativo Plickers com questões sobre as Ondas Eletromagnéticas e suas aplicações.

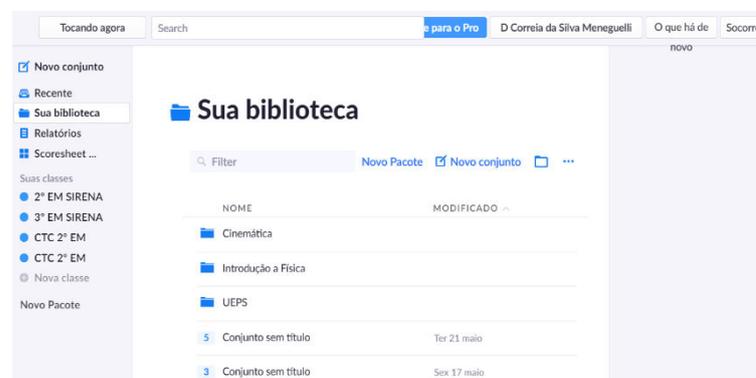
A Figura 12, apresenta o tipo de questões inseridas no jogo.

**Figura 12-** Exemplo das questões do Jogo: Fato ou Fake?



Fonte: Protocolo de pesquisa.

**Figura 13-** Print da tela do principal do Plickers após cadastro



Fonte: Aplicativo Plickers<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Disponível em: <<https://www.plickers.com/library>>. Acesso em 17 de janeiro de 2019

A Figura 13, representa a tela inicial após o cadastro do professor no aplicativo. Neste jogo o professor faz o cadastro no aplicativo plickers pelo computador, e em seguida tem que baixar o aplicativo no celular. As questões precisam ser inseridas no plickers pelo computador, a versão gratuita só aceita cinco questões por bloco, sendo necessário criar mais blocos para inserir todas as questões. Nesse aplicativo é necessário que o professor faça o cadastro dos alunos, crie a turma, e posteriormente as questões.

Assim que concluir serão gerados os cards, os quais possuem quatro opções de resposta de A à D, como são códigos cada aluno terá um cartão diferente.

Quando o professor aplicar o jogo ele pode abrir pelo aplicativo do celular as questões, entregando os cards de cada aluno. Em seguida pode fazer as perguntas para a turma, cada aluno terá que responder se é verdadeiro ou falso, ou seja, A ou B, essas alternativas estão presentes nos lados do card, então basta apenas o aluno virar a opção correta para cima.

Com o uso do celular o professor deverá escanear as respostas dos alunos das questões do jogo. Essas questões serão corrigidas automaticamente, gerando percentuais de acerto de cada aluno e da turma no geral.

O objetivo deste jogo foi identificar se os estudantes conseguiram perceber as características de cada faixa do espectro eletromagnético, relacionando os seus comprimentos de ondas e suas frequências com a energia de cada faixa do espectro.

### **7º MOMENTO – Avaliação da Sequência (Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora) Questionário Inicial e Mapa Conceitual (1h/a)**

Neste momento houve a retomada do questionário e do mapa conceitual aplicado no primeiro momento da UEPS.

O objetivo desta atividade foi avaliar se os alunos conseguiram fazer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos apresentados no decorrer da sequência didática, e assim obter indícios de uma aprendizagem significativa.

As atividades entregues aos estudantes estão presentes no Anexo A do Apêndice A. Após seu término foi recolhido como fonte de coleta de dados.

Os mapas conceituais, são estruturas hierárquicas apresentadas através de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (TAVARES, 2007, p.73, apud Novak, 1998; Novak e Gowin, 1999, MOREIRA, 2011).

**8º MOMENTO - Avaliação da UEPS ( 1h/a)**

Nesse momento os estudantes receberam uma folha de Avaliação das etapas da UEPS presente no anexo A, sendo orientados a fazer uma análise das etapas da sequência didática, por meio de questões objetivas e discursiva, onde a questão discursiva foi aberta para que pudessem expor os pontos positivos e negativos da sequência didática, assim como sugestões para melhoria.

## **5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL/ANÁLISES**

O produto educacional foi aplicado por “esta pesquisadora” em uma escola da Rede Estadual no Sul do Estado do Espírito Santo, no período de Junho a Agosto. O ano letivo nas escolas estaduais da Região Sul divide-se em três trimestres, sendo que esta atividade foi realizada no 2º trimestre do ano de 2019.

Essa sequência didática teve a duração de dezesseis aulas, a turma investigada foi o 2º ano do Ensino Médio do turno vespertino composta de dezessete alunos, dos quais sete são do sexo masculino e 10 são do sexo feminino, a turma é composta de alunos da zona rural e da zona urbana.

No primeiro momento houve uma conversa com a turma explicando sobre a aplicação do produto educacional, nessa conversa foi explicado a necessidade da participação da turma que o conteúdo abordado na sequência didática faz parte do currículo da disciplina, que seria utilizada uma abordagem diferente da tradicional e que eles também seriam avaliados durante todas as etapas. Foi destacada a importância da participação ativa dos mesmos para a coleta de dados.

A sequência didática proposta é composta de 8 momentos, que foram estruturadas baseadas na Aprendizagem Significativa e em uma abordagem CTSA, associadas a um tema da Física sobre Ondas Eletromagnéticas. Todas as atividades estavam baseadas na aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano, com o objetivo de obter indícios de aprendizagem significativa e o desenvolvimento do senso crítico sobre a aplicação da tecnologia na sociedade.

### **5.1. Primeiro momento da UEPS**

No primeiro momento foi realizada uma breve explicação sobre a aplicação da sequência e da importância da participação dos estudantes nas atividades, logo após receberam um questionário presente no Apêndice A para o levantamento dos conceitos prévios sobre as Ondas Eletromagnéticas.

Ao terminar o questionário os estudantes receberam um texto destacando as características dos mapas conceituais, após a leitura do texto, realizaram juntamente com o professor um mapa no quadro, demonstrando a importância da hierarquia entre os conceitos e das palavras de ligação. Após a construção do mapa conceitual no quadro, os estudantes foram convidados a construir o seu próprio mapa conceitual sobre Ondas Eletromagnéticas, as

fichas contendo o texto de mapas conceituais e para a construção do mapa se encontram no Anexo A, sendo entregues pelo professor para a realização da atividade. Este momento teve a duração de 2 aulas de 55min.

Na conversa com a turma eles se mostraram interessados em participar da sequência, ainda mais quando ficaram sabendo da visita técnica. No momento da resolução das questões se mostram meio perdidos, preocupados com a avaliação. Foi preciso intervir em alguns momentos falando sobre a necessidade de escreverem o que pensavam sobre a pergunta em questão, que descrevessem minuciosamente tudo que pensavam ou conheciam sobre o que se estava perguntando no questionário.

**Figura 14**-Coleta dos conceitos prévios



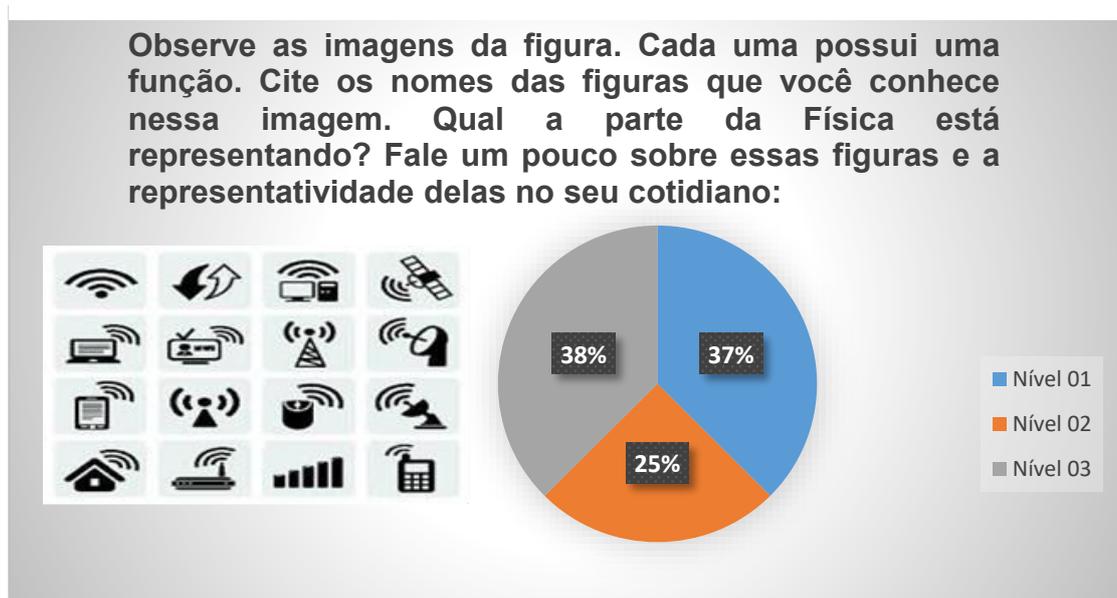
Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 14 os alunos estavam respondendo ao questionário inicial para a coleta dos conceitos prévios sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas. Foram aplicadas 8 questões discursivas para a identificação dos subsunçores.

Os dados coletados e apresentados nos gráficos das Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 foram analisados com base na aprendizagem significativa de David Ausubel (1980).

Os nomes apresentados na coleta de dados não são os nomes reais dos alunos, foram escolhidos nomes fictícios visando preservar o público investigado.

**Figura 15-** Gráfico das respostas dos alunos na primeira questão do questionário



Fonte: Protocolo de pesquisa

Na Figura 15 as questões foram categorizadas de acordo com os níveis 01, 02 e 03. Sendo que o nível um representa os alunos que conseguiram responder todas as questões da pergunta. O nível dois representa os alunos que conseguiram responder apenas a primeira e a segunda questão, e o nível três dos alunos que conseguiram responder apenas a primeira.

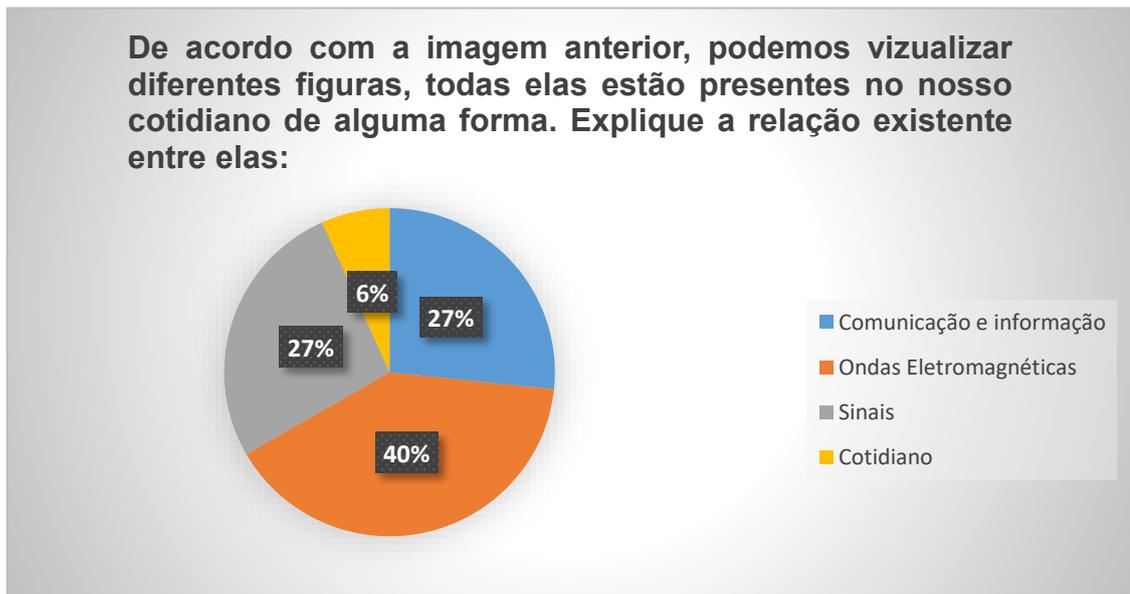
De acordo com a Figura 15, observa-se que 37% dos alunos conseguiram citar os nomes dos símbolos apresentados, falar sobre sua representatividade na vida deles e também relacionar com a parte da Física presente, dos alunos presentes 25% não conseguiram relacionar os símbolos com a parte da Física, apenas citaram os símbolos e a representatividade delas no seu cotidiano, observa-se que a maior parte dos alunos não conseguiram fazer a relação entre os símbolos com a representatividade em suas vidas, não reconheciam todos eles e nem conseguiram relacioná-los com a parte da Física representada nas imagens, demonstrando pouco conhecimento sobre o assunto.

Segundo Moreira (2011), os subsunçores ou conhecimento prévios, são estruturas cognitivas que possibilitam a incorporação de novos significados através da ancoragem, estes subsunçores podem ser simbólicos, conceituais, modelos mentais, iconográficos e proposicionais.

Nessa questão apresentada foi utilizada uma linguagem simbólica. Em geral todos os alunos conseguiram dar nome aos símbolos que representavam a aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano, sendo visível nas suas respostas a presença de subsunçores na

sua estrutura cognitiva, mas apenas os do nível 01 conseguiram fazer a relação dos símbolos com o cotidiano e com as ondas eletromagnéticas demonstrando uma maior maturidade dos conceitos prévios.

**Figura 16**-Gráfico das respostas dos alunos na segunda questão do questionário



Fonte: Protocolo de pesquisa

Na Figura 16, observa-se que 40% dos alunos conseguiram relacionar as imagens da questão anterior com as ondas eletromagnéticas, 27% relacionaram as imagens a comunicação e informação, como na resposta a seguir.

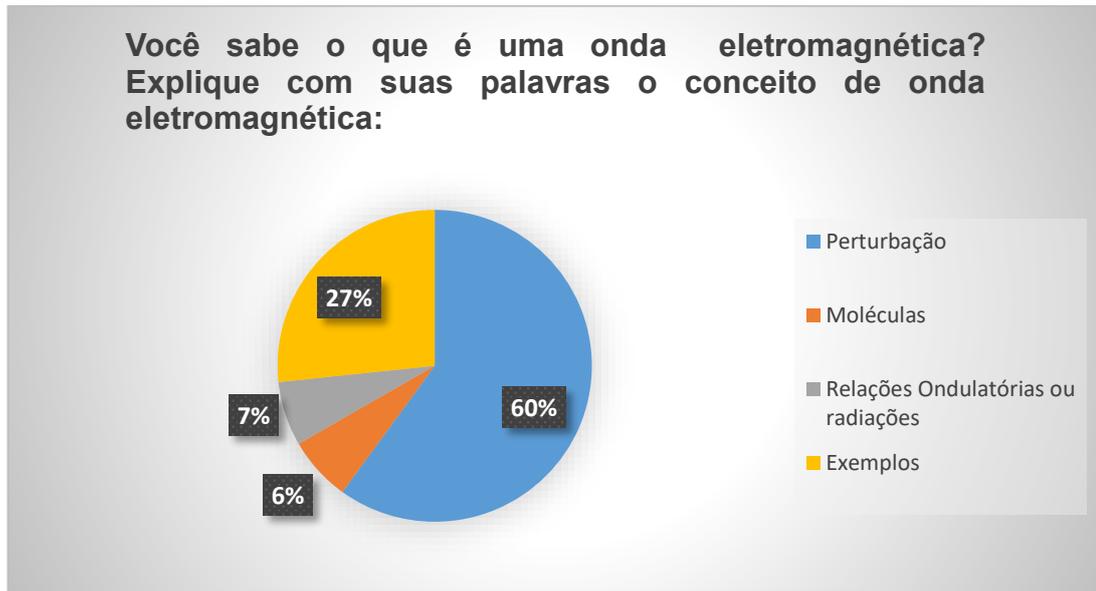
*“Todas são importantes, são meios de comunicação, onde recebemos mensagens, notícias, informações importantes no dia a dia”.* (Aluna Adelaide)

Das respostas analisadas 27% relacionaram as imagens dos símbolos com sinais de celulares, satélites, internet, 6% falaram de forma mais geral dando exemplos de utilização no cotidiano.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), vive-se na era da informação digital, a qual se baseia na física das ondas eletromagnéticas, estamos conectados por: televisores, telefones e internet.

As repostas dos alunos se baseiam na aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano, levando a identificação dos conceitos prévios em suas falas, corroborando com o que os autores Halliday, Resnick e Walker (2016), dizem sobre as ondas eletromagnéticas.

**Figura 17**-Gráfico das respostas dos alunos na terceira questão do questionário



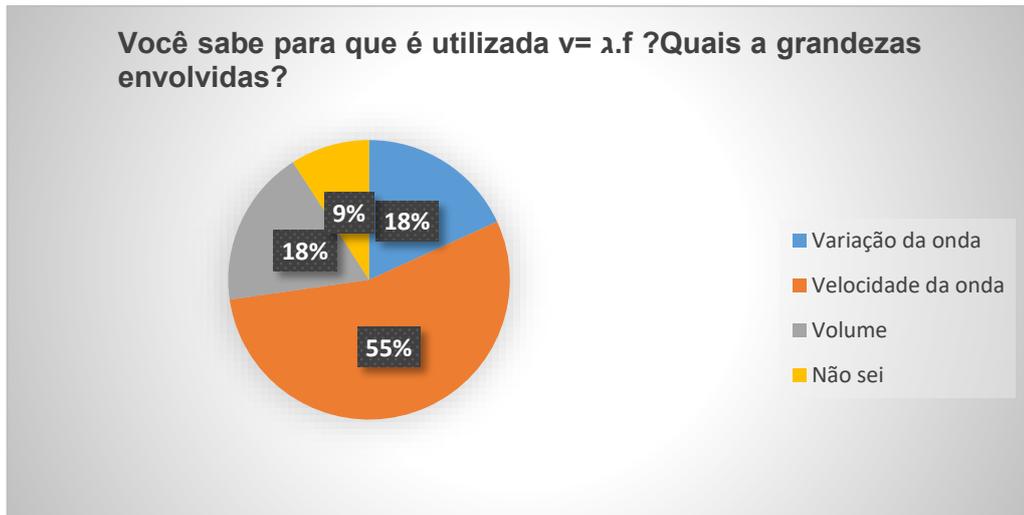
Fonte: Protocolo de pesquisa

Percebe-se na Figura 17, que a maior parte dos alunos demonstrou saber que uma onda é uma perturbação no meio, falaram sobre propagação de energia no vácuo e no meio, já o restante da turma apresentou respostas mais frágeis tentando usar exemplos para justificar as suas respostas.

Pode-se inferir nas respostas dos alunos a utilização de conceitos abordados por: Halliday; Resnick, Walker (2016) e Young; Freedman, (2009), quando definem que as ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos que variam com o tempo, transportam energia e movimento linear, não precisam de um meio material para se propagar.

Portanto, nota-se que demonstram indícios de conhecimentos prévios sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

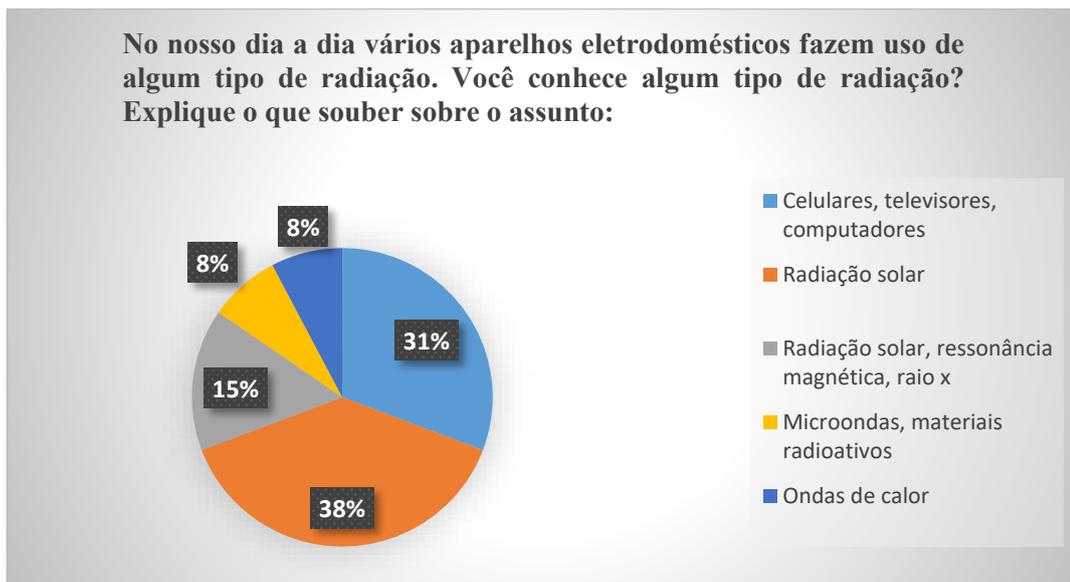
**Figura 18-** Respostas dos alunos na quarta questão do questionário



Fonte: Protocolo de pesquisa

Conforme apresentado na Figura 18 a maior parte dos alunos sabe que a fórmula apresentada na questão é para calcular a velocidade de uma onda, e sabem o significado de suas grandezas, já 18% dos alunos relacionaram a fórmula com a variação de uma onda e a mesma quantidade de alunos relacionaram com volume, devido a letra V da fórmula, desse grupo de alunos 9% responderam que não sabiam para que se utiliza esta fórmula.

**Figura 19-** Gráfico das respostas dos alunos na quinta questão do questionário

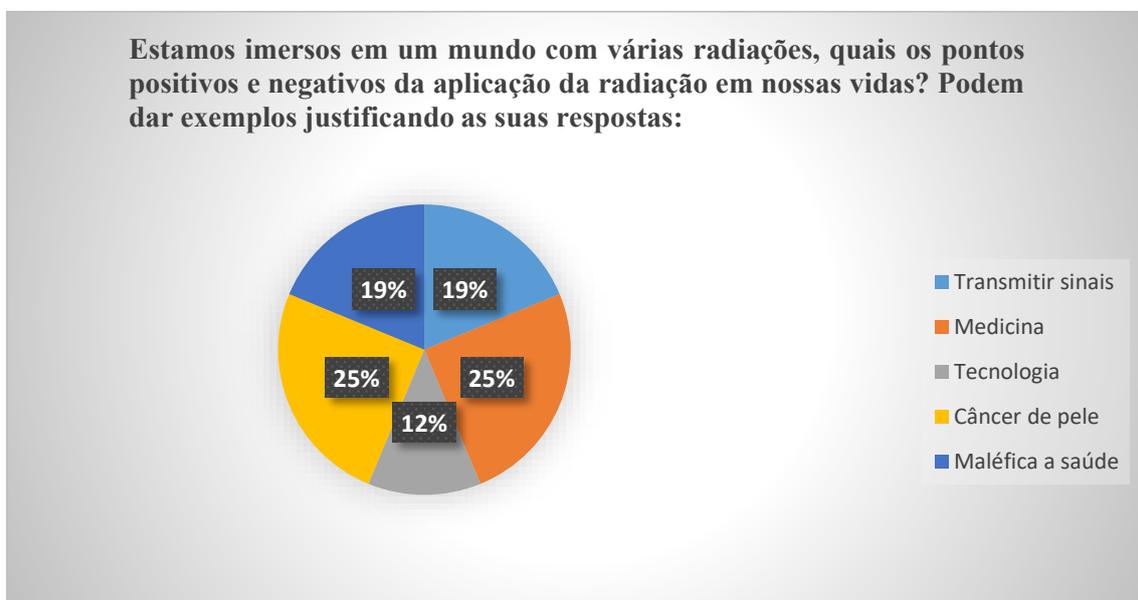


Fonte: Protocolo de pesquisa

Hoje há um largo espectro de ondas eletromagnéticas e se vive envolvido por elas, o Sol é a fonte primordial de radiação, os corpos são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular. As micro-ondas dos radares podem chegar até o ser humano, além dessas, existem várias outras vindas de: lâmpadas, motores quentes de carros, raios x, relâmpagos e elementos radioativos do solo (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016).

De acordo os autores citados anteriormente, pode-se observar na Figura 19, que a maior parte dos alunos conseguiram citar algum tipo de aparelho ou formas de emissão de radiação, demonstrando que possuem conhecimentos prévios sobre o assunto.

**Figura 20**-Gráfico das respostas dos alunos na sexta questão do questionário



Fonte: Protocolo de pesquisa

A Figura 20, apresenta os pontos positivos e negativos da utilização da radiação, sendo que 19% dos alunos disseram que a radiação é importante na transmissão de sinais no nosso dia a dia. Já 25% deles citaram a utilização da radiação na medicina no uso do raio x, na radioterapia e na ressonância magnética. Cerca de 12% dos alunos disseram que a radiação é positiva por que alguns dos nossos aparelhos eletrônicos utilizam de radiação para funcionar. Como pontos negativos a grande maioria citou o câncer de pele causado pelos raios ultravioleta e outras fontes de radiação, os demais alunos não souberam se expressar dizendo que a radiação pode que faz mal à saúde.

Existem muitas concepções sobre os objetivos da abordagem CTSA, mas uma delas diz que sua função é tornar os indivíduos mais críticos na tomada de decisões, de forma

consciente sobre as implicações das mesmas sobre a sociedade (AULER; BAZZO, 2001, NASCIMENTO, RODRIGUES E NUNES, 2016).

Nesse momento, pôde-se observar indícios de senso crítico fazendo uso de CTSA, quando eles se posicionam demonstrando que sabem que a radiação pode ser benéfica e ao mesmo tempo maléfica quando exposta a grandes quantidades.

**Figura 21-** Gráfico das respostas dos alunos na sétima questão do questionário



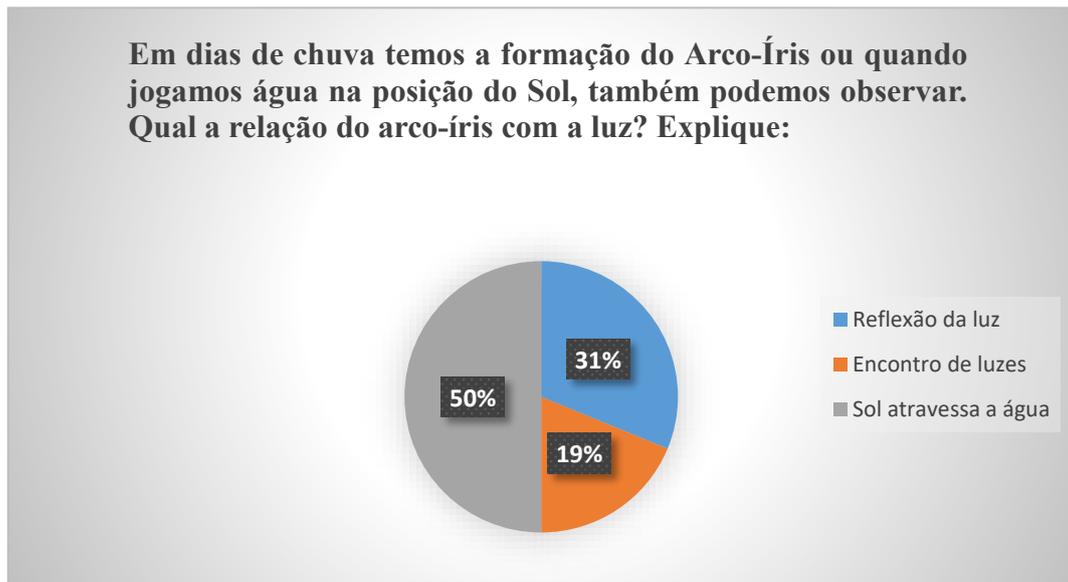
Fonte: protocolo de pesquisa

Pode-se inferir na Figura 21, que 23% dos alunos disseram que tanto o protetor solar quanto os óculos de sol, são para proteger a pele e os olhos da radiação solar que é prejudicial, podendo causar queimaduras, dos alunos que responderam 23 % citou que o protetor e os óculos de sol funcionam como uma barreira para a radiação solar, já 54% deles foram mais específicos em citar o tipo de radiação ultravioleta que pode ser prejudicial aos olhos e a pele, explicando que os efeitos da exposição em excesso da radiação pode causar câncer de pele, queimaduras e manchas na pele.

Os óculos escuros previnem os diversos danos oculares provocados pela radiação UV, como cataratas, foto conjuntivites e perda progressiva da visão. A proteção exercida deve abranger a radiação UV e a visível e deve cobrir todo o campo lateral da visão. Alguns fatores influenciam a proteção dos mesmos: tamanho, forma, capacidade de bloqueio da radiação ultravioleta e reflexão do verso da lente (BALOG, 2011,p.4).

Segundo Balog (2011), o uso de protetores solares é fundamental contra os efeitos danosos da radiação UV no nosso corpo, os seus efeitos dependem do comprimento de onda e da energia absorvida, podendo causar envelhecimento precoce, ressecamento, pigmentação irregular e câncer de pele benignos e malignos.

**Figura 22-** Gráfico das respostas dos alunos na oitava questão do questionário



Fonte: Protocolo de pesquisa

Na última questão do questionário apresentada na Figura 22 para a coleta dos subsunçores, pode-se observar que metade da turma relaciona a formação do arco-íris com a passagem dos raios de Sol pela água, apenas 31% deles descreve o fenômeno como resultado da reflexão da luz e apenas 19% diz que a sua formação se dá pelo encontro de luzes.

*“Os raios solares refletem cores quando estão em transmissão com a água”.* (Aluno Adelaide)

*“é que quando jogamos água com a mangueira na direção do sol só com aquele sereno, podemos ver que vai dar um arco-íris isso aconteceu por causa do brilho do sol refletindo na água”.* (Aluno Cleanderson)

Segundo Hewitt (2015), a formação do arco-íris se dá quando a luz entra na gota próximo à superfície superior, parte da luz é refletida e parte refratada pela água, na primeira refração a luz é dispersa nas cores do espectro, sendo o violeta o mais desviado e o vermelho o menos desviado.

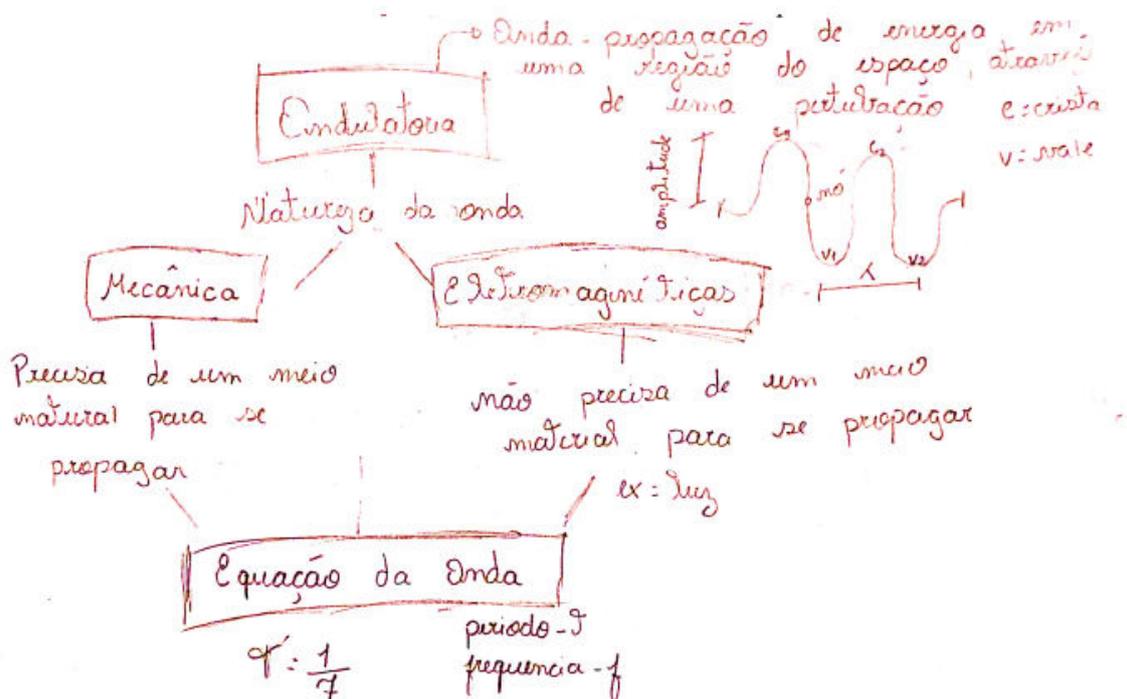
Pode-se observar que os conhecimentos prévios sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas estiveram presentes nas respostas dos alunos por todas as questões, talvez apresentem uma linguagem meio rebuscada em relação aos termos científicos, mas demonstraram que possuem na sua estrutura cognitiva os subsunçores necessários nesse estudo.

### 5.1.2. Análise dos Mapas Conceituais do 1º Momento da UEPS

Os mapas foram utilizados no primeiro e último momento para a coleta das concepções prévias e avaliação, na tentativa de identificar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Foram selecionados alguns mapas para serem analisados com base nos critérios estabelecidos na metodologia.

**Figura 23-** Mapa conceitual da aluna Karina



Fonte: Protocolo de pesquisa

É possível perceber no mapa apresentado na Figura 23, a hierarquização dos conceitos, onde são organizados no topo os conceitos mais gerais e depois os mais específicos na parte de baixo.

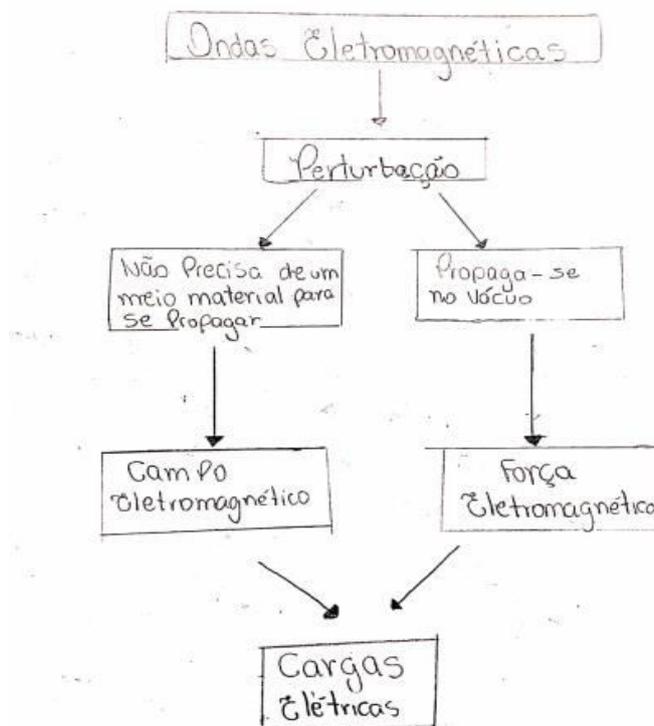
A ramificação também está presente neste mapa, na organização dos conceitos partindo dos mais gerais para os mais específicos.

O elemento conexão arbitrária aparece no termo: Equação da onda, quando na parte de baixo ao invés de apresentar a equação da onda, exemplifica apenas a fórmula para o cálculo do período de uma onda.

A diferenciação progressiva está presente no mapa quando o estudante consegue fazer a ancoragem dos conceitos mais gerais com os mais específicos. Sendo demonstrado pela ligação dos conceitos de ondulatória, conteúdo apresentado antes da aplicação do produto; relacionando esse conceito com sua classificação quanto a natureza e conseguindo exemplificar um tipo de onda eletromagnética no exemplo apresentado pela aluna Karina, quando falou sobre a luz.

Não foram apresentados no mapa elementos transversais, generalização e compreensão, o que demonstra a ausência de reconciliação integradora. Sendo assim este mapa analisado se encontra no nível dois.

**Figura 24** - Mapa conceitual da aluna Thamara



Fonte: Protocolo de pesquisa

Percebe-se no mapa apresentado na Figura 24, uma clareza na hierarquia dos conceitos quando a aluna Thamara demonstrou na sua organização os conceitos mais gerais no topo e posteriormente foi especificando os conceitos nas novas ramificações.

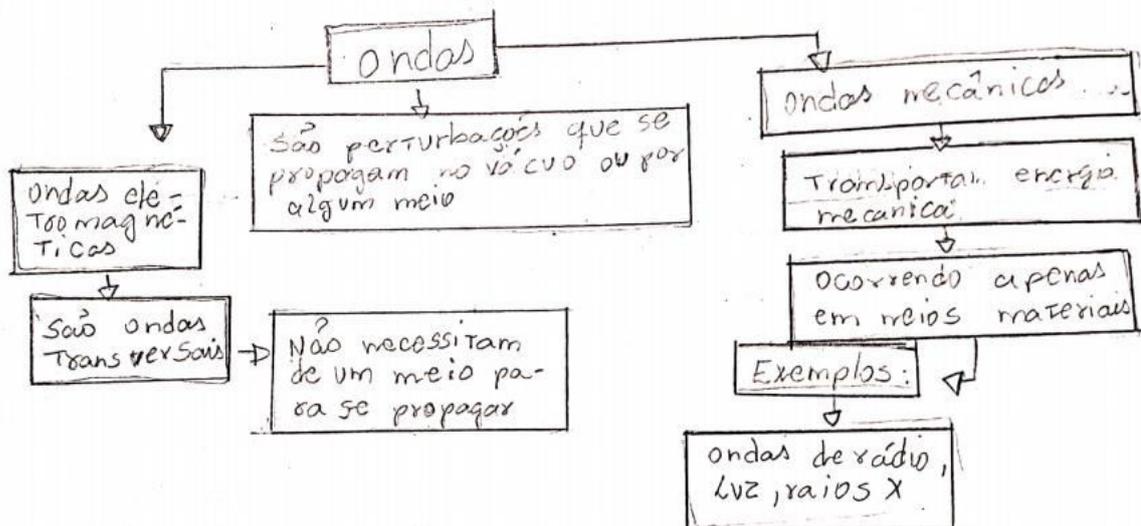
A ramificação ficou clara quando a estudante organizou os conceitos dos mais gerais para os mais específicos.

No critério de conexões arbitrárias, não foi identificado este tipo de ligação.

Em relação à diferenciação progressiva, é possível identificar que a aluna Thamara conseguiu começar de um conceito mais geral que é o conteúdo de ondas eletromagnéticas, e logo após foi diferenciando os conceitos. Isso demonstra a existência da ancoragem de novos conhecimentos na sua estrutura cognitiva. Quando a mesma conseguiu identificar que uma onda eletromagnética não precisa de meio para se propagar, assim como relacionou a interação de um campo magnético e de uma força magnética com o conceito de carga elétrica.

Neste mapa conceitual só não é possível observar elementos transversais, generalização e compreensão, o que demonstra a ausência de reconciliação integradora. Sendo assim este mapa analisado se encontra no nível dois.

**Figura 25-**Mapa conceitual da aluna Vania



Fonte: Protocolo de pesquisa

No mapa conceitual apresentado na Figura 25, pode-se perceber a hierarquização dos conceitos, demonstrando através da sua organização que o aluno possui conhecimento prévios sobre o assunto quando iniciou o seu mapa de um conceito geral de ondas e logo após foi especificando mais.

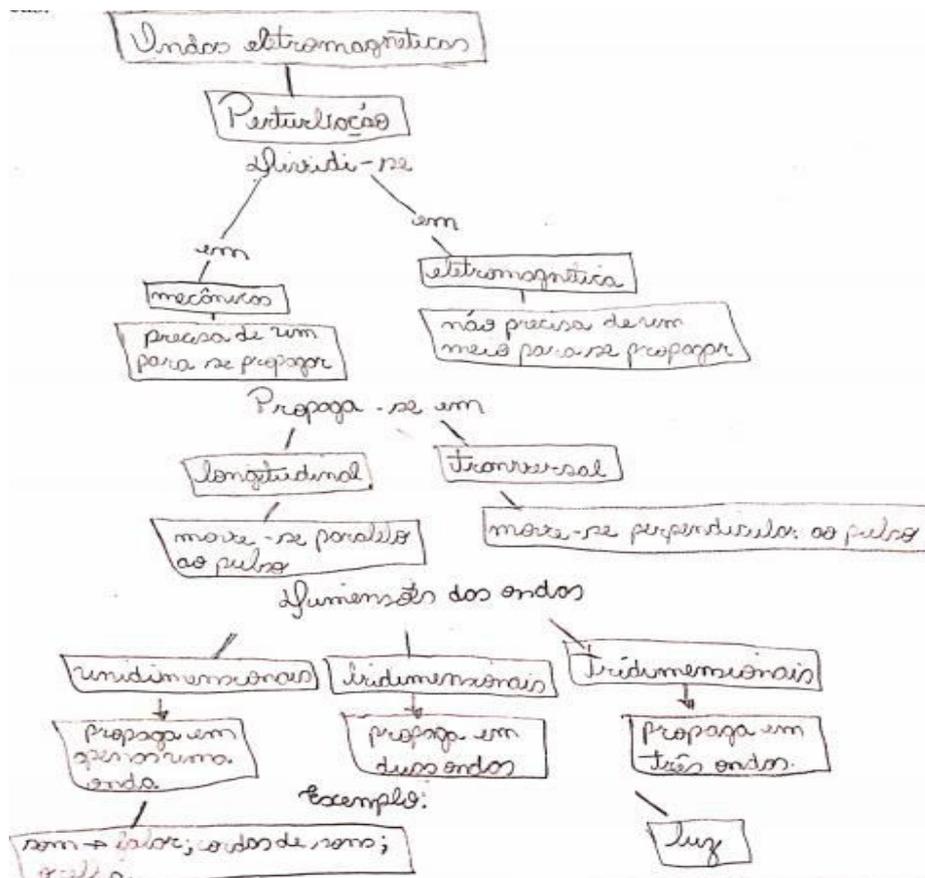
A ramificação do mapa foi agrupada em dois ramos maiores, quando a aluna Vania dividiu a sua ramificação na classificação das ondas, conteúdo trabalhado antes da aplicação do produto e um ramo no centro que conceitua os tipos de ondas presentes nas suas ramificações.

Em relação ao elemento conexões arbitrárias a aluna Vania utilizou como exemplos de ondas mecânicas o termo: <ondas de rádio, luz e raio x>, o que na verdade são exemplos de ondas eletromagnéticas, demonstrando um erro conceitual no exemplo citado.

Já o elemento diferenciação progressiva aparece presente na estrutura do mapa da Figura 25, quando a aluna apresenta conceitos de ondas mecânicas e eletromagnéticas e também consegue fazer a ramificação do seu mapa de acordo com a classificação das ondas quando a sua natureza e quanto a direção de propagação de uma onda.

Como nos outros mapas mostrados anteriormente, este também não possui elementos transversais, generalização e compreensão, o que demonstra a ausência de reconciliação integradora. Sendo assim este mapa analisado se encontra no nível dois.

**Figura 26-** Mapa conceitual da aluna Irene



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Pode-se inferir na Figura 26, que o mapa conceitual da aluna Irene apresenta a hierarquização dos conceitos, quando a mesma começou no topo do mapa pelo conceito geral e depois foi os diferenciando na parte de baixo até chegar aos exemplos.

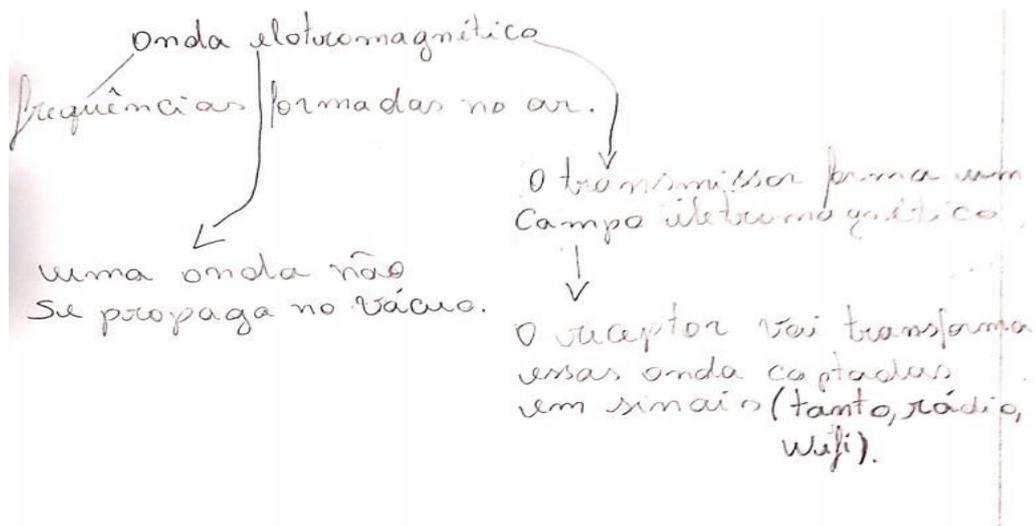
A ramificação também está presente sendo demonstrada na estrutura organizacional do mapa, quando a aluna utilizou a classificação e conceitos para interligar a sua estrutura.

No elemento conexões arbitrárias a aluna Irene utilizou o termo: <ondas eletromagnéticas> <perturbação><divide-se em><mecânica><eletromagnética>, demonstrando que ainda não entendeu o conceito de ondas, pois uma onda eletromagnética não se divide em mecânica e eletromagnética, esse conceito é equivocado. Outra conexão equivocada foi:<unidimensionais><propaga em apenas uma onda><bidimensionais><propaga em duas ondas><tridimensionais><propaga em três ondas>, nestas ramificações é possível perceber que a aluna utilizou o termo de propagação de um onda, duas ondas e três ondas, o que na verdade a aluna Irene deveria ter utilizado uma dimensão, duas dimensões e três dimensões.

Apesar de demonstrar alguns conceitos equivocados no mapa, pode-se perceber que a aluna Irene conseguiu diferenciar os conceitos do mais geral para o mais específico, chegando a demonstrar exemplos dos tipos de ondas citados no mapa.

Comparando de forma geral assim como os demais mapas analisados, a aluna Irene também não apresentou elementos transversais, generalização e compreensão. Portanto, a aluna Irene se enquadra no nível dois, demonstrando ausência de reconciliação integradora.

**Figura 27-** Mapa conceitual do aluno Carlos



Fonte: Protocolo de pesquisa.

O mapa apresentado na Figura 27, demonstra uma hierarquização frágil, notando-se poucas ramificações.

Com relação à ramificação, o aluno Carlos dividiu seu mapa em três ramos, mas apenas um seguiu a diferenciação dos conceitos.

O elemento conexões arbitrárias está presente no termo: <onda eletromagnética><uma onda não se propaga no vácuo>, demonstrando fragilidade nos conceitos apresentados, já que umas das características das ondas eletromagnética é a propagação no vácuo.

Pode-se perceber que o aluno Carlos, consegue fazer a diferenciação progressiva de forma fragilizada, no entanto consegue definir conceitos mais específicos em suas ramificações, tais como a relação de ondas eletromagnéticas com frequência, quando cita os transmissores e receptores de sinais de ondas de rádio.

A reconciliação integradora não acontece, pois, o mapa da Figura 27 não apresenta elementos transversais, generalização e compreensão; o que classifica esse mapa no nível dois.

**Figura 28-** Mapa conceitual do aluno Jairo



Fonte: Protocolo de pesquisa.

A Figura 28 apresenta o mapa conceitual do aluno Jairo e em sua organização percebe-se a hierarquização dos conceitos a partir do momento em que apresenta os conceitos do topo de forma ampla e sucessivamente vai diferenciando os conceitos.

A ramificação está presente na sua estrutura organizacional, quando o aluno Jairo dividiu o seu mapa em três ramos, e foi classificando as ondas de acordo com a direção de vibração e direção de propagação.

O elemento conexões arbitrárias aparece no termo: <o que ela pode ser><longitudinal><transversal>, as ondas eletromagnéticas são ondas transversais e não longitudinais.

Pode-se perceber que neste mapa o aluno Jairo conseguiu fazer a diferenciação progressiva dos conceitos, pois começou com um conceito mais geral de ondas eletromagnéticas e depois foi utilizando conceitos e classificações de acordo com suas características de forma a especificá-los.

Não foi possível observar neste mapa elementos transversais, generalização e compreensão dos conceitos, portanto percebe-se que não houve a reconciliação integradora, levando a classificá-lo no nível dois.

## **5.2. Segundo momento da UEPS**

No segundo momento da UEPS, ocorreu a explanação das dúvidas das questões feitas aos estudantes no início da aplicação do produto. Neste momento, houve a aplicação de um vídeo sobre a utilização das ondas eletromagnéticas no cotidiano e logo após houve a demonstração de um outro vídeo sobre a formação do arco-íris. Estes vídeos estão presentes no Apêndice A, os quais serviram como organizadores prévios dos estudantes. Logo em seguida, de acordo com a Figura 29 a turma foi dividida em quatro grupos e os alunos confeccionaram um disco de Newton, seguido de um roteiro com questões.

**Figura 29-Experimento Disco de Newton**



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No experimento Disco de Newton os alunos tiveram uma participação bastante proveitosa, havendo um grande envolvimento na atividade. Após a confecção, os grupos responderam as seguintes perguntas relativas aos experimentos.

**Questão 01: Explique o que é o disco de Newton, descreva qual a sua função:**

*Grupo 01: “Se você conseguir rodar muito rápido até o ponto de seu cérebro embaralhar as cores você verá Branco. Os raios solares são brancos, porém quando passa pela molécula de água ocorre a refração”.*

*Grupo 02: “É um objeto utilizado para a demonstração de cores”.*

*Grupo 03: “O disco de Newton é um disco, composto por sete cores, cores as quais pertencem ao arco-íris, sendo vermelho, laranja, amarelo, verde, azul claro, anil e violeta, nessa ordem, função de refração da luz, em que a certa velocidade do movimento circular, passa a ser branco, ou ao menos meio acinzentado, por causa da mistura das mesmas”.*

*Grupo 04: “É um dispositivo utilizado em demonstração de junções de cores”.*

Percebe-se que os estudantes dos grupos um e três conseguiram entender o experimento, demonstrando conhecimento científico sobre o assunto. Souberam expressar que a luz branca é a mistura de cores do espectro visível. Já os grupos dois e quatro apresentaram conceitos mais frágeis. O grupo dois acha que o disco é utilizado somente para demonstração das cores, não entendendo a sua real função relacionada ao estudo da luz. Enquanto o grupo quatro, entendeu

que o disco de Newton serve para unir as cores, mas não foram além na explicação sobre os conceitos científicos.

Segundo Silva (2014), a luz possui frequências ondulatórias de  $10^{14}$ Hz e as cores que formam essas ondas compõem o branco, cada uma com uma frequência diferente, então com o aumento da velocidade não é possível identificar as diferentes frequências.

**Questão 02: Observe o experimento. Quando você girou o disco de Newton o que aconteceu? Explique o fenômeno observado:**

*Grupo 01: “ A cor Branca se destacou. A junção de todas as cores torna perceptivo a cor Branca”.*

*Grupo 02: “Aconteceu uma mudança de cores, formando uma só cor. Por que ao movimentar o disco entre as cores, apenas uma é inalterada em nossa retina”.*

*Grupo 03: “Observamos que a junção das 7 cores em movimento; há a refração das cores em uma única cor, Branca, no caso a refração da luz”.*

*Grupo 04: “Ele ficou branco. Quando você gira o disco acontece o inverso da refração. Nesse caso, quando você gira o disco acontece a junção das cores”.*

Analisando as respostas dos grupos pode-se observar que os grupos um, dois e quatro, conseguiram perceber que quando as cores se juntam formam o branco. Já o grupo três, apresentou um conceito distorcido ao dizer que ocorre a refração em uma única cor.

**Questão 03: Quando o disco de Newton está em repouso você consegue observar o mesmo fenômeno? Por quê?**

*Grupo 01: “Não pois quando está repouso o fenômeno não acontece porque não há uma junção óptica de cores”.*

*Grupo 02: “Não pois não está acontecendo este movimento, e todas as cores são visíveis”.*

*Grupo 03: “Não. É necessário que haja um certo movimento rápido, para que o fenômeno ocorra”.*

*Grupo 04: “Não. Pois ele não está em movimento, e assim as cores não se junta, pois você vê elas separadamente.*

Nessa questão todos os estudantes conseguiram perceber que o fenômeno só é possível de ser observado com o disco em movimento, havendo necessidade de uma certa velocidade para que haja mistura das cores.

Segundo Helerbrock (2019), a velocidade de propagação da luz no ar e no vácuo é de  $3 \cdot 10^8$ m/s, já o tempo necessário para a luz chegar a nossa retina é de menos de  $10^{-8}$ s, portanto um tempo muito pequeno, mas o processo da visão é mais do que a luz chegar até a retina;

depende de outros fatores bioquímicos. Devido a esses fenômenos é necessário que o disco se mova a uma velocidade mínima para que se possa enxergar o branco.

**Questão 04: Qual a relação do vídeo sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas com o disco de Newton:**

*Grupo 01: “Através de ondas a luz e refletida causando essa imagem”.*

*Grupo 02; “Ondas Visíveis”.*

*Grupo 03: “São ondas visíveis que como as ondas eletromagnéticas ocorrem também no vácuo”.*

*Grupo 04: “Elas são emitidas através dos raios solares”.*

Percebe-se nessa questão que nenhum grupo conseguiu fazer a relação da aplicação das ondas eletromagnéticas apresentadas no vídeo com a luz visível investigada neste experimento, fizeram a explicação relacionada apenas ao experimento.

**Questão 05: Qual o fenômeno ondulatório ocorre na formação do arco-íris? Descreva como acontece este fenômeno:**

*Grupo 01: “Refração. Os raios solares refletidos nas gotinhas de água refletem cores que causam o arco-íris”.*

*Grupo 02: “Refração. Ocorre uma reflexão da luz do sol sobre as gotas de água”.*

*Grupo 03: “Refração da luz- onde as partículas que estão no ar, após lançada a luz do sol, há a refração da luz branca em um prisma, refletindo a 7 cores presentes no arco-íris”.*

*Grupo 04: “Refração. Quando você está jogando água nas plantas. Os raios de sol atravessam as gotículas de água e assim transmite as cores bases”.*

De acordo com o autor citado posteriormente o arco-íris é formado dessa forma:

As gotas de chuva agem como um espelho côncavo. Vemos o arco-íris na parte do céu oposta ao sol porque essas gotas refletem a luz do sol depois de refratá-la, a partir de um determinado ângulo atingido pelo sol, mais precisamente  $42^\circ$  acima do horizonte. O movimento do arco para baixo e para cima é inversamente proporcional ao movimento do sol. As ondas da luz do sol, de diferentes comprimentos, são inclinadas em diferentes ângulos, desdobram-se em cores e passam pelo interior da chuva até atingir a parte côncava do lado inverso, refletidas novamente para baixo. Quando passam novamente da água para o ar, são mais uma vez refratadas, inclinadas de novo em ângulos diferentes (BOYER, 1959, p.298).

Nesta questão todos os grupos acertaram o fenômeno ondulatório presente na formação do arco-íris, conseguiram explicar que quando a luz do sol atravessa as gotículas de água ele é refratado e refletido separando as cores.

### 5.3. Terceiro momento da UEPS

No terceiro momento representado na Figura 30 houve uma aula expositiva, onde foi feita uma revisão de Ondulatória, conteúdo estudado antes da aplicação do produto abordando os conceitos de onda, classificação, características de uma onda, equação da ondulatória, fenômenos ondulatórios; para depois começar a explicar o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

Nesse tópico foi abordado um pouco da sua história de como acontece a geração de uma onda eletromagnética e onde é utilizada. Nesta aula houve a utilização de vídeo demonstrando um experimento da descoberta das ondas eletromagnéticas e também o uso do aplicativo Phet para a demonstração da propagação das ondas de rádio em uma antena.

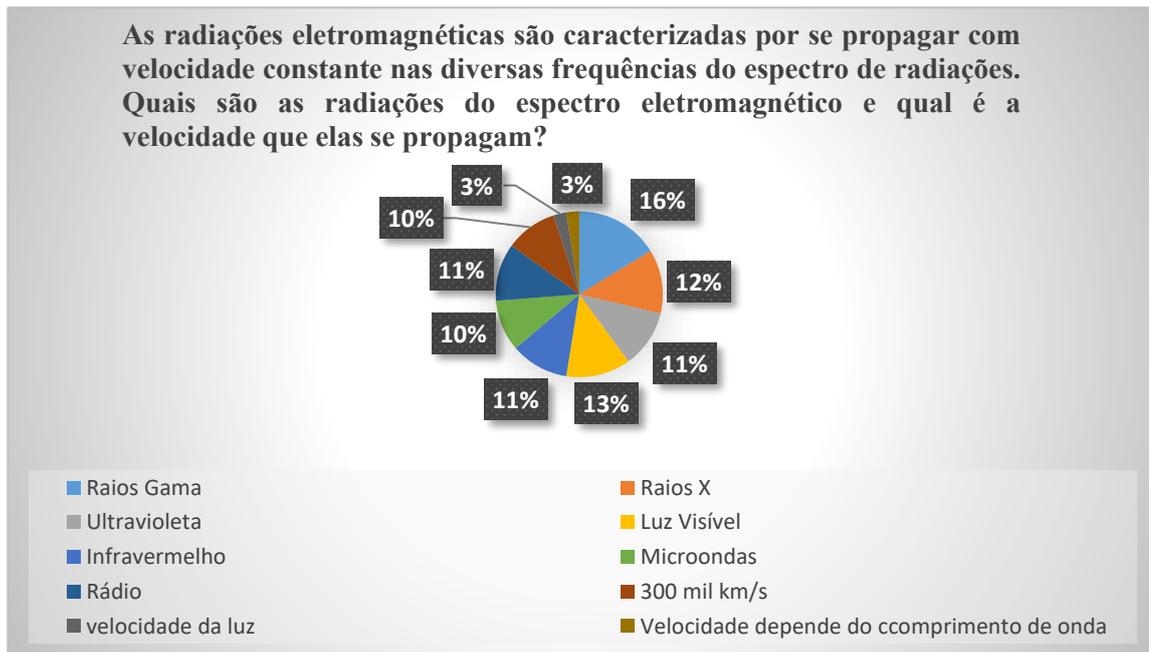
Logo em seguida, após a explicação do conteúdo foi aplicado um questionário aos estudantes com o objetivo de identificar a diferenciação progressiva dos conceitos abordados. Segundo Silva et al. (2014), a diferenciação progressiva ocorre quando há a ancoragem de novos conceitos à estrutura cognitiva do estudante, através da modificação de um subsunçor prévio. Essa modificação pode ser vista no questionário através dos novos conceitos apresentados pelos estudantes em suas respostas.

**Figura 30-** Aula Expositiva sobre Ondas Eletromagnéticas



Fonte: Protocolo de pesquisa.

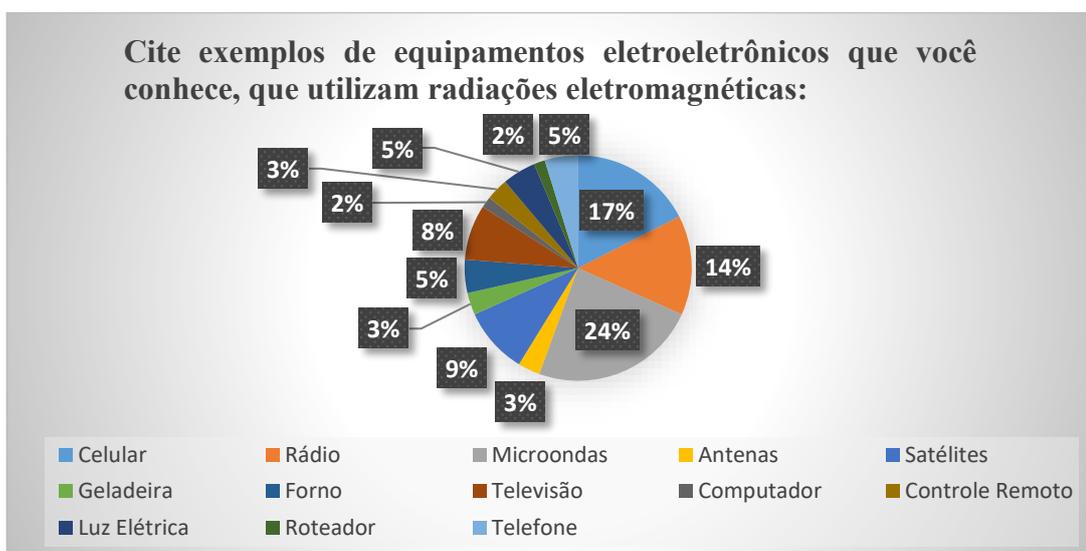
**Figura 31-** Gráfico da primeira questão do questionário do 3º Momento



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Pode-se perceber na Figura 31, que a maior parte dos alunos citaram todas as faixas do espectro eletromagnético e que na hora de falar sobre a velocidade de propagação da onda 11% souberam dizer qual é o valor. Já 3% falaram que a velocidade de propagação da onda depende do comprimento de onda. Nesse gráfico fica claro o desenvolvimento dos conhecimentos dos alunos. Nota-se que começaram a diferenciar os conceitos do mais geral para o mais específico, demonstrando indícios de diferenciação progressiva.

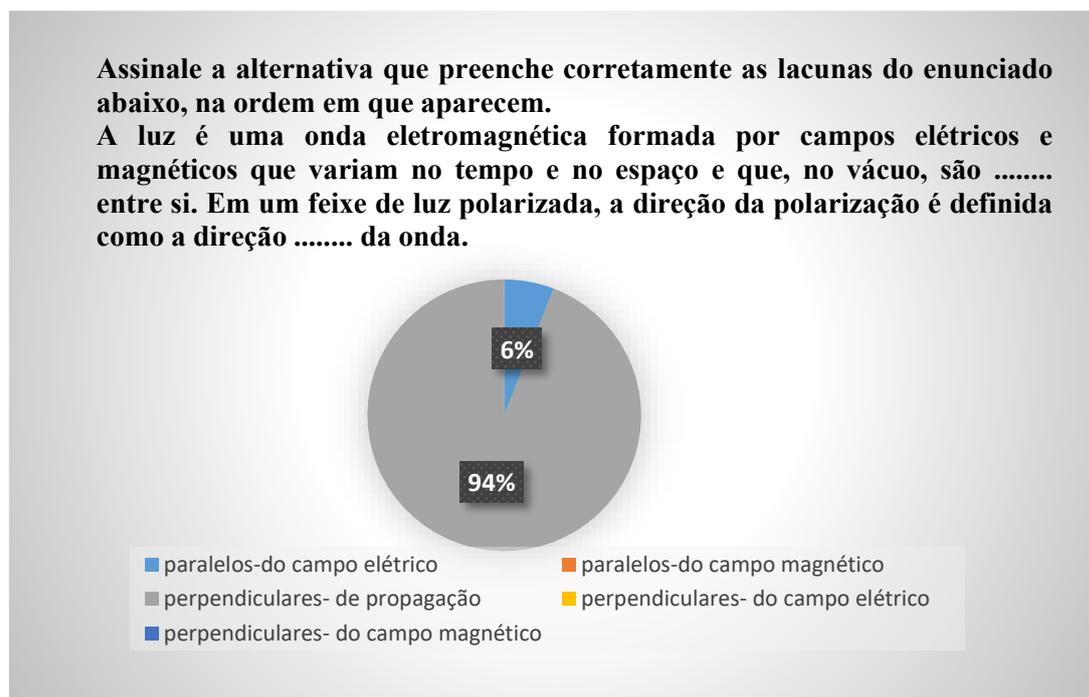
**Figura 32-**Gráfico da segunda questão do questionário do 3º Momento



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 32 começa a ficar mais evidente o desenvolvimento da aprendizagem. Pode-se observar que os alunos já conseguem relacionar as ondas eletromagnéticas com a sua aplicação no cotidiano, os mesmos citaram diversos aparelhos que utilizam algum tipo de radiação. Os aparelhos mais citados pelos alunos foram o micro-ondas, os satélites e o controle remoto. Já os celulares que são utilizados por eles em grande escala foram pouco citados, como aparelho que utiliza radiação.

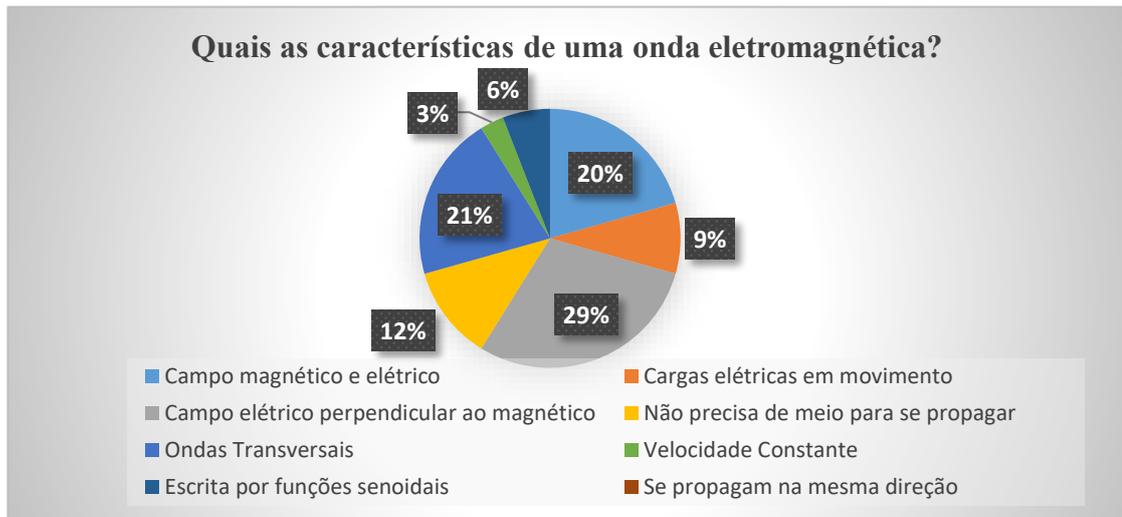
**Figura 33-** Gráfico da Terceira questão do questionário do 3º Momento



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Essa questão aplicada no questionário é objetiva e aborda características de uma onda eletromagnética. Pode-se inferir a partir da Figura 33, que 94% dos alunos conseguiram acertar a palavra do primeiro pontilhado, demonstrando ter o conhecimento de que os campos elétricos e magnéticos são perpendiculares entre si. Já em relação à direção na polarização de uma onda eletromagnética, pode-se perceber que é definida como a direção do campo elétrico e não de propagação, apresentando nessa parte um erro conceitual dos alunos.

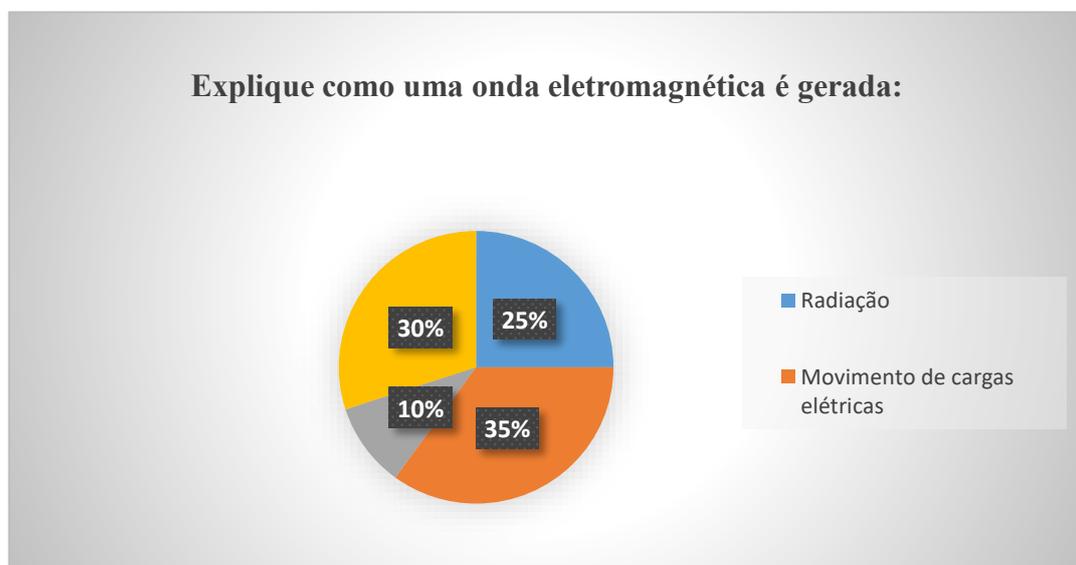
**Figura 34-** Gráfico da quarta questão do questionário do 3º Momento



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na questão abordada na Figura 34, pode-se observar que os estudantes conseguiram citar várias características das ondas eletromagnéticas, estes demonstraram que conseguiram entender como uma onda eletromagnética é formada. Dessas características a única que ficou meio incompleta foi que as cargas elétricas, além de estarem em movimento precisam ser aceleradas para que uma onda eletromagnética seja gerada.

**Figura 35-**Gráfico da quinta questão do questionário do 3º Momento



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 35 alguns estudantes citaram que as ondas eletromagnéticas são geradas por meio de radiação, por cargas elétricas em movimento, por perturbação no meio ou por condução no meio.

Os estudantes que citaram que as ondas eletromagnéticas são geradas por radiação, fizeram uma confusão nos conceitos de como ela é gerada, pois durante a explicação foi dito que como ela se irradia para fora de onde foi gerada, pode ser chamada de radiação.

Desses estudantes 30% disseram que ela precisa ser conduzida por um meio, não entendendo que ela se propaga no vácuo. Apenas 45% dos estudantes citaram conceitos corretos de que as ondas eletromagnéticas são geradas por perturbações e por movimento de cargas elétricas, só faltou dizer que elas precisam ser aceleradas, mas pode-se perceber que conseguem diferenciar que elas precisam estar em movimento e não em repouso como em um campo eletrostático.

#### 5.4. Quarto momento da UEPS

No quarto momento foi realizada outra aula expositiva sobre o Espectro Eletromagnético e suas aplicações no cotidiano. Nesse momento foi explicada para os estudantes, a diferença entre as faixas de radiação do espectro, suas frequências e comprimentos de onda, bem como qual a faixa de radiação que se consegue enxergar e as que não se conseguem.

Para chamar a atenção antes da aula expositiva os estudantes receberam a seguinte questão:

**Questão 01- Você consegue enxergar a luz do controle remoto? Explique como faria para visualizá-la:**

*“Não, usei um aparelho eletrônico (radiação do celular)”. (Adelaide)*

*“Sim. Usei a câmera do telefone para visualizar melhor”. (Jairo)*

*“Sim, não a olho nu mas com o celular, ele capta as ondas eletromagnéticas”. (Monike)*

*“Sim, não visível a olho nu mas com o uso do aparelho celular as ondas são transmitidas e visualizadas mais facilmente pela transmissão radioativa”. (Karina)*

*“Sim, utilizando a câmera do celular, porque a luz do controle remoto não é visível a olho nu, observamos a luz infra-vermelho”. (Thamara)*

*“Sim, pela lente da câmera é possível visualizar uma luz vermelha por causa da radiação solar, a olho nu não se ver”.(Luara)*

**Questão 02- Ligue a câmera do celular e aponte para luz do controle remoto. O que aconteceu: Explique o que observou: Qual o tipo de radiação é emitido pelo controle remoto?**

*“Consegui visualizar uma luz. Radiação infravermelho”. (Adelaide)*

*“Você consegue ver a luz emitida pelo controle remoto. Radiação infravermelho”. (Jairo)*

*“A luz ficou vermelha, radiação eletromagnética”. (Monike)*

*“A luz apareceu com facilidade, radiação eletromagnética”. (Karina)*

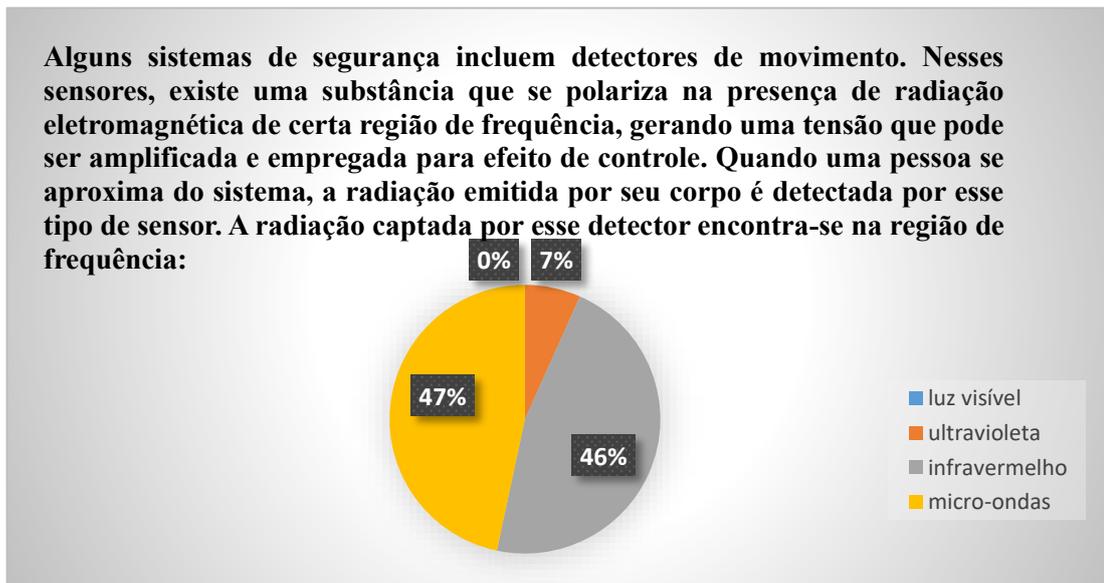
*“Conseguimos ver a luz no controle, pois vê se a luz infravermelha ou radiação infravermelha”.(Thamara)*

*“A luz ficou vermelha radiação infravermelha ao olho nu ela não aparece, na lente da câmera ela aparece”. (Luara)*

A partir dessas duas questões, percebe-se que os estudantes já estão fazendo a diferenciação progressiva das faixas de radiação. Nas suas respostas demonstraram que sabem que não é possível visualizar o infravermelho a olho nu, e que é necessário o auxílio do celular para visualizá-las. Durante a aula expositiva sobre as faixas de radiação eletromagnética, foi possível esclarecer o motivo de não ser possível ver essa faixa de radiação e também de explicar que as câmeras de celular captam as faixas de radiação do infravermelho tornando possível de se enxergar essa luz.

Houve a explicação da diferença entre as faixas do espectro eletromagnético, a qual foi apresentada aos alunos a questão da frequência e comprimento de onda de cada uma e suas aplicações no cotidiano. Posteriormente foi aplicado um questionário com quatro questões do ENEM e uma questão discursiva.

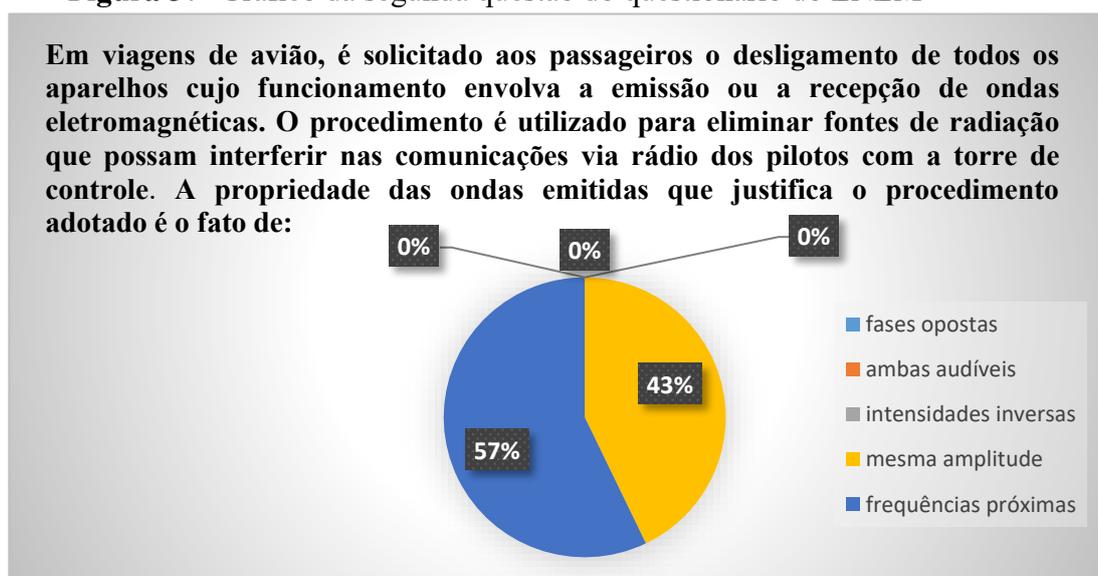
**Figura 36-** Gráfico da primeira questão do questionário do ENEM



Fonte: Protocolo de pesquisa.

A Figura 36, apresenta as repostas dos alunos sobre o tipo de radiação detectada pelo sensor. Pode-se observar que as respostas tiveram uma maior concentração nas micro-ondas e na radiação do infravermelho, com diferença de apenas 1% entre as faixas com maior resposta. A faixa de radiação detectada pelo sensor está na faixa do infravermelho, radiação emitida pelo corpo humano.

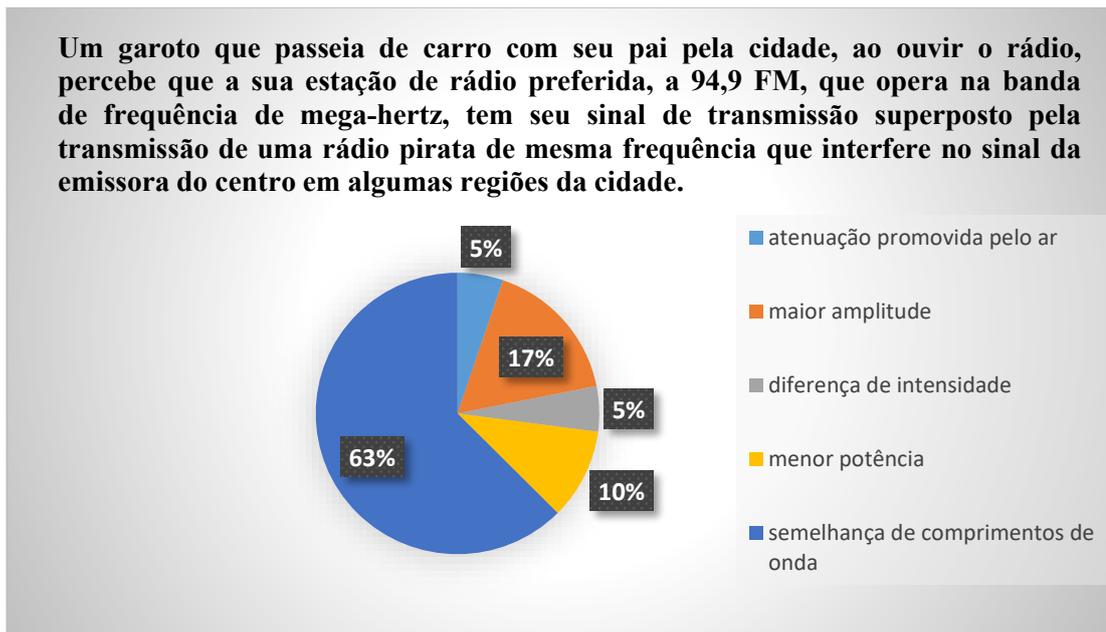
**Figura 37-** Gráfico da segunda questão do questionário do ENEM



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 37, pode-se observar que 57% dos alunos acertaram a questão demonstrando conhecimento sobre os fenômenos ondulatórios. Já que esta diz respeito ao fenômeno da interferência, quando marcam a opção de frequências próximas. Em contrapartida 43% da turma acredita que os celulares precisam ser mantidos desligados por causa da amplitude, que é uma característica das ondas. As demais alternativas não foram marcadas.

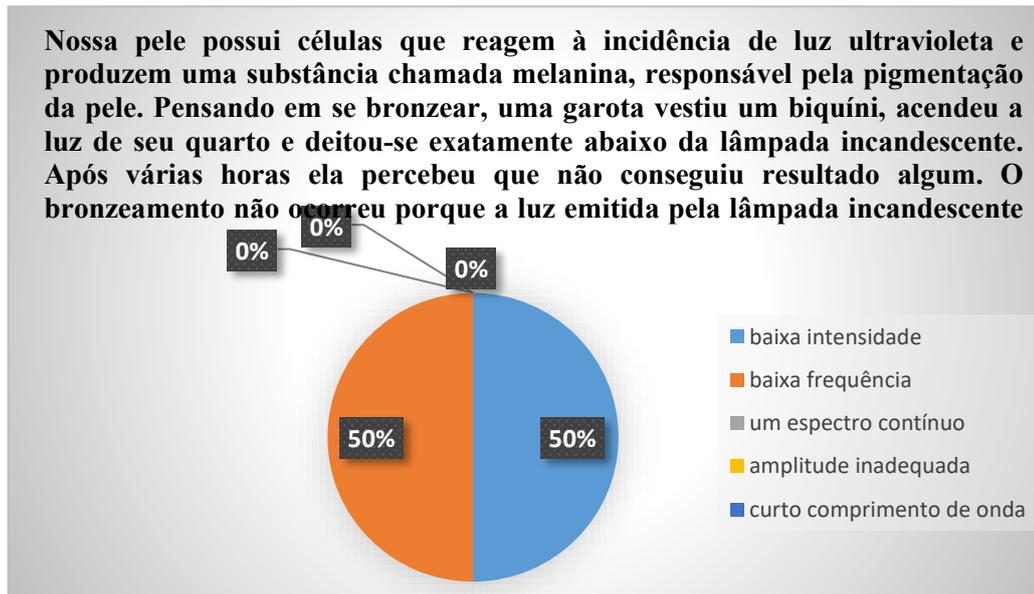
**Figura 38**-Gráfico da terceira questão do questionário do ENEM



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 38, pode-se perceber que o objetivo do questionário está sendo alcançado, pois 63% dos alunos responderam ao questionário de forma correta, quando disseram que a superposição das ondas de rádio se dá pela semelhança dos comprimentos de onda. Portanto há a demonstração de que os estudantes já estão conseguindo fazer a diferenciação dos conceitos em relação às características de cada faixa do espectro eletromagnético. O erro conceitual ainda existe, pois, alguns alunos relacionaram a interferência das ondas de rádio a amplitude, potência e diferença de intensidade.

**Figura 39-** Gráfico da quarta questão do questionário do ENEM



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Percebe-se na Figura 39, que houve um empate sobre o tipo de radiação que é emitido pela lâmpada incandescente, metade dos estudantes acreditam que o bronzeamento da garota não ocorreu por causa do curto comprimento de onda e a outra metade acredita que é por causa da baixa frequência; o que está correto de acordo com a classificação do espectro (infravermelho, luz visível, ultravioleta). A lâmpada incandescente emite radiação na faixa do infravermelho o que indica que possui menor frequência do que a radiação ultravioleta, necessária para o bronzeamento.

Já em relação ao comprimento de onda ocorre o contrário, o infravermelho possui maior comprimento de onda do que o ultravioleta, demonstrando assim que os alunos fizeram confusão entre comprimento de onda e frequência.

**Quadro 4**-Questão do questionário investigativo sobre as faixas de radiação, conceito de espectro eletromagnético e suas aplicações

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade/%</b>
Tipos Radiação	<p><i>“Raio x, infravermelho, raio gama, raio ultravioleta, micro-ondas, luz visível, ondas de rádio”(Q5, A M)</i></p> <p><i>“Raios gama, raios x, raios ultravioleta, micro-ondas, luz visível, ondas de rádio, infravermelho”.(Q5, A K)</i></p> <p><i>“ondas de rádio, micro-ondas, ultravioleta, infravermelho, luz visível, raios x, raio gama” ( Q5, A TH)</i></p> <p><i>“raio X, infravermelho, raio gama, ultravioleta, micro-onda, luz visível, ondas radiadas”(Q5, A J)</i></p> <p><i>“Luz visível, raios gama, ultravioleta, infravermelho, micro-ondas, raio x, radiação”(Q5 A L)</i></p> <p><i>“luz visível, raios ultravioleta, infravermelho, micro-ondas, raio x, ondas de rádio, raios gama” (Q5 A S)</i></p> <p><i>“Raios UV, raio X, micro-ondas infravermelho, raios gama, ondas de rádio”(Q5 A C)</i></p> <p><i>“ultravioleta, raio x, infravermelho”(Q5 A Cl)</i></p> <p><i>“raio ultra violeta, raio x, micro ondas, ondas de rádio, infra vermelho, raios gama, luz visível”( Q5 A Lc)</i></p> <p><i>“raios ultravioletas, raios infravermelho, raios gama, raios x, luz visível, micro-ondas, ondas de rádio” (Q5 A R)</i></p> <p><i>“microondas, raio x, infravermelho, ultravioleta, raio gama, ondas de rádio, luz visível (Q5 A AA)</i></p>	11 (20%)

Fonte: Protocolo de pesquisa.

De acordo com o Quadro 04, pode-se observar que na categoria “Tipos de radiação” teve uma ocorrência de 20% de Unidades significativas (US), demonstrando que os alunos possuem conhecimento sobre as faixas de radiação.

Todos os estudantes conseguiram citar em suas repostas os tipos de radiação da faixa do espectro eletromagnético.

**Quadro 5**-Questão do questionário investigativo sobre as faixas de radiação, conceito de espectro eletromagnético e suas aplicações

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade/%</b>
Conceito/ característica	<i>“faixa onde há formas de ondas com várias frequências” (Q5, A K)</i> <i>“onde encontramos 7 tipos diferentes de ondas” ( Q5, A TH)</i> <i>“possui menor comprimento de onda” (Q5 A L)</i> <i>“não vemos a olho nu” (Q5 A L)</i> <i>“ondas de calor” (Q5 A L)</i> <i>“é o que a gente ver com os olhos” (Q5 A Lc)</i> <i>“permite visualizar tudo ao redor” (Q5 A AA)</i> <i>“permite comunicação” (Q5 A AA)</i> <i>“permite visualizar tudo ao redor” (Q5 A AA)</i> <i>“é tudo aquilo que está ao seu redor ou seja tudo aquilo que faz parte do nosso dia a dia e o espectro contém 7 faixas” (Q5 A I)</i> <i>“é tudo aquilo que podemos ver a olho nu” (Q5 A I)</i>	11 (20%)

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na categoria apresentada no Quadro 05, de “Conceitos/ características” observou-se que apenas dois alunos conseguiram conceituar o espectro eletromagnético, os demais conceitos são de um dos tipos de radiação do espectro e também de alguma característica desses tipos de radiação, representando também 20% das US.

**Quadro 6**-Questão do questionário investigativo sobre as faixas de radiação, conceito de espectro eletromagnético e suas aplicações

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade/%</b>
Saúde	<i>“eliminação de células cancerosas”. (Q5, A K)</i> <i>“localizar fraturas” (Q5, A K)</i> <i>“prejudicial a pele” (Q5 A L)</i> <i>“permite ver o osso” (Q5 A L)</i> <i>“fazem mal a saúde” (Q5 A L)</i> <i>“transmite imagem de alguma fratura “(Q5 A Cl)</i> <i>“pode causar queimadura” (Q5 A Lc)</i> <i>“tira foto do seu corpo por dentro da pele os ossos” (Q5 A Lc)</i> <i>“tratamento de tumores e scanner” (Q5 A R)</i>	9 (17%)

No Quadro 06 que se refere à categoria saúde, pode-se perceber que os alunos possuem conhecimento sobre os pontos positivos e negativos da utilização da radiação na medicina, conseguindo apresentar as causas da exposição à radiação. Nessa categoria há a incidência de indícios de senso crítico nas respostas, quando dizem que a radiação faz mal à saúde, mas também sabem que a mesma se faz necessária em alguns tratamentos médicos como o câncer e tratamento de fraturas.

**Quadro 7-**Questão do questionário investigativo sobre as faixas de radiação, conceito de espectro eletromagnético e suas aplicações

Categorias	US	Quantidade/%
Cotidiano	<p><i>“usada para chegar ate a torre e da torre ate o celular, rádio” (Q5, A M)</i></p> <p><i>“bronzamento” (Q5, A K)</i></p> <p><i>“aquecer alimentos” (Q5, A K)</i></p> <p><i>“transmitir sinais” (Q5, A K)</i></p> <p><i>“detectar objetos, preços” (Q5, A K)</i></p> <p><i>“presentes nos aparelhos usados como, celular, tv, radio” ( Q5, A TH)</i></p> <p><i>“pode interferir nas comunicações” (Q5 A S)</i></p> <p><i>“emitida por seu corpo”( Q5 A S)</i></p> <p><i>“aparelhos eletromagnéticos”( Q5 A S)</i></p> <p><i>“maquinas que as pessoas usam para se ver” (Q5 A S)</i></p> <p><i>“aparelho utilizado para esquentar comida” (Q5 A C)</i></p> <p><i>“utilizado no controle remoto” (Q5 A C)</i></p> <p><i>“utilizado nas usinas para a produção de energia” (Q5 A C)</i></p> <p><i>“encontrada nas torres de rádio” (Q5 A C)</i></p> <p><i>“é transmitida através de raios solares” (Q5 A Cl)</i></p> <p><i>“câmara de bronzamento artificial” (Q5 A Cl)</i></p> <p><i>“encontrada através de câmeras” (Q5 A Cl)</i></p> <p><i>“usamos para esquentar comida” (Q5 A Lc)</i></p> <p><i>“encontrado nas câmara de bronzamento, luz negra, enfeites de festa, pisca-pisca, lanternas, leitor de QR code” (Q5 A R)</i></p> <p><i>“sensores de movimento” (Q5 A R)</i></p> <p><i>“usado em máquinas de raio x e ressonância” (Q5 A R)</i></p> <p><i>“emitir sinal” (Q5 A R)</i></p> <p><i>“radiação do sol”” (Q5 A I)</i></p>	23 (43%)

Fonte: Protocolo de pesquisa

Já a categoria “Cotidiano”, abarca 43% das US demonstrando que os alunos conseguem relacionar as faixas do espectro eletromagnético com as suas aplicações no cotidiano.

Segundo Rangel (2017), o objetivo do enfoque CTSA é o desenvolvimento do senso crítico em relação à aplicação da tecnologia na sociedade, mostrando nessa categorização que os alunos através dos conhecimentos adquiridos ao longo da UEPS, já são capazes de se posicionar em relação as suas aplicações no seu meio, dando exemplos de suas aplicações e as possíveis consequências do excesso de sua utilização.

### **5.5. Quinto momento da UEPS**

O quinto momento foi o mais esperado pelos estudantes, nesse momento realizou-se uma visita à Rádio FAMA de Alegre-ES, onde os estudantes puderam fazer a consolidação dos conhecimentos. Nesse dia eles participaram da programação da Rádio cantaram algumas músicas, foram entrevistados sobre o objetivo da visita e puderam fazer perguntas sobre a radiação emitida pelas ondas de rádio. Essa visita foi agendada previamente e as perguntas que os estudantes fariam ao radialista também, para que o mesmo tivesse conhecimento sobre o objetivo da visita.

Os estudantes se mostraram muito animados e interessados em todos os detalhes durante a visita, quando chegaram à rádio a secretária fez o atendimento mostrando o lugar. A mesma pediu que um dos radialistas que não estava ao vivo explicasse o funcionamento da rádio. Ele falou a respeito de como fazer a programação, sobre audiência, sobre a escolha das músicas que entram no ar, as propagandas e até mesmo acerca dos velórios que são anunciados na rádio.

Em seguida todos entraram na sala onde a transmissão da rádio é feita ao vivo durante os intervalos da programação o radialista foi respondendo às perguntas feitas pelos estudantes.

A Figura 40 representa a visita dos estudantes a Rádio, retratando os vários momentos que tiveram no decorrer da visita.

**Figura 40-Visita técnica a Rádio**



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Após visita à Rádio local representada na Figura 41, os estudantes tiveram que fazer um relatório individual respondendo às perguntas a seguir:

- a) Quais as principais diferenças entre as faixas AM e FM?
- b) Qual a função das ondas de Rádio?
- c) Como ocorre a transmissão dessas ondas?
- d) Quais os pontos positivos e negativos da sua utilização?
- e) Existe alguma restrição na instalação das antenas de transmissão? Quais são?
- f) Explique qual a função dessas restrições em relação a sociedade?

Devido a ocorrência de repostas que abordam os mesmos conceitos, será apresentado apenas o relatório de três estudantes:

**Figura 41-**Relatório da visita técnica da aluna Irene

a) AM = amplitude modulada FM = frequência modulada  
 No dia 08 de julho de 2019 fomos até a rádio fazer uma visita, para conhecer o local, como funciona, como que foi para fazer o rádio, e como eles fazem para ter a amplitude modulada, ou a frequência modulada. O alcance da AM é muito superior à da FM. Nos termos técnicos, a AM opera entre 500 e 1600 KHZ, já a FM entre 88 e 108 MHz. O sinal de alcance da FM no ar não ultrapassa os 100 Km.  
 b) Ondas de rádio é um tipo de radiação eletromagnética, com comprimento de onda variável, frequência menor do que a radiação infravermelha.  
 c) As ondas de rádio não andam mais rápido em transmissão radiográfica ou em telefonia, mas também em transmissão telefônica, televisão, rádio, etc.  
 d) A faixa AM funciona entre 500 e 1600 KHZ, agindo em amplitude modulada, ela apresenta uma variação de frequência inferior a FM, ou seja, um alcance maior. Já a FM funciona entre 88 e 108 MHz, sua frequência é maior, porém alcance menor, sendo a operadora da AM. As rádios FM conseguem captar uma pequena faixa em termos de regiões geográficas, enquanto o alcance das ondas AM permite que elas sejam recebidas até mesmo em áreas interiores.  
 e) Não, as antenas devem ser instaladas longe da população porque emitem radiação. f) Como restrições funciona para que não cause problemas de saúde, mas por não ondas emitem radiação que pode levar a problemas à saúde das pessoas que no local se encontram.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

O relatório da aluna Irene apresentado na Figura 41, responde às perguntas feitas na atividade quando explica a diferença entre as faixas AM e FM. Ela explicou a questão do alcance e da sua aplicação, porém não soube explicar muito bem como ocorre a transmissão das ondas de rádio, e nem mesmo citar quais as restrições existem para a instalação das antenas de transmissão, apenas conseguiu falar que a exposição das pessoas a essas ondas pode causar problemas de saúde.

**Figura 42-**Relatório da visita técnica do aluno Carlos

1) AM = tem muito ruído  
 FM = um som mais limpo

b) transmite sinais para longas distâncias.

c) atração de sinais de antenas

d) Positivo → ficar <sup>atendendo</sup> as últimas notícias e para informar o cliente promoções e preços de diversos produtos.  
 Negativo → depois da visita a rádio Fama pode formar uma opinião; não há pontos negativos

e) sim, a questão imposta pela Anatel, limites para a instalação de transmissores. E as torres precisam ficar em lugares altos para garantir a entrega de um sinal bom.

f) É restrito pois pode afetar a saúde humana pelo alto índice de radiação na área. Segundo um dos trabalhadores da rádio, ele conheceu um homem que era técnico de manutenção e devido à muitas horas de trabalho perdeu todos os dentes da boca sendo exposto à radiação.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

O relatório do aluno Carlos apresentado na Figura 42 demonstrou mais respostas aos questionamentos feitos nesta atividade, além de falar sobre a diferença entre as faixas AM e FM. Ele conseguiu entender a função das ondas de rádio que é a transmissão de sinais a longas distâncias, o estudante também conseguiu relacionar a transmissão das ondas com as antenas, em relação aos pontos negativos e positivos da sua utilização o mesmo achou que só existem pontos positivos, citando a comunicação como fator principal. Já como ponto negativo mesmo falando sobre as restrições para a instalação das antenas de transmissão, chegou à conclusão que não existem pontos negativos, não conseguiu fazer a relação entre as duas perguntas.

É importante ressaltar que prestou atenção na fala do radialista quando frisou que conhece um funcionário que foi prejudicado com a exposição às ondas de rádio, perdendo todos os dentes.

Durante a explicação o radialista também falou que nos dias atuais a proteção é maior, e que a exposição a essas radiações é bem menor. Acrescentou que os aparelhos de transmissão hoje são blindados e que em cidades maiores como São Paulo as antenas de transmissão são colocadas nos prédios, porém o andar onde são colocadas não podem ser habitados.

**Figura 43-** Relatório da visita técnica da aluna Thamara

a) A principal diferença entre as faixas AM e FM é que a AM (Amplitude Modulada) percorre uma distância muito maior que a FM (Frequência Modulada) porém a FM tem um sinal mais limpo.

b) Elas transmitem uma onda sonora, levando a som até as pessoas, como as músicas os programas da rádio e etc.

c) As ondas estão primeiramente na antena de controle da rádio que fica a um ponto onde atinja sua visão, onde o sinal é transmitido para a rádio local, onde tem equipamentos especializados para fazer os controles certos da onda para ser transmitida para os radios da casa das ouvintes.

d) Os pontos positivos é que facilita a comunicação com a população, entretenimento, etc. e ponto negativo que é uma onda que emite radiação as sim podendo ser prejudicial a saúde.

e) As antenas devem ser instaladas em pontos altos da cidade mas que possa ver a antena da rádio local, para a transmissão de um sinal limpo na cidade.

f) Creio eu que a função dessas restrições são porque são emitidos junto a essas ondas radiação que são prejudiciais a saúde e por isso uma antena mais afastada num ponto mais alto percorre um sinal melhor a uma distância maior.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

No relatório da aluna Thamara na Figura 43, ela apresentou as diferenças entre as faixas AM e FM, mas quando falou da função das ondas de rádio usou um conceito equivocado dizendo que as ondas de rádio emitem ondas sonoras e não, sinais de transmissão. Os outros pontos do relatório foram respondidos corretamente, só não foi citada qual a restrição existe para a instalação das antenas de transmissão, somente explicou o motivo.

Após a visita a rádio, foi agendada uma outra visita ao laboratório de Física da UFES de Alegre-ES. Nessa visita um estagiário, o qual acompanhamento em sala de aula apresentou aos estudantes cinco experimentos sobre ondas eletromagnéticas.

O primeiro experimento da Figura 44 foi a demonstração do espectro eletromagnético de uma lâmpada de hélio e depois de uma lâmpada de mercúrio, o objetivo destes experimentos era a identificação dos tipos de espectro emitidos por cada tipo de átomo.

Fonte:

**Figura 44-**Espectro atômico Hélio (He) e Mercúrio (Hg)



Protocolo de pesquisa.

Logo em seguida após todos terem visualizado os espectros dos diferentes materiais, foi apresentado a eles, de acordo com Figura 45, outro experimento de uma câmara escura com uma lâmpada de luz negra, e dentro dela foi colocado duas placas pintadas com pigmentos diferentes uma fluorescente e a outra fosforescente, o objetivo deste experimento era de que os alunos entendessem a diferença entre os dois tipos de materiais quando expostos a luz.

**Figura 45-** Experimento placa fluorescente e fosforescente



Fonte: Protocolo de pesquisa.

O experimento da Figura 46 teve como objetivo demonstrar na placa fosforescente os níveis de energia apresentada pelos diferentes tipos de luz do laser, mostrando que de acordo com a frequência elas podem arrancar mais ou menos elétrons do material, riscando a placa com maior intensidade.

**Figura 46-Proteção UV**



Fonte: Protocolo de Pesquisa.

Na mesma câmara escura os alunos tiveram a oportunidade de visualizar a sujeira em suas mãos representados a Figura 47, neste experimento o estagiário jogou nas mãos deles uma mistura de álcool e tinta fluorescente, que quando expostas a luz, mostram a sujeira.

Em seguida tiveram que passar protetor nas mãos e logo após expor à luz novamente. Nesse momento os alunos percebem que não dá mais para visualizar a sujeira, percebendo que o protetor solar cria uma camada na pele que impede a radiação

**Figura 47- Experimento do sabão em pó**

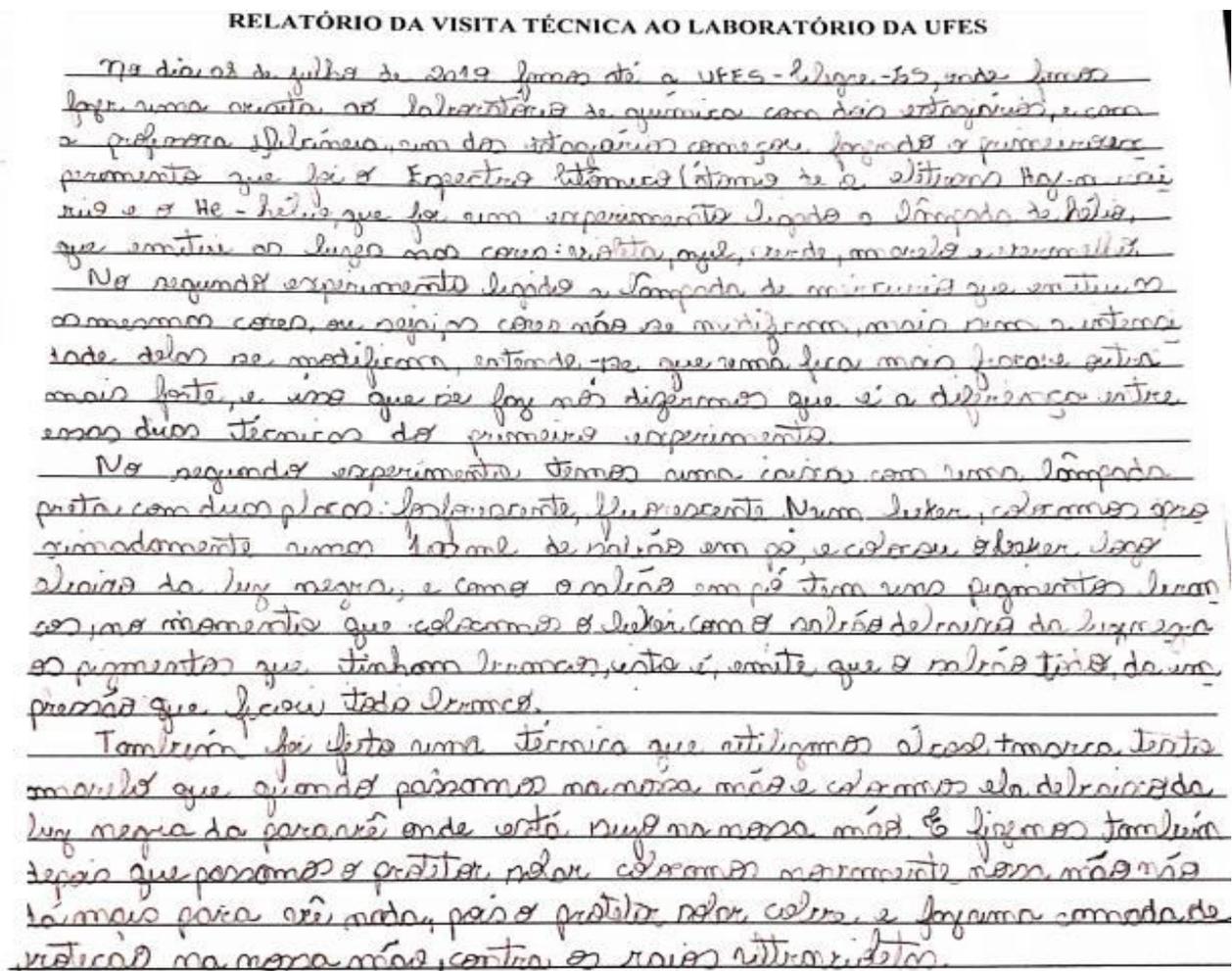


Fonte: Protocolo de pesquisa.

O experimento da Figura 47, também na câmara escura, foi a demonstração do papel do sabão em pó nas roupas, ao torná-las mais brancas. No primeiro momento foi misturado água com sabão em pó, e devido as partículas contidas no sabão em pó, puderam perceber que todo o líquido ficou branco, tendo esta mesma função na roupa.

Após a visita ao laboratório da UFES, os estudantes tiveram que entregar um relatório sobre os experimentos observados, todavia foram selecionados apenas três para a demonstração.

**Figura 48-** Relatório da aluna Irene



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No relatório da Figura 48 pode-se perceber que a aluna Irene conseguiu observar e descrever os fenômenos, demonstrando que após as aulas sobre o espectro eletromagnético está havendo a consolidação dos conhecimentos, pois os conceitos estão sendo aplicados na prática de forma experimental. Os experimentos reforçaram o conteúdo estudado, os alunos puderam perceber como a luz atua nos corpos de diferentes formas.

**Figura 49-Relatório da aluna Thamara**

**RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA AO LABORATÓRIO DA UFES**

Na primeira parte do experimento de Espectro Atômico, lámpada de dois elétrons Hg e He, observamos a difração da luz nas cores amarela, vermelha, violeta e verde na lâmpada de He na rede de difração.

Já na segunda parte do experimento podemos observar o mesmo espectro sobre a luz da lâmpada de Hg, onde diferentemente da primeira observamos muitas cores na rede de difração.

A diferença entre as duas certamente é a intensidade da cor, e onde observamos a presença de muita mais cores na lâmpada de Hg.

Na outra experimento, observamos duas placas sobre uma luz negra, uma placa fosforescente e a outra fluorescente.

Onde isso ocorre pelo fato dos elétrons ganharem energia, passando para sua camada de valência, retornando depois perdendo energia, e assim vemos a luz que emite nelas.

Ainda nessa caixa escura observamos outra etapa testada com o sabão em pó, mais especificamente as partes brancas presentes nele, onde que aquela parte desse material que deixa as roupas brancas, vemos que essa substância na luz negra, fica verde fluorescente.

Outro experimento foi com o laser, onde testamos 3 luzes, e a Branca é a mais forte.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 49, pode-se observar que a aluna Thamara, percebeu além do espectro nos diferentes materiais, também conseguiu observar que a luz atua de diferentes formas nos materiais como na placa fluorescente e fosforescente, percebendo que a placa fosforescente continua emitindo luz mesmo após ser tirada da fonte de radiação que é a luz negra. Ficou evidente na fala dela quando diz que os elétrons ganham e perdem energia voltando a sua camada de valência.

No experimento do sabão em pó a aluna Thamara conseguiu explicar a sua função ao deixar a roupa mais branca. No experimento com laser e com a placa fosforescente também percebeu qual a luz possui maior energia.

**Figura 50-** Relatório do aluno Jairo

**RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA AO LABORATORIO DA UFES**

no experimento realizado com o espectro (tubo de descarga de  $Hg$  e  $He$ )  
 com o tubo de lâmpada de tubo de descarga de difusão e com as cores  
 violeta, azul, verde, amarelo e vermelho.

na lâmpada de fluorescência com maior diversidade de cores e  
 com uma cor predominante (verde, amarelo e branco). As cores não se  
 modificam, o que difere da intensidade das cores.

Nesse outro experimento a luz ultravioleta pelo tubo de duas lâmpadas  
 uma fluorescente e outra fosforescente.

No experimento de deposição de uma camada de sal em pó com  
 um tubo de lâmpada de tubo de descarga e a sal em pó  
 ficou branco.

Em outro experimento de deposição de uma das lâmpadas e colocou  
 dentro do tubo de lâmpada e depois a mão dela estava verde e depois  
 que estava vermelha. As cores ultravioleta da lâmpada, mostraram as reflexões  
 que existem na mão.

depois de pegar a mão de uma das lâmpadas e passar perto  
 da lâmpada de tubo de descarga e em algumas partes que ficou verde  
 e depois ficou algum tempo não passou perto.

na última com um laser de cores vermelha, violeta e uma lâmpada  
 normal. O que tem mais intensidade a lâmpada normal.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Pode-se perceber na Figura 50, que o aluno Jairo descreveu os mesmos conceitos apresentados pelos relatórios das colegas, demonstrando que eles conseguiram absorver os conteúdos abordados na experimentação, todos os alunos demonstraram envolvimento nas atividades havendo a consolidação dos conhecimentos de forma prática.

Os experimentos conseguiram abordar os conteúdos trabalhados nas aulas anteriores, sobre os conceitos de ondas eletromagnéticas e suas características quando demonstram como a luz atua nos diferentes materiais e de diferentes formas. Eles puderam identificar aumento na intensidade do espectro de cada átomo observado e também na cor que apresenta maior energia em sua emissão.

Nos relatórios faltam muitos detalhes da apresentação, é provável que seja devido à falta de hábito na elaboração de relatórios, por parte dos estudantes.

## 5.6. Sexto momento da UEPS

No sexto momento os estudantes foram divididos em quatro duplas e três trios, formando um total de sete grupos, cada grupo ficou com uma faixa do espectro eletromagnético. Esses grupos foram orientados a montarem uma apresentação de seminário em que abordassem os pontos positivos e negativos de cada faixa de radiação.

Dos grupos que apresentaram foram selecionados três para fazer a análise do seminário.

**Quadro 8-** Categorias do seminário radiação infravermelho

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade / %</b>
Conceito	<p>“é uma radiação que age numa frequência, além da capacidade humana de visão”.</p> <p>“é liberada de todos os corpos que soltam calor”.</p> <p>“Os raios caloríficos são hoje conhecidos como raios infravermelhos”.</p> <p>“Quanto mais quente está o objeto, maior é a radiação”.</p>	4/24%
Relações CTS	<p>“não causa danos para o organismo”.</p> <p>“é utilizado na medicina”.</p> <p>“utilizado nas maternidades para aquecer os recém-nascidos”.</p> <p>“dilatam os vasos e relaxam os músculos, ativando a circulação sanguínea”</p> <p>“provoca aquecimento”</p> <p>“pode provocar queimaduras e causa envelhecimento precoce”</p>	6/35%
Custo/benefício	<p>“econômico”</p> <p>“limpo”</p> <p>“terapêutico”</p> <p>“tecnologia avançada”</p> <p>“eficaz”</p> <p>“fácil instalação”</p> <p>“durável”</p>	7/41%

Fonte: Protocolo de pesquisa.

No Quadro 08, pode-se perceber que foi possível criar três categorias com a apresentação dos alunos, nestas categorias foram recortadas algumas Unidades Significativas (US), de forma geral os estudantes conseguiram conceituar a faixa de radiação e identificar algumas características deste tipo de radiação. Além de exprimir seu senso crítico sobre a aplicação da radiação na sociedade, o que demonstra haver uma evolução da aprendizagem utilizando a abordagem CTSA.

**Quadro 9-Categorias do seminário radiação ultravioleta**

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade / %</b>
Conceito/características	<p>“radiação UV é uma das emitidas pelo sol”</p> <p>“ é a mais energética”.</p> <p>“radiação eletromagnética que possui um comprimento de onda entre 200 e 400 nm e com uma frequência maior que a da luz visível”.</p> <p>“A radiação UV não é visível a olho nú”.</p> <p>“São Elas: UVA - 320 / 400 nm ,UVB - 290 / 320 nm, UVC - 200 / 290 nm”</p>	5/28%
Relações CTS	<p>“oferece muitos perigos para os seres vivos presentes na Terra”.</p> <p>“a superfície terrestre recebe uma incidência menor desses raios graças à camada de ozônio”.</p> <p>“a vitamina D somente é sintetizada em nosso organismo quando há uma exposição da pele aos raios”.</p> <p>“é essencial para o metabolismo do cálcio e do fósforo”.</p> <p>“deve ser moderada e sempre em horários de menor incidência”.</p> <p>“os raios ultravioleta do tipo UVA causam sérios danos nas fibras de colágeno e elastina”.</p> <p>“envelhecimento precoce”.</p> <p>“UVB causam queimaduras na pele e vermelhidão”.</p> <p>“pode fazer com que apareçam sardas, manchas, catarata, cegueira e até mesmo câncer”.</p>	9/50%
Exemplos	<p>“leitores óticos”.</p> <p>“lâmpadas de luz negra”.</p> <p>“Câmara de bronzeamento”</p> <p>“Enfeites de festa e lanternas”</p>	4/22%

Fonte: Protocolo de pesquisa.

No Quadro 09 pode-se inferir que os alunos conseguiram utilizar além de conceitos sobre a faixa de radiação apresentada, abordar algumas características sobre a sua frequência e comprimento de onda. A categoria que aborda as relações CTS foi a maior categoria o que demonstra a preocupação dos alunos em se posicionar em relação aos benefícios e malefícios da radiação para a sociedade. Esse grupo além de abordar o conteúdo, ocupou-se também de exemplificar a aplicação da radiação no cotidiano.

**Quadro 10-Categorias do seminário raios gama**

<b>Categorias</b>	<b>US</b>	<b>Quantidade / %</b>
Conceito	<p>“é um tipo de radiação eletromagnética produzida geralmente por elementos radioativos”.</p> <p>“As explosões cósmicas de raios gama são os fenômenos que emitem a maior quantidade de energia por unidade de tempo no universo”.</p> <p>“é ionizante e pode causar danos sérios aos organismos vivos”</p>	3/25%
Relações CTS	<p>“esterilizar diversos tipos equipamentos, matando microrganismos”.</p> <p>“podem destruir tumores de remoção complexa, reduzindo os riscos cirúrgicos”.</p> <p>“irradiação de alimentos, como os vegetais, matando os microrganismos que reduzem a validade”.</p> <p>“determinação de diversas características físicas de materiais sólidos”.</p> <p>“são utilizados emissores gama em “scanners”de forma a detectarem o conteúdo de veículos de transporte de mercadorias”.</p> <p>“afeta mais precisamente as células cancerígenas e danifica menos os tecidos e órgãos próximos”</p> <p>“dose altíssima de radiação instantânea pode causar a falência do sistema imunológico, enquanto a mesma quantidade distribuída em várias ocasiões não tem efeito danoso”.</p>	7/58%
Desastres	<p>“Chernobyl”</p> <p>“Fukushima”</p>	2/17%

Fonte: Protocolo de pesquisa.

No Quadro 10 foram identificadas quase as mesmas categorias, o que difere é que o Grupo 03 apresentou desastres causados pelo uso indevido da radiação. Já a categoria CTS foi

a maior também, o que demonstra a importância da aplicação da tecnologia na sociedade e suas implicações tanto benéficas quanto maléficas para o ser humano. Eles conseguiram falar de forma geral e conceitual sobre a faixa de radiação que apresentaram, dando enfoque à aplicação da tecnologia no cotidiano, alcançando o objetivo proposto para o grupo no seminário.

Após a apresentação do seminário, que teve a duração de duas aulas de 55min cada, os alunos participaram de uma atividade, baseada em um jogo chamado FATO ou FAKE, utilizando o aplicativo Plickers. Para fazer uso deste aplicativo o professor precisa fazer um cadastro no site e também baixar o aplicativo no seu celular. Em seguida precisa criar o conjunto de questões inseridas no aplicativo, para só então fazer o download do card (cartão individual) que é gerado para cada aluno.

O professor imprime o card de acordo com a imagem da Figura 51 e entrega aos alunos. Cada card tem as opções de respostas de A à D, sendo que cada lado que ele gira representa uma alternativa. O educador faz a pergunta e posteriormente os alunos levantam o card indicando a resposta, então o professor com o seu celular tira uma foto que funciona como um scanner para as repostas que são computadas imediatamente, gerando assim uma tabela com a porcentagem dos acertos dos alunos. Os mesmos se mostraram muito motivados nesta atividade por se tratar de uma ferramenta diferenciada na aprendizagem.

**Figura 51-** Aplicação do Jogo FATO ou FAKE no Plickers



Fonte: Protocolo de pesquisa.

**Figura 52-**Jogo no Plickers FATO ou FAKE



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Percebe-se na Figura 52 que a média geral da turma nesse bloco de questões foi de 68%, demonstrando que os alunos conseguem identificar as diferenças entre as faixas do espectro eletromagnético. Nesta atividade foram feitas perguntas aos alunos específicas sobre as faixas do espectro, nas quais os alunos teriam que conhecer as características de cada uma em relação a sua frequência e comprimento de onda. Os questionamentos estavam relacionados com a sua aplicação no cotidiano.

Cada bloco de perguntas do jogo continha cinco questões, pois o aplicativo é gratuito mas limita a quantidade de questões utilizadas em cada bloco de questões.

**Figura 53-** Jogo no Plickers FATO ou FAKE



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Neste segundo bloco de questões apresentado na Figura 53, pode-se perceber que a média da turma também foi superior ao primeiro bloco, demonstrando que o conhecimento da turma está crescendo.

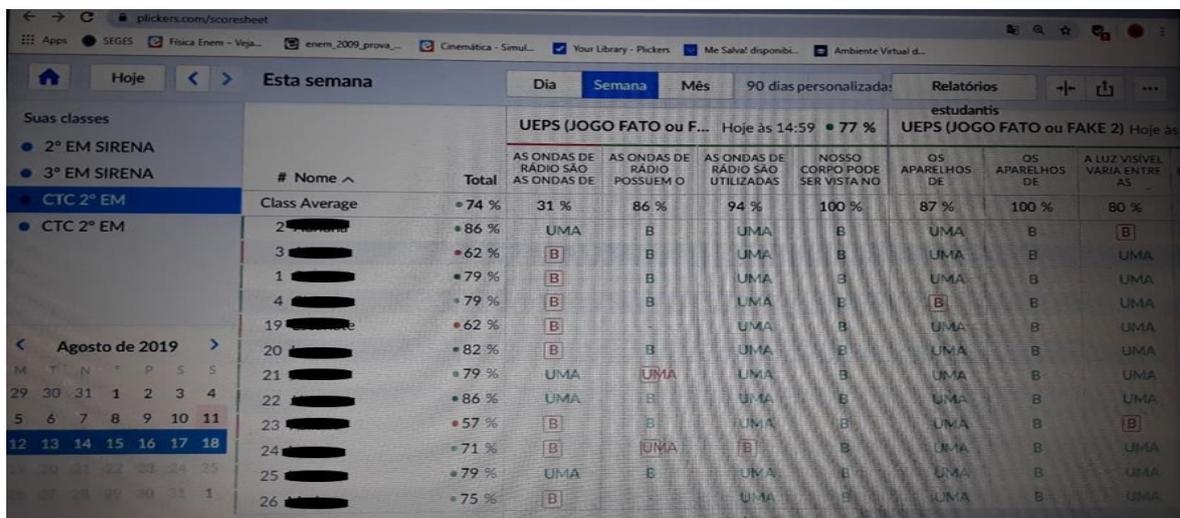
**Figura 54-** Jogo no Plickers FATO ou FAKE



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No terceiro bloco de questões da Figura 54, pode-se inferir que a média geral da turma foi aumentado gradualmente. Nesta atividade, mesmo sendo um exercício direcionado em que os alunos tinham que responder FATO ou FAKE, ou seja, verdadeiro ou falso, os alunos precisavam ter conhecimento sobre as faixas do espectro eletromagnético e suas características para que respondessem corretamente as questões.

**Figura 55-** Relatório Geral dos alunos por questão



Fonte: Protocolo de pesquisa.

A Figura 55 apresenta o resultado geral nos três blocos de questões apresentadas aos alunos, através desta tabela gerada pelo aplicativo, pode-se inferir que o jogo teve uma boa aceitação dos alunos, e que o conhecimento dos mesmos pôde ser observado. Um fato notório foi que apenas uma aluna teve um aproveitamento inferior a 60%, enquanto os demais alunos tiveram todos rendimentos superiores a 62%, o que nos leva a inferir que os mesmos são capazes de reconhecer um espectro eletromagnético através das características de suas faixas.

### 5.7 Sétimo momento da UEPS

O sétimo momento é o da avaliação final representado na Figura 56, sendo que nesta etapa foram repetidos procedimentos como: o questionário inicial e o mapa conceitual, onde os alunos responderam novamente ao questionário discursivo com oito questões e posteriormente elaboraram um novo mapa conceitual com todos os conceitos estudados durante a aplicação da UEPS sobre ondas eletromagnéticas a fim de fazer o cruzamento dos dados iniciais com os finais para comparação.

**Figura 56-**Avaliação Final Questionário e Mapa Conceitual



Fonte: Protocolo de pesquisa.

**Figura 57-**Gráfico da primeira questão discursiva da Avaliação Final

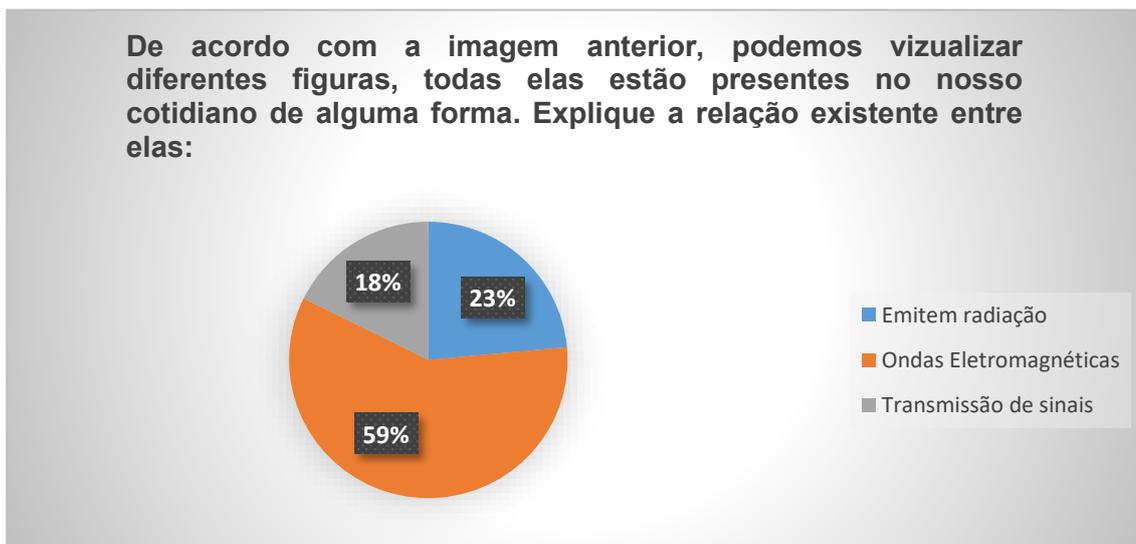


Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na primeira questão do questionário discursivo apresentado na Figura 57, é possível inferir que houve uma evolução dos conhecimentos dos alunos. No primeiro gráfico apresentado relativo a primeira questão havia alunos no nível um, dois e três. A fim de categorizá-los segue o esquema: os que responderam todas as perguntas estão no nível um, já os que responderam apenas a primeira e segunda pergunta estão no nível dois; enquanto os que responderam apenas à primeira questão estão no nível três.

No primeiro questionário para a coleta dos conhecimentos prévios foram coletados dados dos alunos e categorizados nos três níveis de respostas, já no questionário final apresentado na Figura 57, é possível inferir que houve um crescimento no conhecimento dos mesmos, pois 65% dos alunos se encontram no nível um de conhecimento e os demais alunos no nível dois, já no nível três não houveram alunos, o que demonstra que houve a evolução dos que estavam no nível três para o nível dois e nível um.

**Figura 58**-Gráfico da segunda questão discursiva da Avaliação Final



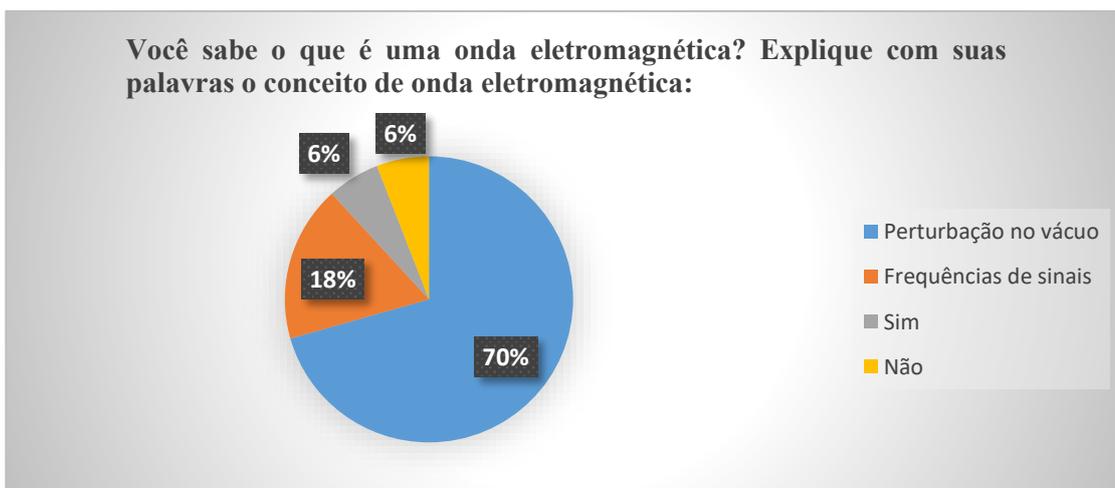
Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 58, pode-se observar que em relação ao questionário inicial, houve um aumento do número de alunos que relacionaram as imagens da Figura do primeiro item do questionário de ondas eletromagnéticas, o que demonstra que houve uma evolução dos conceitos sobre a aplicação das ondas eletromagnéticas.

Já 22% dos alunos relacionaram a imagem a emissão de radiação, que está correto de acordo com Young e Freedman (2009), que diz que como as perturbações elétricas e magnéticas irradiam para fora, estas podem ser chamadas de radiação eletromagnética. A mesma porcentagem de alunos disse que todas as imagens fazem a transmissão de sinais, demonstrando, portanto, que ainda falta um pouco de amadurecimento, pois, alguns aparelhos podem fazer a emissão e outros a recepção dos sinais.

No geral pode-se inferir que 78% dos alunos relacionaram as imagens aos conceitos corretamente, o que demonstra indícios de êxito na aplicação da UEPS sobre ondas eletromagnéticas.

**Figura 59-**Gráfico da terceira questão discursiva da Avaliação Final



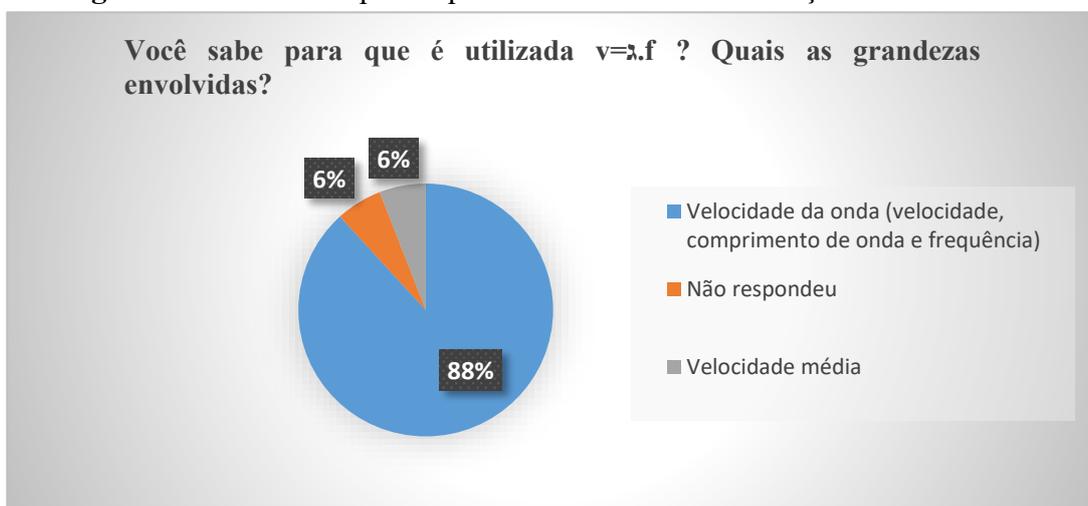
Fonte: Protocolo de pesquisa.

No Gráfico 59, pode-se observar que 70% dos alunos souberam dizer o que é uma onda eletromagnética, quando relacionaram a onda a uma perturbação no vácuo. Desses alunos 18% relacionaram o conceito de onda com frequência de sinais, demonstrando que não conseguiram utilizar uma linguagem mais científica, porém não significa que esteja totalmente equivocada a sua resposta, já que utilizaram as características para definir uma onda, como frequência e a emissão de sinais.

Dos alunos que responderam ao questionário 12% deles, citaram na pergunta apenas sim ou não. Não justificando as suas repostas.

Em relação ao questionário inicial houve um aumento de alunos na categoria correta, o indica indícios de evolução conceitual.

**Figura 60-**Gráfico da quarta questão discursiva da Avaliação Final

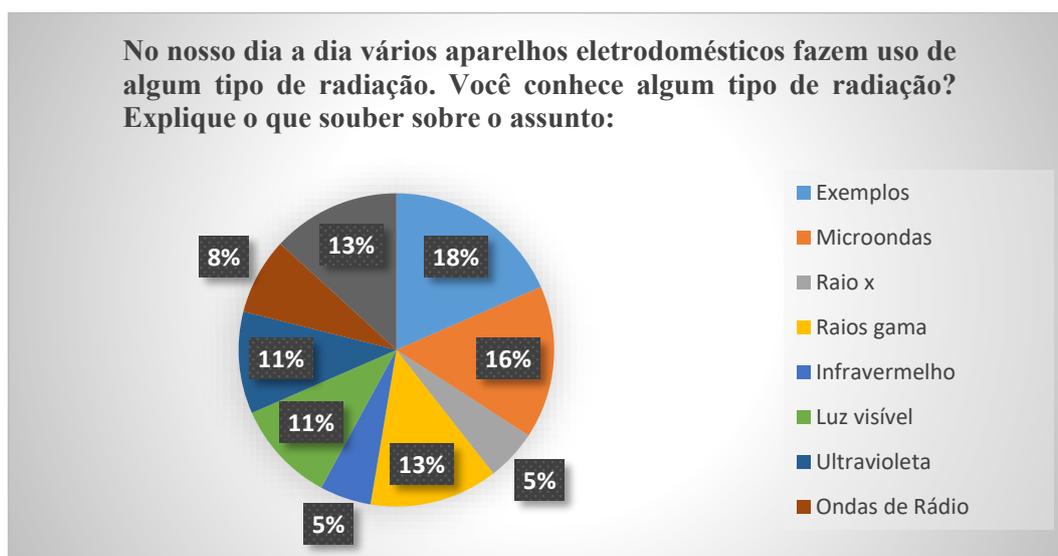


Fonte: Protocolo de pesquisa.

Fazendo uma comparação da quarta questão do questionário inicial com a do questionário final apresentado na Figura 60, pode-se observar que houve uma mudança conceitual. Observa-se que o fator que no Gráfico 03 representava 60% das respostas, passou a ser 88% as respostas corretas. Nessa questão os alunos conseguiram identificar a fórmula e quais as grandezas envolvidas.

O restante dos alunos respondeu apenas uma das perguntas ou não souberam responder.

**Figura 61**-Gráfico da quinta questão discursiva da Avaliação Final



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Inferre-se a partir da Figura 61, que os tipos de radiação mais citados pelos alunos foram micro-ondas com 16%, os raios gama com 13%, a luz visível com 11% e a radiação ultravioleta com 11% também. Dos alunos que responderam ao questionário cerca de 18% conseguiram dar exemplos de aplicações das ondas eletromagnéticas no cotidiano de forma geral, e 5 % dos alunos relacionaram a radiação com efeitos nocivos à saúde.

Fazendo uma comparação da Figura 05 com a Figura 61, pode-se inferir que houve uma evolução na aprendizagem dos alunos, pois o que antes foi abordado apenas com exemplos do cotidiano, nota-se que novos conhecimentos foram acrescentados agora em todas as respostas dos alunos. Tais como: os tipos de radiação do espectro eletromagnético, exemplos de aplicações e também surgiram indícios de respostas que abordam as relações CTS, pois os alunos relacionam a radiação com alguns efeitos nocivos à saúde.

**Figura 62**-Gráfico da sexta questão discursiva da Avaliação Final



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No Gráfico 62, percebe-se que 42% dos alunos relacionaram a utilização da radiação aos malefícios à saúde, já 32% relacionaram aos benefícios e outros 26% ao uso da tecnologia. Comparando as categorias presentes no Gráfico 06 com as do Gráfico 62, pode-se inferir que os alunos conseguiram restringir as suas respostas em apenas três categorias, o que demonstra indícios de aprendizagem significativa.

**Figura 63**-Gráfico da sétima questão discursiva da Avaliação Final



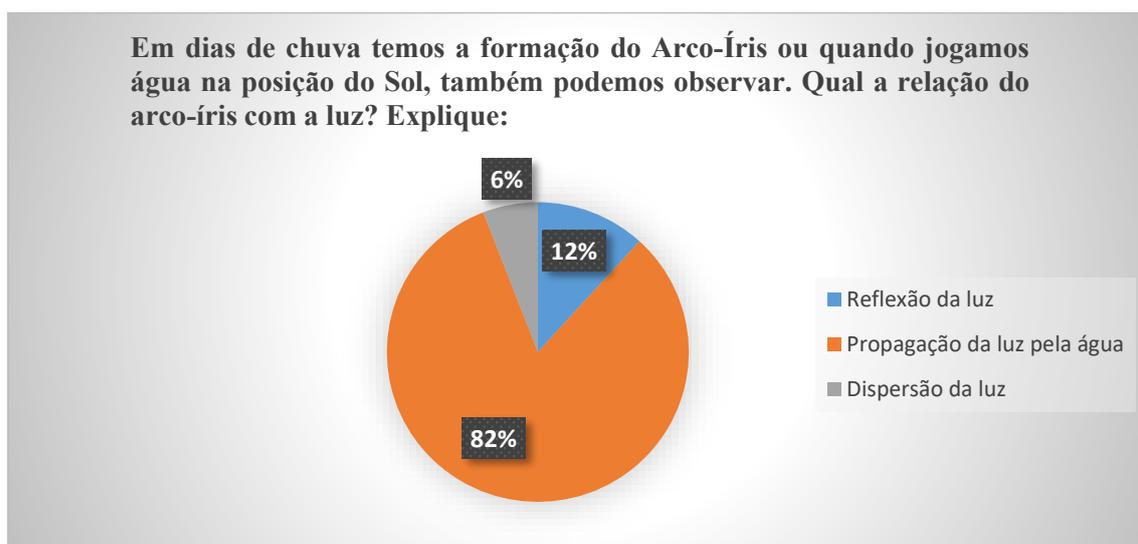
Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 63, pode-se dizer que houve a compreensão, pois, os alunos souberam apresentar adequadamente as suas respostas, onde 65 % disseram que a função do protetor e

dos óculos escuros é fazer a proteção da pele e dos olhos, já 35% citaram como tipo de radiação emitida pelo Sol a UVA e EVB, demonstrando que entenderam qual a necessidade do uso do protetor e dos óculos escuro.

Nas respostas dos alunos já é possível perceber indícios de uma aprendizagem significativa, quando os mesmos demonstram que sabem fazer uso dos conhecimentos científicos como forma de proteção dos seus efeitos, abordando o enfoque CTSA.

**Figura 64**-Gráfico da oitava questão discursiva da Avaliação Final



Fonte: Protocolo de pesquisa.

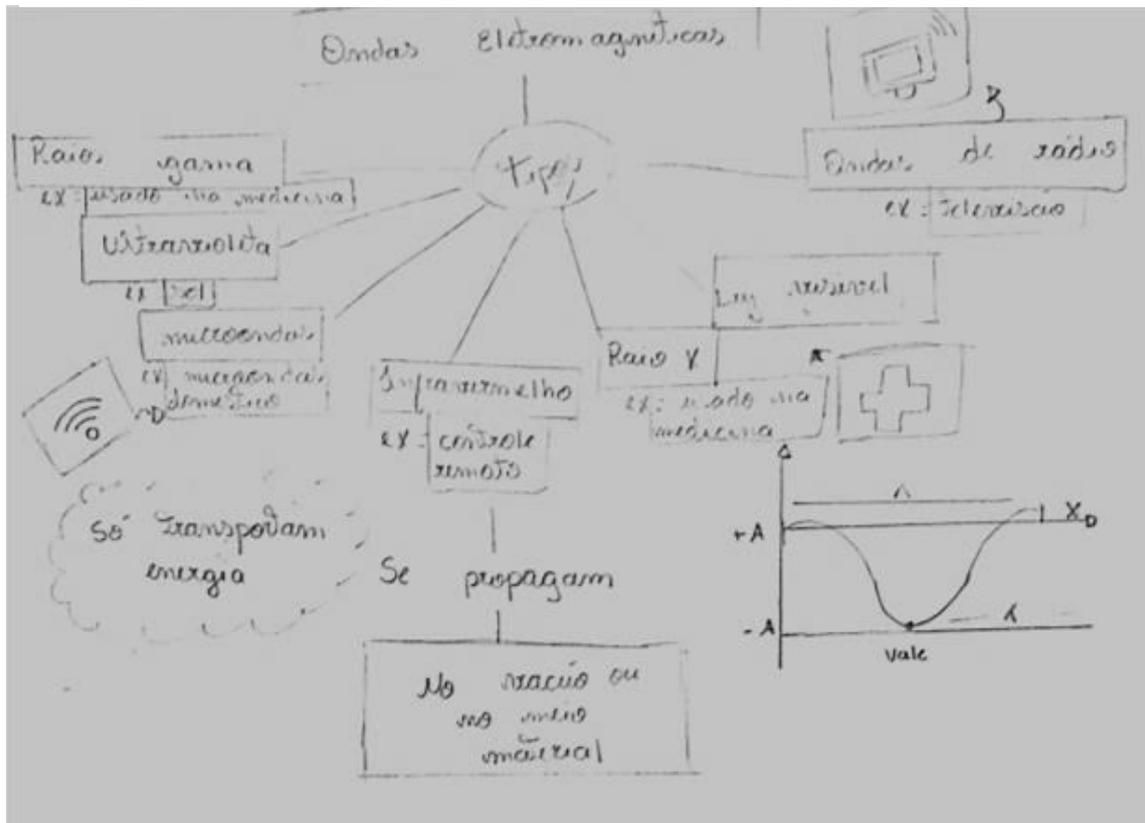
Na Figura 64, pode-se perceber que 82% dos alunos relacionaram a formação do Arco-íris com a passagem da luz pela gota de água, os outros 12% associaram com o fenômeno ondulatório da reflexão da luz e 6% com a dispersão da luz. De certa forma todas as respostas estão corretas, pois, segundo Hewitt (2015), o arco-íris é formado quando a luz passa pela gota de água e sofre reflexão, e logo depois uma parte é refratada onde em seguida sofre a dispersão que espalha as cores do espectro visível.

#### 5.7.1. Análise dos Mapas Conceituais Finais

Nesta sessão serão analisados os mapas conceituais finais de acordo com os critérios estabelecidos na metodologia.

Os mapas conceituais finais serão comparados com os mapas iniciais, para que seja possível a identificação da evolução conceitual. O objetivo desta atividade é a identificação de indícios de aprendizagem significativa.

**Figura 65-** Mapa conceitual final da aluna Karina



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 65 é possível perceber a hierarquização dos conceitos quando a aluna Karina organizou os conceitos dos mais gerais para os mais específicos. Comparando este mapa com o mapa inicial apresentado na Figura 15, é possível observar que os níveis hierárquicos aumentaram demonstrando uma evolução dos conceitos.

A ramificação neste mapa final também apresenta mais ramificações demonstrando que os conceitos foram expandidos.

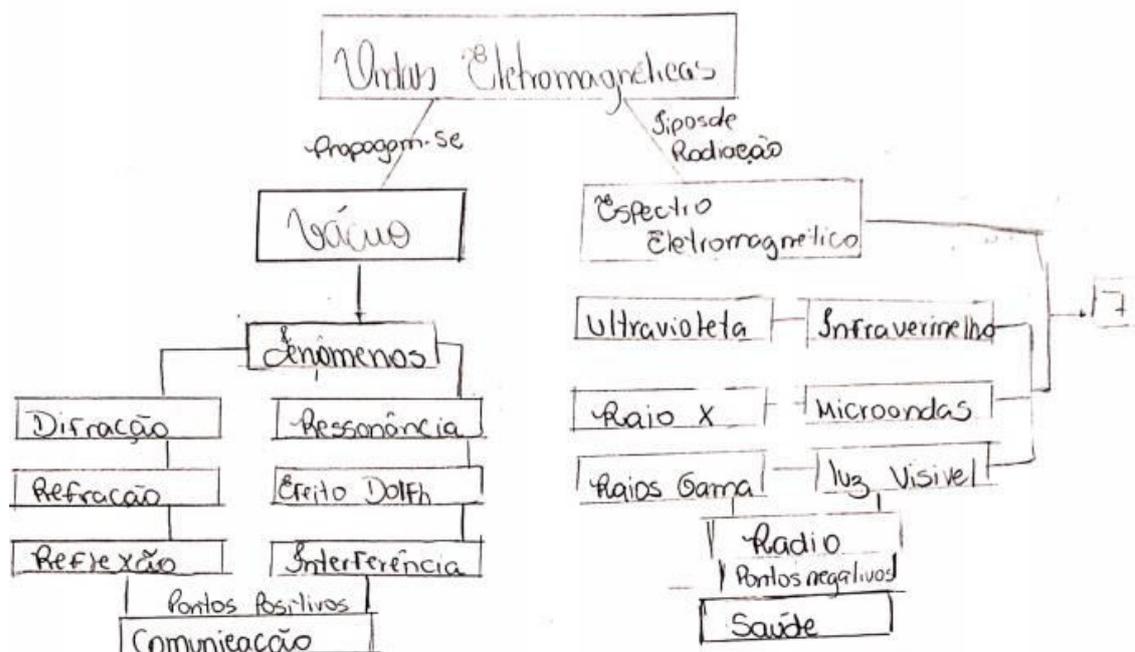
Em relação à conexão arbitrária ela está presente na representação da onda através do desenho, onde a aluna representou uma onda mecânica e não eletromagnética.

Já em relação à diferenciação progressiva também houve a evolução dos conceitos, pois a aluna Karina conseguiu citar as faixas do espectro eletromagnético e relacioná-las aos exemplos de aplicação.

Neste mapa é possível observar a diferenciação progressiva quando a aluna Karina, apresentou na parte inferior do mapa um conceito que relaciona os tipos de onda eletromagnética com a sua propagação que pode ocorrer no vácuo ou através de um meio material.

Em relação aos elementos transversais, generalização e compreensão, nota-se que não foram apresentados no mapa. Isto demonstra que a aluna Karina, evoluiu em relação aos conceitos apresentados no mapa inicial, contudo ainda não ocorreu a reconciliação integradora.

**Figura 66-**Mapa conceitual final da aluna Thamara



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 66 percebe-se que o conteúdo foi organizado de forma hierárquica, dos conceitos mais gerais para os mais específicos. No mapa inicial representado na Figura 16 contém quatro níveis hierárquicos, já no mapa final é possível identificar seis níveis hierárquicos, demonstrando que houve aumento na quantidade de conceitos assimilados.

Em relação à ramificação, o mapa inicial da Figura 16 possui duas, já o mapa final apresenta duas ramificações principais e cada ramificação possui outras ramificações. O que demonstra que a aluna Thamara aumentou o número de conceitos assimilados em relação ao conteúdo abordado, percebe-se então, que conceitos mais gerais podem ter se diferenciado progressivamente a partir da assimilação de novos conceitos a eles ligados.

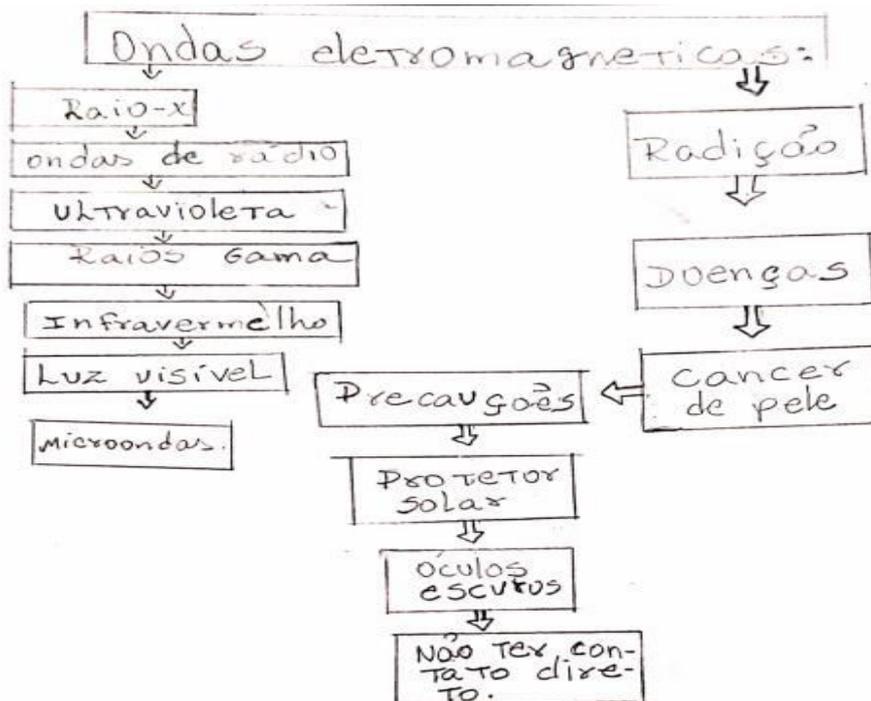
O elemento conexão arbitrária não está presente neste mapa o que demonstra um amadurecimento dos conceitos.

A diferenciação progressiva acontece quando a aluna Thamara vai especificando os conceitos no decorrer do mapa, percebe-se que consegue fazer a ligação dos conceitos gerais

com os mais específicos. Neste mapa ela apresenta além de conceitos o seu senso crítico em relação a aplicação das ondas eletromagnética na sociedade, estando presente o enfoque CTSA.

Os elementos transversais, generalização e compreensão não estão presentes, mas mesmo assim é possível observar um crescimento conceitual em relação ao mapa inicial da Figura 16. Tendo em vista esta evolução pode-se classificar este mapa no nível três.

**Figura 67-** Mapa conceitual final da aluna Vania



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 67 infere-se que a aluna Vania conseguiu organizar o seu mapa de forma hierárquica, pois a mesma classificou as ondas eletromagnéticas de acordo com os seus tipos de ondas presentes no espectro eletromagnético. Em seguida relacionou as ondas com a radiação o que demonstra conhecimento sobre o assunto. Comparando o mapa inicial da Figura 17 com o da Figura 67, percebe-se que houve evolução conceitual aumentando de quatro níveis hierárquicos do lado esquerdo para sete níveis, sendo que do lado direito aumentou de cinco para sete também.

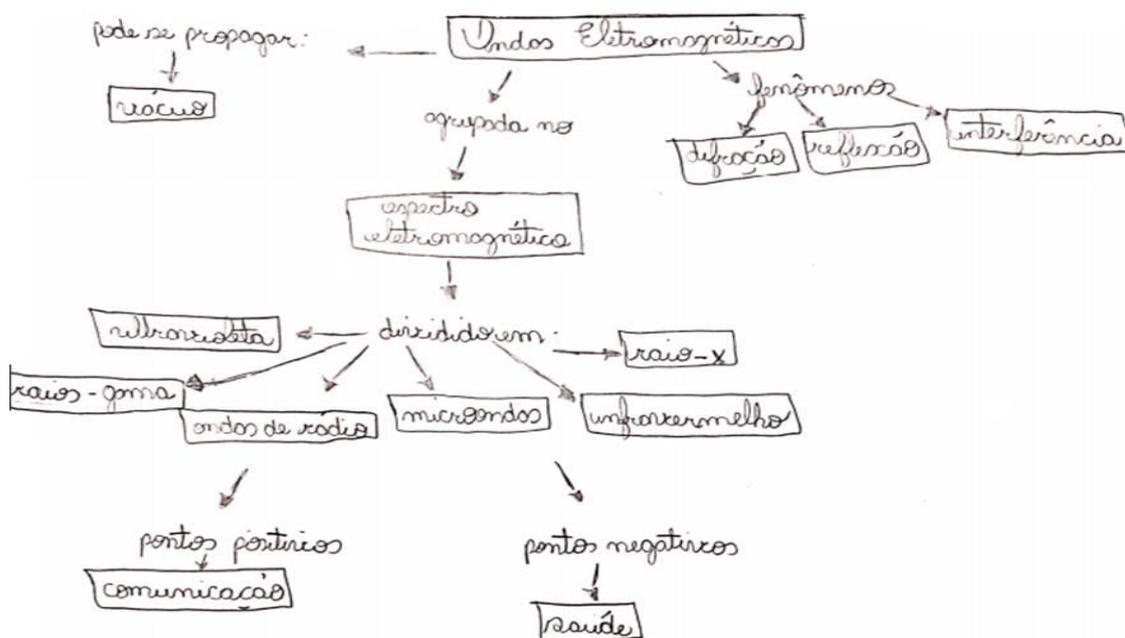
A ramificação está presente no mapa da aluna Vania quando ela separa os conceitos em dois ramos maiores, onde um deles fala sobre os tipos de ondas eletromagnéticas, e o outro relaciona uma onda eletromagnética com a radiação e suas causas.

O elemento conexão arbitrária não está presente, pois, os conceitos abordados foram aplicados de forma correta, vê-se que no mapa inicial da Figura 17 estava presente, levando a inferir que os conceitos foram amadurecidos, mostrando evolução conceitual.

A direnção progressiva está representada no mapa quando a aluna Vania consegue diferenciar os tipos de ondas e também relacioná-las com a sua aplicação no cotidiano. Quando ela aborda o seu ponto de vista de forma crítica, estão presentes as relações CTSA. Em relação ao mapa inicial da Figura 17, percebe-se que a aluna amadureceu os seus conhecimentos quando ela fala sobre os pontos negativos da utilização da radiação como doenças e também quando consegue dar sugestões de como evitar algumas delas.

Os elementos transversais, generalização e compreensão não estão presentes no mapa, mas, é possível inferir que houve evolução dos conhecimentos do mapa inicial da Figura 17 para o mapa final da Figura 67, elevando este mapa à classificação no nível três.

**Figura 68-**Mapa conceitual final da aluna Irene



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Percebe-se no mapa representado na Figura 68 a organização hierárquica, dos conceitos mais gerais para os mais específicos.

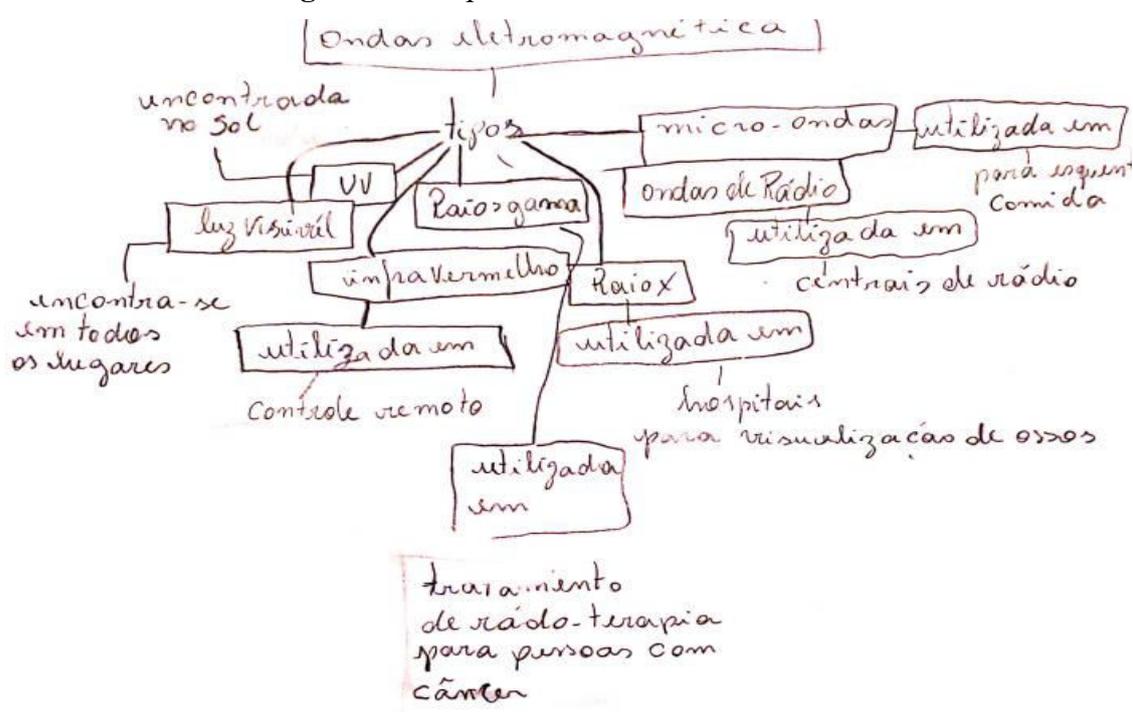
O elemento ramificação está dividido em três ramos, onde em um deles há a maior concentração dos conceitos.

Em relação ao elemento conexões arbitrárias, percebe-se que não estão presentes no mapa da Figura 68. Comparando com o mapa inicial da Figura 18, pode-se perceber que os erros conceituais existentes no primeiro mapa não apareceram no mapa final, o que demonstra que o conhecimento foi ampliado de forma correta.

A diferenciação progressiva está presente no decorrer do mapa quando a aluna Irene consegue ir do conceito mais geral de ondas eletromagnéticas e em seguida vai os diferenciando através de definições, neste mapa foram apresentadas proposições o que demonstra um maior entendimento dos conceitos. A aluna conseguiu relacionar os tipos de ondas eletromagnéticas do espectro com seus pontos positivos e negativos, ficando presente o enfoque CTSA.

Os elementos transversais, generalização e compreensão não estão presentes no mapa da Figura 68, mas, é possível observar que em relação ao mapa inicial apresentado na Figura 18 que houve uma evolução conceitual. De acordo com essa evolução pode-se classificar esse mapa no nível três.

**Figura 69-** Mapa conceitual final do aluno Carlos



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Percebe-se na Figura 69 que o mapa conceitual do aluno Carlos, apresenta uma organização hierárquica, onde o aluno começa de um conceito mais geral e vai os especificando no decorrer do mapa.

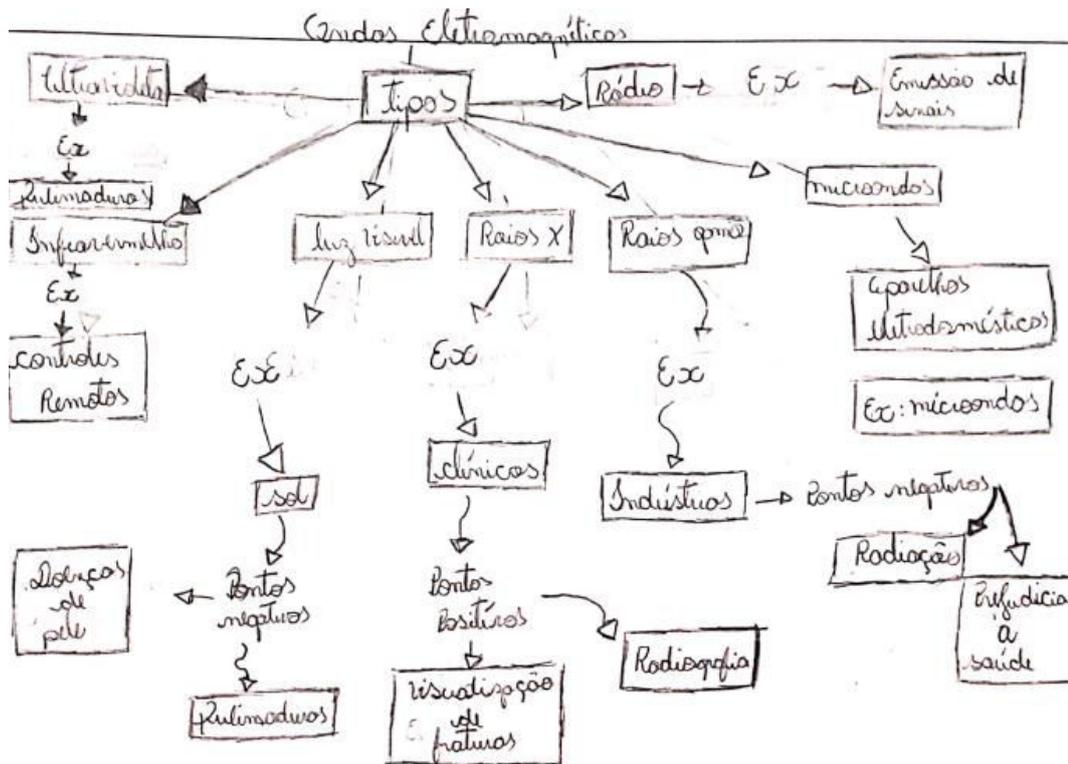
Infere-se que a ramificação está presente no mapa quando o aluno Carlos divide as ondas eletromagnéticas de acordo com o seu espectro e comparando o mapa inicial da Figura 19 com o da Figura 69, percebe-se que é nítido a evolução dos conceitos pelo formato do mapa e de suas ligações.

Neste mapa não aparecem conexões arbitrárias, o que diferencia o mapa inicial da Figura 19 do mapa final da Figura 69.

A diferenciação progressiva está aparente quando o aluno Carlos, consegue começar do conceito mais geral que é o de onda eletromagnética, depois a divide em tipos e posteriormente consegue dar exemplos de aplicações para cada faixa do espectro.

Em relação aos elementos transversais, generalização e compreensão não estão presentes no mapa, comparando o mapa inicial da Figura 19 com o mapa final da Figura 69, pode-se perceber que a evolução conceitual ocorreu, levando-o do nível dois para o nível três.

**Figura 70-** Mapa conceitual final do aluno Jairo



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 70 é possível inferir que o aluno Jairo conseguiu relacionar os conceitos de forma hierárquica, seguindo dos conceitos mais gerais para os mais específicos.

A ramificação está presente no mapa através dos tipos de radiação que partiram de um conceito maior que é o de onda eletromagnética, até chegar aos mais específicos os exemplos de aplicação.

As conexões arbitrárias não estão presentes, o que demonstra um maior entendimento das relações existentes entre os conceitos.

No decorrer do mapa apresentado na Figura 70, o aluno Jairo conseguiu fazer a diferenciação progressiva dos conceitos quando ele foi os diferenciando pela sua aplicação no cotidiano. Em cada faixa do espectro eletromagnético ele utilizou um exemplo e destes exemplos ele conseguiu falar sobre os pontos positivos e negativos da sua aplicação na sociedade, o que demonstra a utilização do enfoque CTSA nesta etapa.

Os elementos transversais, generalização e compreensão não foram identificados. Mas, pode-se inferir que mesmo assim houve evolução dos conceitos quando comparado o mapa da Figura 20 com o mapa da Figura 70. É possível perceber que as ramificações e os níveis hierárquicos aumentaram, e os conceitos foram sendo organizados de forma mais específica, até mesmo esboçando opinião sobre a aplicação de alguns tipos de ondas eletromagnéticas no cotidiano.

No geral, pode-se perceber de acordo com os quadros a seguir os resultados da evolução dos mapas conceituais:

**Quadro 11- Análise dos Mapas Conceituais iniciais**

<b>Aluno</b>	<b>Nível</b>	<b>01 (H, R e CA)</b>	<b>02 (DP)</b>	<b>03 (RI e DP)</b>	<b>04 (T, C e G)</b>
<b>k</b>		3	1	0	0
<b>Th</b>		2	1	0	0
<b>V</b>		3	1	0	0
<b>Ir</b>		3	1	0	0
<b>C</b>		3	1	0	0
<b>J</b>		3	1	0	0

Fonte: Protocolo de pesquisa.

**Quadro 12-** Análise dos Mapas Conceituais finais

<b>Aluno</b>	<b>Nível</b>	<b>01 (H, R e CA)</b>	<b>02 (DP)</b>	<b>03 (RI e DP)</b>	<b>04 (T, C e G)</b>
<b>k</b>		3	1	1	0
<b>Th</b>		2	1	2	0
<b>V</b>		2	1	2	0
<b>Ir</b>		2	1	2	0
<b>C</b>		2	1	2	0
<b>J</b>		2	1	2	0

Fonte: Protocolo de pesquisa.

**01- H-** hierarquização; **R-** ramificação e **CA-** conexões arbitrárias

**02- DP-** diferenciação progressiva

**03- RI-** reconciliação integradora e **DP-** diferenciação progressiva

**04- T-** transversalidade; **C-** compreensão e **G-** generalização.

Fazendo uma comparação entre os resultados da análise dos mapas conceituais iniciais do Quadro 11 e finais no Quadro 12 observa-se que, os estudantes tiveram uma evolução conceitual. Observou-se no Quadro 11 que apenas uma aluna não utilizou conexões arbitrárias a aluna Thamara. Os demais alunos tiveram os três critérios identificados nos seus mapas conceituais, este fato demonstra uma maior maturidade conceitual da aluna, no entanto os demais alunos apresentam evolução nesse critério. Pois no Quadro 03 não foi possível identificar esta categoria em nenhum dos mapas analisados.

No Quadro 12, infere-se que os alunos tiveram uma evolução no nível dos mapas conceituais onde passaram do nível dois para o nível três, apenas a aluna Karina não obteve evolução, pois permanece no nível dois.

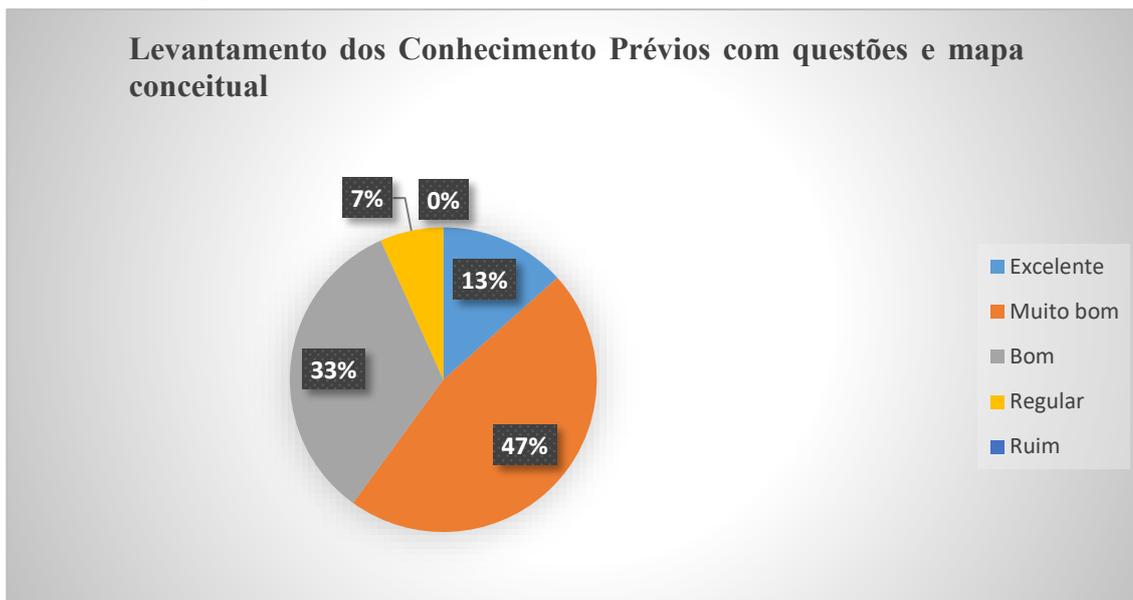
Mesmo havendo evolução conceitual dos alunos no decorrer da UEPS não foi possível classificar nenhum dos mapas no nível quatro, o que evidencia uma dificuldade dos alunos em fazerem ligações mais complexas entre os conceitos do mapa conceitual. Talvez seja por falta de prática na construção de mapas e compreensão da relação entre os conceitos mais amplos.

Essa evolução nos níveis de categorização dos conceitos apresenta indícios de aprendizagem significativa, pois, evidencia a evolução na assimilação e construção dos conceitos.

## 5.8. Avaliação da UEPS

No oitavo encontro foi aplicado um questionário com sete questões objetivas que versavam sobre as atividades desenvolvidas em cada momento da UEPS e uma questão aberta discursiva. Essas questões foram categorizadas de acordo com suas respostas nos gráficos a seguir.

**Figura 71-**Gráfico da Avaliação do 1º Momento da UEPS



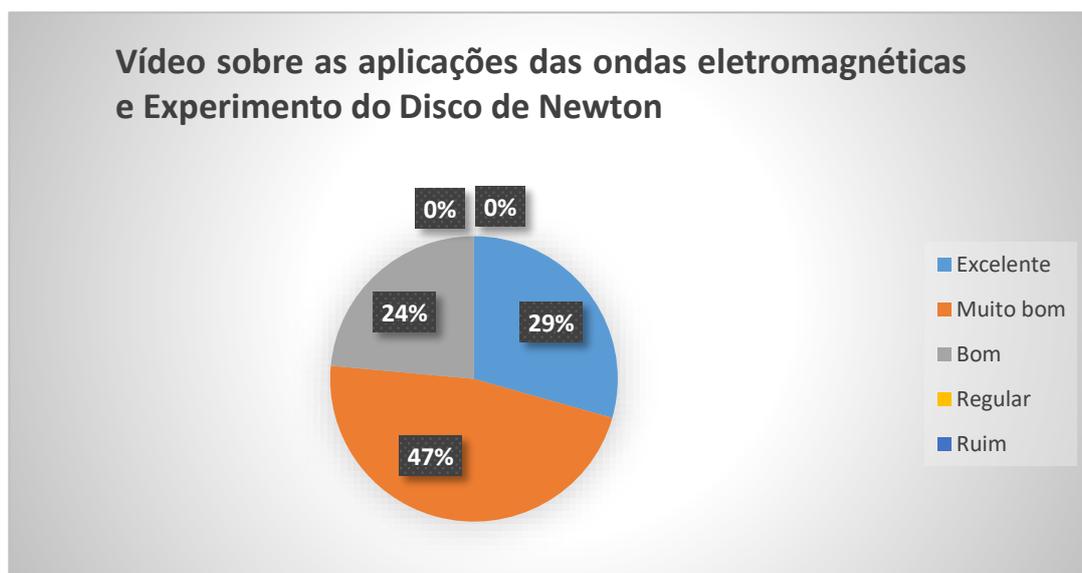
Fonte: Protocolo de pesquisa.

A Figura 71, apresenta o primeiro momento da UEPS na qual foi realizada uma conversa com a turma sobre a aplicação do produto didático, sobre a avaliação durante o produto e sobre a importância da participação de todos nos momentos da UEPS. Em seguida foi aplicado um questionário inicial para a coleta dos conhecimentos prévios dos alunos e logo após a entrega de um texto falando sobre a construção de mapas conceituais em seguida construiu-se juntos um mapa conceitual no quadro.

Em relação ao primeiro momento da UEPS pode-se perceber na Figura 71 que 13% dos alunos consideraram a atividade aplicada excelente, 47% consideraram muito bom, 33% consideraram bom, 7% consideraram regular, não tendo nenhum aluno no critério ruim. O que demonstra que a UEPS foi bem aceita pelos alunos.

No geral todos os alunos analisaram positivamente a aplicação do primeiro momento da UEPS.

**Figura 72-**Gráfico da Avaliação do 2º Momento da UEPS

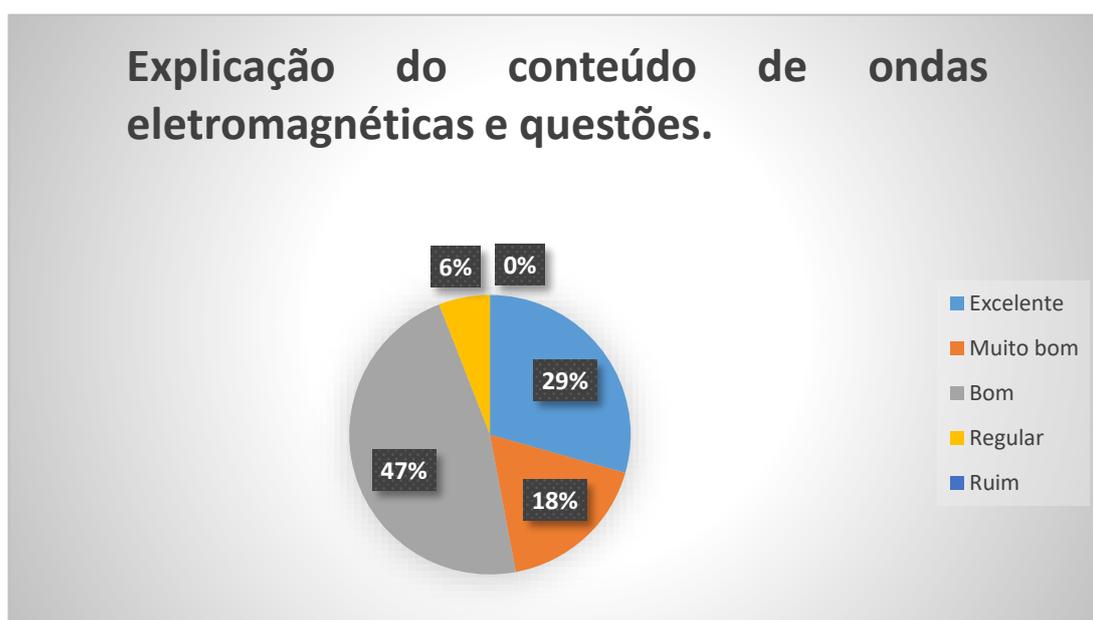


Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Figura 72 foi analisado o segundo momento da UEPS, onde foi aplicado um vídeo sobre a aplicação das ondas eletromagnéticas e sobre a formação do arco íris, logo após foi feito um experimento sobre o disco de Newton.

Neste momento as respostas dos alunos ficaram entre os critérios excelente e bom, não houve alunos nos critérios regular e ruim, podendo inferir que esta atividade foi exitosa.

**Figura 73-**Gráfico da Avaliação do 3º Momento da UEPS

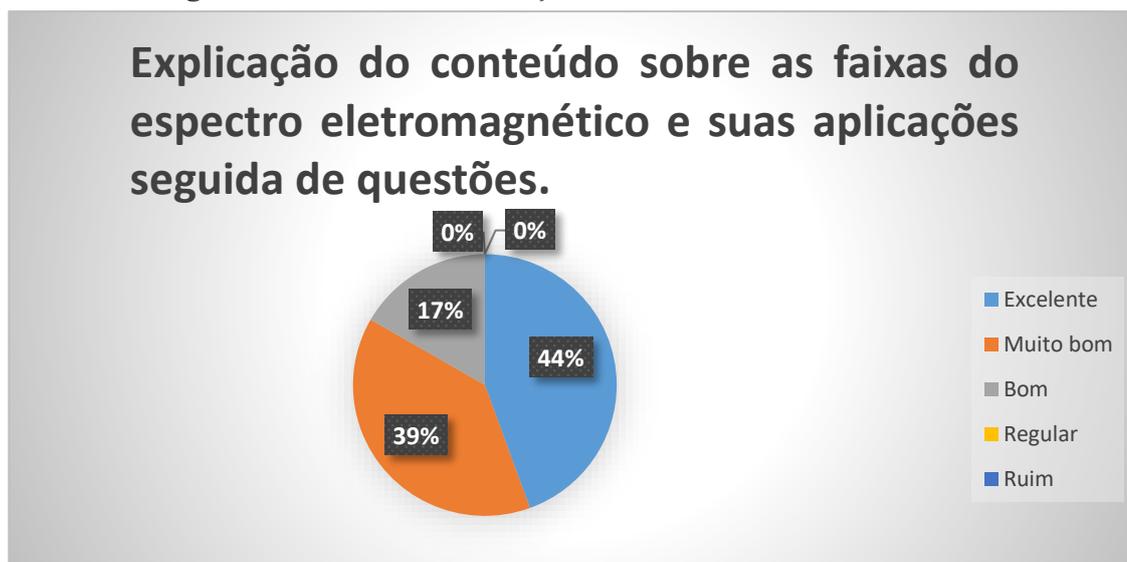


Fonte: Protocolo de pesquisa.

No terceiro momento da UEPS foi o primeiro contato dos alunos com o conteúdo, onde foi explicado para eles os conceitos de onda, classificação, características de uma onda, equação da ondulatória, fenômenos ondulatórios, para depois começar a explicar o conteúdo de ondas eletromagnéticas. Neste ponto foi explicado um pouco da história das ondas eletromagnéticas, suas características e geração de uma onda eletromagnética. Após a explicação do conteúdo foi aplicada uma lista de questões para a análise da evolução dos conceitos dos alunos no decorrer da UEPS.

Pode-se inferir nesta atividade apresentada no Gráfico 73 que os alunos avaliaram o terceiro momento da UEPS entre os critérios excelente e regular. Portanto, é perceptível que o número de alunos no critério excelente sofreu um aumento no decorrer da UEPS o que demonstra a viabilidade da aplicação desta, mas, também pode-se observar que ainda existem alunos que o julgam como regular.

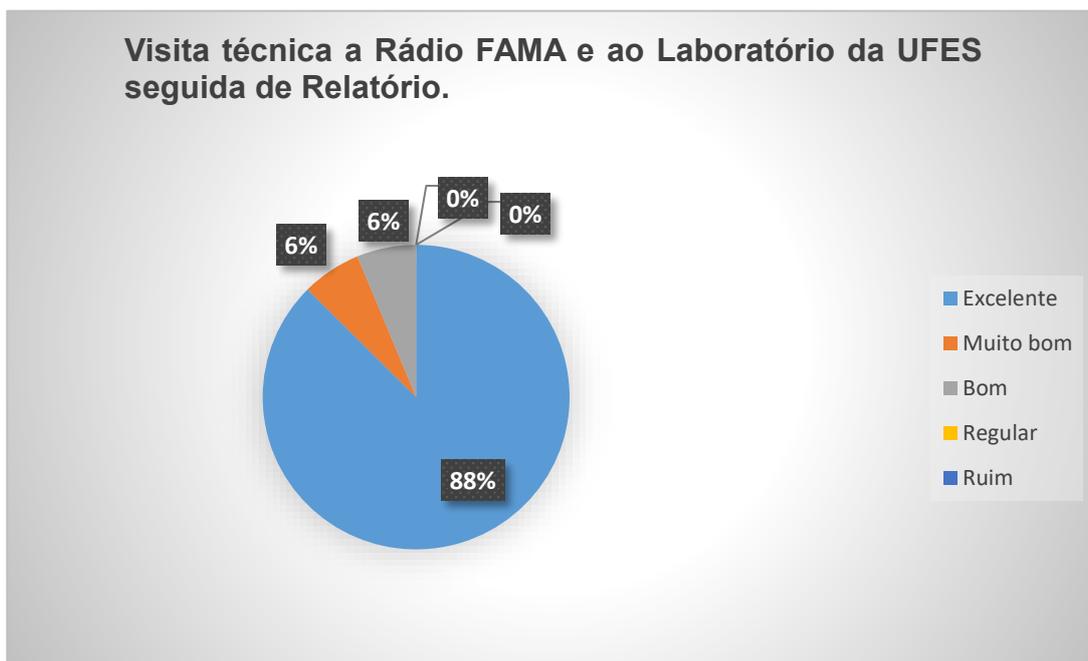
**Figura 74-** Gráfico da Avaliação do 4º Momento da UEPS



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No quarto momento da UEPS foi realizada outra aula expositiva e dialogada, em que as perguntas feitas nas aulas anteriores foram sendo respondidas nas explicações. Neste momento foram apresentadas aos alunos as faixas do espectro eletromagnético e suas características como a frequência e comprimento de onda de cada faixa de radiação. Posteriormente explicou-se sobre as aplicações de cada faixa de radiação no cotidiano.

Infere-se no Gráfico 74 que o nível das repostas dos alunos ficou entre os critérios excelente e bom, sendo que nenhum aluno respondeu regular e ruim, o que demonstra que a UEPS está sendo bem aceita pelos alunos, sendo viável a sua aplicação.

**Figura 75-**Gráfico da Avaliação do 5º Momento da UEPS

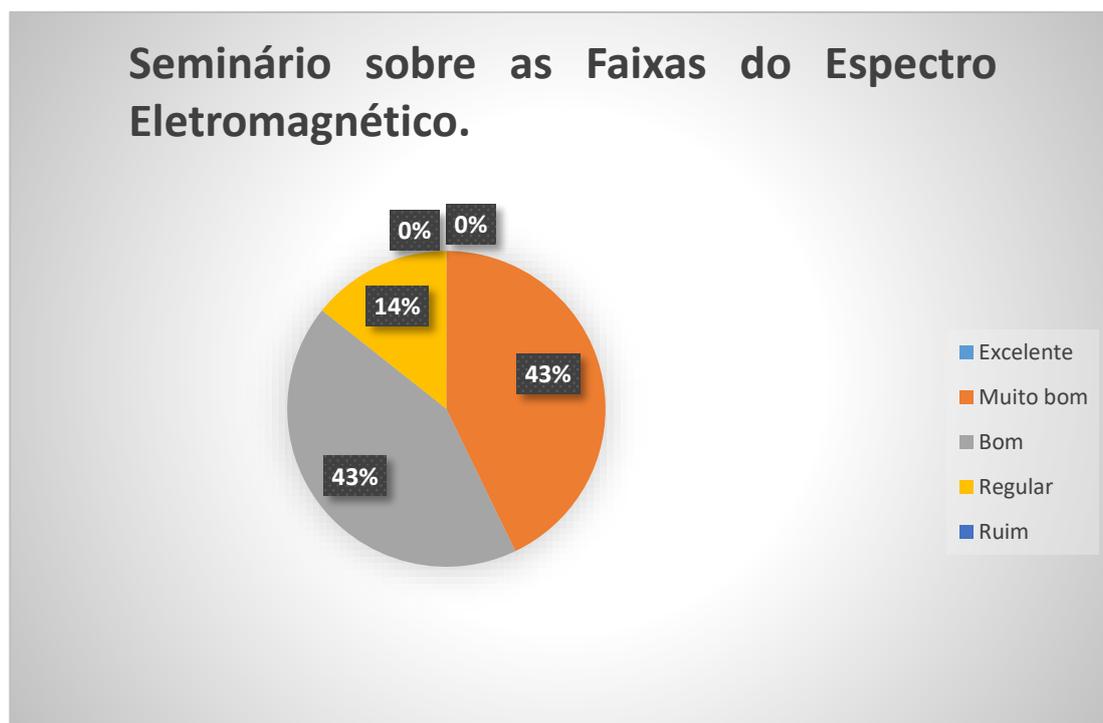
Fonte: Protocolo de pesquisa.

O quinto momento da UEPS apresentado na Figura 75, foi o mais motivador para os alunos, onde a teoria seria relacionada com a prática. Neste momento os alunos visitaram a Rádio Fama de Alegre/ES, onde foram feitas algumas perguntas enviadas anteriormente aos responsáveis para que fossem respondidas para os alunos no decorrer da visita. Neste momento eles tiveram a oportunidade de conhecer o funcionamento da rádio, participaram da programação do dia ao vivo, onde cantaram e puderam conhecer como ocorre a transmissão das ondas de rádio.

Ao sair estação os alunos foram levados ao laboratório da UFES em uma outra visita previamente agendada, para a exemplificação de alguns experimentos relacionados a luz.

Em relação a avaliação dessas atividades pode-se inferir que 88% dos alunos classificaram como excelente. O que demonstra a aplicabilidade das visitas técnicas. O restante dos alunos classificou este momento como muito bom e bom, mostrando que a visita técnica, quando bem planejada, e inserida em um contexto de aplicação da UEPS, contribui positivamente para atingir o aspecto CTSA da proposta, na perspectiva dos estudantes.

**Figura 76-**Gráfico da Avaliação do 6º Momento da UEPS



Fonte: Protocolo de pesquisa.

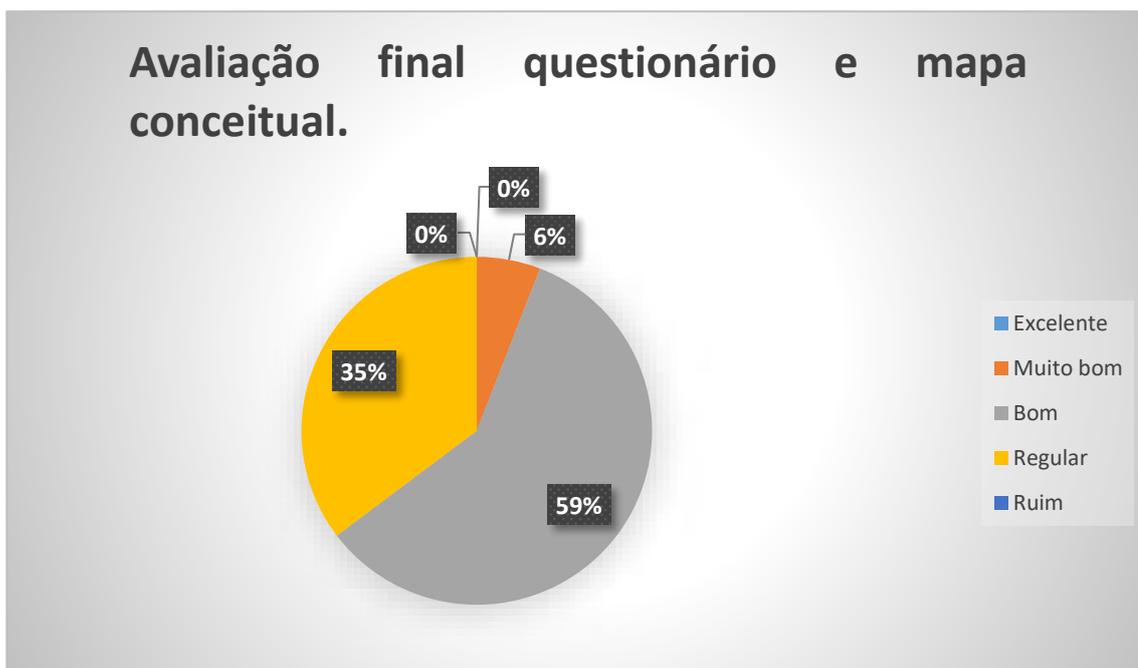
O sexto momento da UEPS apresentado não foi o esperado, pois nem todos os alunos apresentaram o seminário, mesmo ofertando nova chance para apresentarem em outro momento não concluíram esta atividade.

Na Figura 76 fica evidente a falta de participação deles nesta etapa, onde os mesmos demonstraram através de suas respostas que classificaram esta atividade entre os critérios de muito bom e regular. Nenhum aluno achou ruim, porém aumentou a frequência das respostas regular, o que demonstra um desafio a ser superado em futuras aplicações.

Quando foi indagado à turma sobre o porquê da falta de compromisso com a atividade, responderam que o tempo para a realização da atividade foi pouco, fazendo com que as apresentações não fossem tão boas e levassem alguns até a não cumprirem com a apresentação do seminário.

Fica como sugestão a professores que venham aplicar esta UEPS que entreguem os temas para a apresentação do seminário no quarto momento da UEPS, para que os alunos tenham mais tempo para se prepararem e elaborarem a apresentação.

**Figura 77-**Gráfico da Avaliação do 7º e 8º Momento da UEPS



Fonte: Protocolo de pesquisa.

No último momento da UEPS apresentado na Figura 77 foram aplicados novamente o questionário inicial e o mapa, para que pudesse haver uma comparação entre as respostas iniciais e finais.

Nenhum aluno achou excelente esta atividade e classificaram este momento entre os critérios muito bom e regular. Essa desmotivação se deve ao fato de ter que responder a mesma atividade novamente, mas expliquei para eles que era necessário para a pesquisa.

### **Questão Discursiva:**

Na avaliação da UEPS foi colocada uma questão discursiva, para que pudesse ser identificado nas respostas dos alunos o que foi bom e o que não foi durante a aplicação, para que pudesse haver a melhora na aplicação deste produto educacional. Nesta atividade foi aplicada a seguinte questão:

**Descreva os pontos positivos e negativos da UEPS. Dê sugestões falando sobre as etapas e o que fariam diferente para que fosse melhor:**

*“O ponto positivo é que aprendemos de forma diferente, com experimentos e visitas a outros locais com informações importantes. Não faria nada diferente, pois foi muito bom”. (Vania)*

*“Positivos: aperfeiçoamento no conteúdo, conhecimento e experiência. Negativos: falta de atenção de alguns alunos”. (Ramon)*

*“Positivos por que tivemos a oportunidade de aprender mais sobre as ondas”. (Cleanderson)*

*“Gostei da experiência”. (Adelaide)*

*“A UEPS em minha vista foi boa pois aprendi coisas dinamicamente, não presa a uma sala o que chama muita atenção”. (Irene)*

*“Ponto positivo que aprendemos sobre o assunto de um modo interativo e ponto negativo que alguns assuntos foram abrangidos de forma não tão clara para o entendimento da maioria dos alunos. De modo geral foi uma experiência muito boa aprendemos muito”. (Thamara)*

*“O seminário não foi o que eu pensei foi muito ruim tinha que ser melhor as apresentações”. (Jaison)*

*“Muito bom”. (Carlos)*

*“Positivo e que a gente aprendeu o conteúdo de forma diferente e divertida”(Lc)*

*“Poderia ser melhor visitar mais os lugares e os alunos interagir mais”(Sara)*

*“Que os pontos positivos aprendemos de forma legal/ diferente. Negativo pouco tempo”(Maira)*

*“Positivo aprendemos bastante sem a pressão de ter notas e foi bastante interativo”. (Anita)*

*“Bastante interativo, dinâmicas diferentes são sempre bem vindos”(Mikele)*

*“Na minha opinião foi tudo bom, bem melhor para o meu aprendizado. Uma forma divertida de aprender”. (Luara)*

Analisando as respostas dos alunos pode-se inferir que a UEPS foi exitosa, que a maioria dos alunos gostaram da experiência e aprenderam de forma interativa e agradável. Os alunos são muito transparentes e souberam identificar que o seminário não foi bom por causa da falta de compromisso. Em relação à aplicação do conteúdo depreende-se que a parte de ondas eletromagnéticas é um conteúdo mais complexo para o 2º Ensino médio. Algo que levou uma das alunas a dizer que o conteúdo não foi claro, pondera-se que talvez o procedimento mais adequado devesse ter mais aulas abordando de forma fragmentada cada tópico do conteúdo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Parâmetros Curriculares Nacionais visam o desenvolvimento do cidadão de forma prática, contextualizada, de forma que desenvolva conhecimentos amplos e abstratos para que possam ter uma visão de mundo geral, trabalhando um conjunto de competências e habilidades que sirvam para a intervenção e julgamentos práticos de sua aplicação na sociedade (BRASIL, 2016).

Baseado neste documento oficial e na BNCC, foi pensado o desenvolvimento de um produto educacional que desenvolva nos estudantes a habilidade de aplicar o conhecimento sobre as radiações e que consiga identificar as potencialidades, contribuições e desafios de sua aplicação na sociedade.

A sequência didática foi elaborada tendo como parâmetro os documentos oficiais anteriormente citados, com aplicação do produto didático intitulado como “A Utilização de uma UEPS no estudo das Ondas Eletromagnéticas por meio de uma abordagem CTSA”.

O objetivo geral desta pesquisa foi obter indícios de uma aprendizagem significativa, com uma proposta didática alternativa sobre ondas eletromagnéticas, que utilizou como estratégia didática uma UEPS com enfoque CTSA.

Tentando alcançar o objetivo proposto no decorrer da UEPS foram coletados dados em questionários, experimentos, visitas técnicas e seminário, nos quais foram identificados que os estudantes durante a aplicação da UEPS tiveram uma evolução conceitual.

No início da sequência didática observou-se que os conhecimentos dos estudantes estavam dispersos. A grande maioria apresentou em seus mapas conceituais, conceitos de ondulatória, conteúdo este abordado antes da aplicação do produto didático sobre ondas eletromagnéticas.

Posteriormente, no decorrer da sequência foi possível observar indícios de aprendizagem significativa sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas, no mapa final os estudantes conseguiram relacionar ondas eletromagnéticas com as faixas de radiação do espectro eletromagnético, demonstraram suas aplicações no cotidiano, e também os pontos positivos e negativos da utilização da radiação de forma adequada.

Foi possível perceber, no decorrer dessas atividades, o senso crítico dos estudantes quando falam sobre os benefícios e malefícios da utilização da radiação. Durante o seminário deixam claro a importância de conhecer os tipos de radiação para poder se posicionarem em relação a sua aplicação na sociedade, o que demonstra indícios de uma abordagem CTSA.

O objetivo da UEPS foi alcançado, pois no decorrer das atividades realizadas pelos estudantes foram identificados indícios de aprendizagem significativa, percebe-se que houve evolução conceitual desde o primeiro questionário de coleta dos conhecimentos prévios até o último, onde demonstraram maior evolução dos conceitos. Assim como na comparação entre os mapas iniciais e finais, em que houve um aumento no nível de categorização ao se perceber o avanço nas estruturas cognitivas dos estudantes.

Esses indícios de aprendizagem significativa ficam evidentes nas respostas dos estudantes, quando estes trazem os pontos positivos e negativos da aplicação radiação na sociedade utilizando o conhecimento adquirido. E também quando se vê os resultados da análise dos dados pode-se ponderar que foi exitosa, porque além de contribuir para a aprendizagem dos conceitos de ondas eletromagnéticas, ainda desenvolve o senso crítico em relação à aplicação da tecnologia na sociedade.

Já em relação à questão de pesquisa: *Como a utilização das UEPS, em conjunto com uma abordagem CTSA, pode potencializar a aprendizagem de ondas eletromagnéticas no Ensino Médio?*

Pode-se inferir na Avaliação Final da UEPS feita pelos estudantes que ela se mostrou exitosa, pois os estudantes se mostraram bastante motivados a aprender de forma diferenciada o que é uma condição para a aprendizagem significativa, levando a pré-disposição para aprender segundo Ausubel (1980).

Como sugestão para a aplicação deste produto didático tendo em vista as dificuldades de cumprir a tarefa pelos alunos, faz-se necessário a antecipação da entrega dos temas do seminário no quarto momento da UEPS para que a apresentação fique no sexto momento, dando um tempo maior para a preparação dos estudantes. Já em relação ao conteúdo, devido à sugestão da aluna sobre a clareza dos conteúdos, sugere-se que o tema seja mais fragmentado em mais aulas para que haja um maior entendimento dos conceitos.

Sendo assim espera-se que este produto educacional sirva de apoio para outros professores que desejem utilizar como metodologia ativa uma UEPS sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

**REFERÊNCIAS:**

ANDRADE, Bruno dos Santos. VASCONCELOS, Carlos Alberto de. *O enfoque CTSA no Ensino Médio: um relato de experiência no ensino de Biologia*. Scientia Plena, [S.I.], v. 10, n. 04, p.1-10, 2014. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1936/972>> Acesso em: 10 ago. 2018.

ANDRADE, Bruno dos Santos. VASCONCELOS, Carlos Alberto de. *Abordagem Da Separação De Misturas No Ensino Fundamental Sob O Enfoque CTSA Visando A Contextualização No Ensino De Ciências*. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S.I.], v.8, n.1, p.1-13, 2017. Disponível em: <http://revistapos.cruzeiro.dosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1141/864>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ANDRÉ, Marli. *O que é um Estudo de Caso Qualitativo em Educação?* Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade. Salvador. v. 22, n. 40, p.95-103, jul. /dez.2013. Disponível em: <http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/753>>. Acesso em 15 dez. 2018.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antônio. *Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no contexto Educacional Brasileiro*. Ciência e Educação, Santa Catarina, v.7, n.1-13, 2001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001)>. Acesso em: 15 de ago. 2018.

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. 1.ed. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BOYER, Carl Benjamin. 1959. *The rainbow: from myth to mathematics*. London: Thomas Youseloff.

BOGDAN, Robert ; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação Qualitativa em Educação*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra Elisabet Bazana. *O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica*. Caderno Brasileiro do Ensino de Física. UNIJUÍ, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. 2. ed. Brasília: MEC/SEB, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Secretaria da Educação. *Currículo Básico Escola Estadual*. Vitória: SEDU, 2009. Disponível em: < <https://sedu.es.gov.br/curriculo-base-da-rede-estadual>>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. *Ensino Médio e Educação Profissional no Brasil: Dualidade e Fragmentação*. Revista Retratos da Escola, Brasília, v.5, n.8, p.27-41, jan. /jun. 2011.

ENSSLIN, Leonardo. *O Design na Pesquisa Quali-Quantitativa em Engenharia de Produção – Questões Epistemológicas*. Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.1-16, março de 2008.

GODOY, Arilda Schmidt. *Pesquisa Qualitativa Tipos Fundamentais*. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n.3, p. 20-29, mai. / jun. 1995.

GOMES, Andréia Patrícia. et al. *O Ensino de Ciências: Dialogando com David Ausubel*. Revista Ciências & Ideias. Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p.23-31, out. /mar. 2009-2010.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polonia Altoé. O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque CTS: uma possibilidade para o ensino de física no ensino médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, [S.I.], v.8, n.1, p.109-125, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física Eletromagnetismo*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2012. 312 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física 3 – Eletromagnetismo*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2016. 812 p.

HELERBRUCK, Rafael. *O experimento do disco de Newton possibilita a visualização da composição da luz em razão do fenômeno da persistência da visão*. Disponível em: < <https://educador.brasilecola.uol.com.br/imprimir/3226>>. Acesso em: 04 de Out. De 2019.

KNECHTEL, Maria do Rosário. *Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada*. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LARA, Anna Elisa de; SOUZA, Célia Maria Gomes de. *O Processo De Construção e de Uso de um material potencialmente significativo visando a Aprendizagem Significativa em Tópicos de Colisões: Apresentações de slides e um Ambiente Virtual de Aprendizagem*. Experiências em Ensino de Ciências. Brasília, DF, v.4, n.2, p.61-82, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*. Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1993988>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MORENO, Lidia Ruiz; SONZOGNO, Maria Cecília, BATISTA, Sylvia Helena da Silva; BATISTA, Nildo Alves. *Mapa Conceitual: Ensaio de Critérios de Análise*. São Paulo. Ciência & Educação, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

MOTA, Nicolas da Silva. *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para aprendizagem de tópicos da Eletrodinâmica*. 2018. 197 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física Sociedade Brasileira de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense- IFF, Campos dos Goytacazes, 2002.

MOTA, Carlos Ramos; BARBOSA, Najla Veloso S. *O currículo para além das grades: construindo uma escola em sintonia com seu tempo*. MEC / TV Escola / Salto para o Futuro. Brasília, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.tvebrasil.com.br/salto>>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

NASCIMENTO; Augusto Sávio Guimarães do; RODRIGUES, M.F; NUNES, Albino O. *A Pertinência do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação Profissional e Tecnológica*. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, [S.I.], v. 2, n.11, p. 117-129, 2016.

OLIVEIRA, Cristiano Lessa de. *Um Apanhado Teórico-Conceitual Sobre a Pesquisa Qualitativa: Tipos, Técnicas e Características*. Travessias, Paraná, v. 2, n. 3, p.1-16, 2008.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira et al. *Metodologias Ativas De Ensino-Aprendizagem: Revisão Integrativa*. SANARE-Revista de Políticas Públicas, Sobral, v.15, n. 02, p.145-153, jun./dez. 2016.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio*. Ciência e Educação, Bauru, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

PAULO, David. *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como Instrumento de Aprendizagem Significativa de Física no Ensino Médio*. 2014. 123 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas). Universidade Federal de São Carlos- UFSCAR, São Carlos, 2014.

RANGEL, Clayton Silveira. *Uma intervenção didática diferenciada sobre conservação de energia e a atitude dos alunos frente ao ensino de física*. 2017.120.f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física Sociedade Brasileira de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense- IFF, Campos dos Goytacazes, 2017.

RIBEIRO, Thiago Vasconcelos; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; COLHERINHAS, Guilherme. *O Ensino por Pesquisa no Ensino Médio: Discussão de Questões CTSA em uma Alfabetização Científico-Tecnológica*. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0610-1.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

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. Graduação (Licenciatura Em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília-UnB, Planaltina, 2013.

SANTOS, Graziely Ameixa Siqueira dos. *Desenvolvimento de Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino do Conceito de Ondas*. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2015.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. *Cor e a Frequência da Luz*. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-cor-frequencia-luz.htm>>. Acesso em: 04/10/2019.

SIQUEIRA, Adriana Barreto de Oliveira. *Física Moderna e Contemporânea: intervenção didática por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) no Ensino Médio*. 2017. 263 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física Sociedade Brasileira de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense- IFF, Campos dos Goytacazes, 2017.

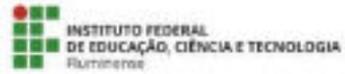
SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato Cesar; AQUINO, Kátia Almeida da Silva. *Estudo da eletroquímica a partir de pilhas naturais: uma análise de mapas conceituais*. Aprendizagem Significativa em Revista. Disponível em:<[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID60/v4n2\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID60/v4n2_a2014.pdf)>. Acesso em 09 janeiro de 2020.

SOUZA, Cássia Luã Pires de. *Uma análise crítica, a partir do enfoque ciência tecnologia - Sociedade (CTS), do ensino de botânica na Educação básica*. 2018. 88 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre: 2018.

TAVARES, Romero. *Construindo Mapas Conceituais*. Ciências & Cognição, João Pessoa, v.12, p.72-85, dez. 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

YOUNG, Hugh. D; FREEDMAN, Roger A. *Física III: Eletromagnetismo*. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Sociedade Brasileira de Física  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

## **APÊNDICE A- PRODUTO PROFESSOR**

**Por:** Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli

**Orientador:** Dr. Adelson Siqueira Carvalho



**O ENSINO DAS ONDAS  
ELETROMAGNÉTICAS POR  
MEIO DE UEPS COM UMA  
ABORDAGEM CTSA**

**Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli**

**MATERIAL DO PROFESSOR**

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>141</b>
<b>1º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>143</b>
<b>2º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>148</b>
<b>3º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>152</b>
<b>4º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>166</b>
<b>5º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>176</b>
<b>ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE ATIVIDADES REALIZADAS NA VISITA AO</b>	
<b>LABORATÓRIO DA UFES .....</b>	<b>178</b>
<b>6º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>182</b>
<b>TUTORIAL DE ACESSO AO PLICKERS.....</b>	<b>184</b>
<b>7º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>190</b>
<b>8º MOMENTO DA UEPS .....</b>	<b>195</b>
<b>REFERÊNCIAS: .....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO 01- (1º MOMENTO DA UEPS ) APRENDENDO A CONSTRUIR UM MAPA</b>	
<b>CONCEITUAL .....</b>	<b>198</b>
<b>ANEXO 02- (2º MOMENTO DA UEPS) ATIVIDADE 03: ROTEIRO</b>	
<b>EXPERIMENTAL.....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 03- (4º MOMENTO DA UEPS) ATIVIDADE - ROTEIRO EXPERIMENTAL</b>	
<b>.....</b>	<b>200</b>
<b>ANEXO 04- (4º MOMENTO DA UEPS) QUESTIONÁRIO ENEM .....</b>	<b>201</b>
<b>APÊNDICE B- APORTE TEÓRICO .....</b>	<b>204</b>

**O ENSINO DAS ONDAS  
ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE  
UEPS COM UMA ABORDAGEM CTSA**

## APRESENTAÇÃO

### **Caro Professor,**

Este material foi elaborado em forma de sequência didática, por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), visando o desenvolvimento da aprendizagem sobre o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas com uma abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

A sequência didática que será descrita neste material segue de acordo com os documentos oficiais do Estado do Espírito Santo, conteúdo este que é estudado pelos alunos no 2º Trimestre no 2º ano do Ensino Médio dentro de Ondulatória.

O material é composto de 8 momentos, que utiliza vários recursos na introdução do conteúdo. Durante a sequência didática não foi dado enfoque na parte Matemática da Física, sendo trabalhado somente de forma conceitual, mas para a aplicação deste produto subentende-se que a parte de Ondulatória que aborda questões Matemáticas já tenha sido trabalhada, podendo dar ênfase na parte conceitual de ondas eletromagnéticas.

Todas as atividades desenvolvidas na sequência estão baseadas na Aprendizagem significativa de David Ausubel, instigando o discente a desenvolver o senso crítico sobre a aplicação da tecnologia na sociedade.

Essa sequência segue os passos utilizados na UEPS baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), começando com uma atividade para a coleta dos conhecimentos prévios e posteriormente foram introduzindo os conceitos dos conhecimentos partindo dos gerais para os mais específicos.

O conteúdo foi abordado tentando estimular o discente a desenvolver suas habilidades ao se posicionar criticamente diante do desenvolvimento tecnológico, demonstrando assim os benefícios e malefícios de sua utilização em sua vida diária.

O aporte teórico dessa UEPS se encontra no final da sequência didática, para situar o professor, versando de forma resumida sobre a Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais, Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente e Ondas Eletromagnéticas.

QUADRO 01- RESUMO DA UEPS

<b>MOMENTOS DA UEPS</b>	<b>AULA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>CONTEÚDO</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>
<b>1º MOMENTO</b>	2h/a	Questionário Mapa Conceitual	Ondas Eletromagnéticas e suas aplicações.	Coletar os conhecimentos prévios dos estudantes.
<b>2º MOMENTO</b>	2h/a	Vídeo sobre ondas eletromagnéticas e suas aplicações. Experimento do Disco de Newton.	Introdução a ondas eletromagnéticas.	Organizar os conceitos prévios dos estudantes
<b>3º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação em Slides e questões	Revisão de Ondulatória. Ondas Eletromagnéticas Geração de uma onda Eletromagnética.	Abordar os conceitos de forma mais geral
<b>4º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação de Slides das Faixas do Espectro Eletromagnético e suas aplicações Divisão dos Grupos para o Seminário.	Espectro Eletromagnético.	Relacionar as faixas do Espectro Eletromagnético e sua aplicação. Identificar as características de uma onda Eletromagnética.
<b>5º MOMENTO</b>	4h/a	Visita Técnica a Rádio Local Visita Técnica ao laboratório da UFES (Experimentos)	Ondas de Rádio Espectro eletromagnético Comportamento da Luz	Relacionar a teoria das ondas eletromagnéticas com a prática através de uma visita de campo na Rádio local da Cidade e no laboratório da UFES
<b>6º MOMENTO</b>	2h/a	Apresentação do Seminário sobre as Faixas do Espectro Eletromagnético Questionário Jogo FATO ou FAKE (Plickers)	Vantagens e Desvantagens da utilização das ondas eletromagnéticas.	Desenvolver o senso crítico sobre a aplicação da Tecnologia na sociedade.
<b>7º MOMENTO</b>	1h/a	Questionário final Mapa Conceitual final	Ondas Eletromagnéticas Espectro eletromagnético Aplicações na Sociedade.	Identificar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.
<b>8º MOMENTO</b>	1h/a	Questionário Objetivo e Discursivo.	Avaliação das etapas da UEPS	Avaliar se a UEPS foi exitosa.

## 1º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVOS:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

### APLICAÇÃO:

No primeiro momento o professor deve conversar com os alunos a respeito da aplicação do produto didático sobre o tema de Ondas Eletromagnéticas, falando sobre a importância da realização das atividades desenvolvidas durante a sequência didática. Nesta etapa o professor da turma irá explicar que as atividades desenvolvidas serão avaliadas durante todas as etapas.

Após conversa com a turma, o professor deverá entregar a folha presente no Anexo 01 para os discentes explicando o que é um mapa conceitual. Posteriormente o professor deverá construir com eles um mapa de exemplo para que os mesmos possam assimilar como construir um mapa.

Em seguida o professor irá entregar aos alunos a primeira atividade do Apêndice A para que possa identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas.

Depois que o professor recolher a Atividade 1, deverá entregar a Atividade 2 do Apêndice A para que os mesmos possam construir um mapa conceitual sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

É importante que o professor não interfira nas respostas dos discentes, apenas oriente para que os discentes façam de acordo com os conhecimentos que possuem sobre o assunto, sem deixar de responder as questões propostas.



---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 03:**

Você sabe o que é uma onda eletromagnética? Explique com suas palavras o conceito de onda eletromagnética:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 04:**

Você sabe para que é utilizada essa fórmula  $v = \lambda \cdot f$ ? Quais as grandezas envolvidas nessa fórmula?

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 05:**

No nosso dia a dia vários aparelhos eletrodomésticos fazem uso de algum tipo de radiação. Você conhece algum tipo de radiação? Explique o que souber sobre o assunto:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 06:**

Estamos imersos em um mundo com várias radiações, quais os pontos positivos e negativos da aplicação da radiação em nossas vidas? Podem dar exemplos justificando as suas respostas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 07:**

Você sabe por que temos que usar protetor solar? E os óculos escuros, qual a sua função? Explique com suas palavras:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 08:**

Em dias de chuva, as vezes temos a formação do Arco-íris. Ou quando jogamos água com uma mangueira na posição do Sol, também podemos observar. Qual a relação do arco-íris com a luz? Explique:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Escola: \_\_\_\_\_

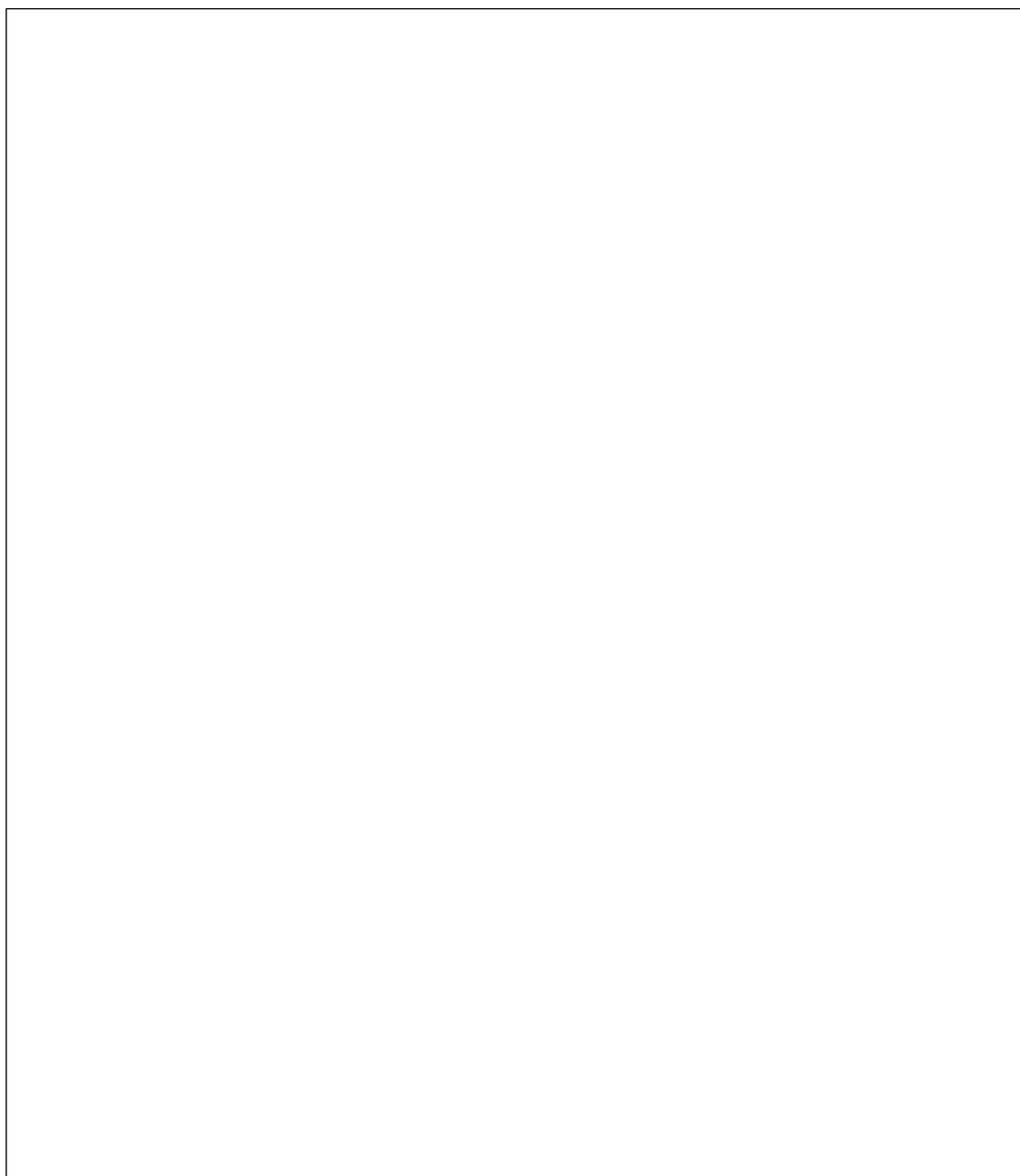
Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Professor (a) : \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### ATIVIDADE 02- 1º MOMENTO DA UEPS: MAPA CONCEITUAL

#### QUESTÃO 01:

Leia o texto sobre mapas conceituais, após a leitura do texto construa um mapa conceitual sobre Ondas Eletromagnéticas:



## 2º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVOS:

- Introduzir o conteúdo de ondas eletromagnéticas de forma mais geral, utilizando o recurso do vídeo como organizador prévio da aprendizagem dos alunos.
- Identificar através da parte experimental indícios de aprendizagem significativa na aplicação dos conhecimentos prévios sobre a luz visível.

### APLICAÇÃO:

No segundo momento da UEPS o professor deverá utilizar o vídeo apresentado na Figura 07 para introduzir os conhecimentos de ondas eletromagnéticas por meio da visualização da aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano, servindo de suporte para a aprendizagem dos alunos, nesse vídeo é possível responder um pouco das questões feitas no questionário prévio.

**Figura 07-** Aula de Física mostra como as ondas eletromagnéticas fazem parte do cotidiano



Link: <http://g1.globo.com/pernambuco/videos/v/aula-de-fisica-mostra-como-as-ondas-eletromagneticas-fazem-parte-do-cotidiano/3717562/>

Após a visualização do vídeo sobre a aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano, foi visto a necessidade da aplicação de outro vídeo, pois no questionário inicial foram apresentadas algumas dúvidas sobre a formação do arco íris, sendo assim foi utilizado o vídeo apresentado na Figura 08 abordando esse assunto, apenas para a introdução do conteúdo de ondas eletromagnéticas.

**Figura 08-** Vídeo sobre a formação do Arco-íris



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=tW819inM4hg>

Em seguida o professor deverá dividir a turma em quatro grupos de acordo com o número de alunos que possui. Posteriormente deverá entregar aos alunos os materiais presentes no anexo 02 que serão utilizados para a construção de um experimento chamado Disco de Newton.

Escola: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Professor (a) : \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### ATIVIDADE 03- 2º MOMENTO DA UEPS

#### QUESTÕES DO ROTEIRO EXPERIMENTAL SOBRE O DISCO DE NEWTON:

- 1) Explique o que é o disco de Newton, descreva qual a sua função:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 2) Observe o experimento. Quando você girou o disco de Newton o que aconteceu? Explique o fenômeno observado:

---

---

---

---

---

---

- 3) Quando o disco de Newton está em repouso você consegue observar o mesmo fenômeno? Porque?

---

---

---

---

---

---

- 4) Qual a relação do vídeo sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas com o disco de Newton:

---

---

---

---

---

- 5) Qual o fenômeno ondulatório ocorre na formação do arco-íris? Descreva como acontece este fenômeno:

---

---

---

---

---

---

---

### 3º MOMENTO DA UEPS

#### OBJETIVOS:

- Revisar o conteúdo de Ondulatória.
- Introduzir o conteúdo de ondas eletromagnéticas de forma geral e dialogada, utilizando de vídeo e simulações para melhor aprendizagem dos conceitos.
- Identificar o início da diferenciação progressiva dos conceitos através de questões, que exigem dos alunos a diferenciação das especificidades apresentadas no conteúdo sobre as características de uma onda eletromagnética.

#### APLICAÇÃO:

No terceiro momento da UEPS, o professor deverá introduzir o conteúdo através de uma aula expositiva e dialogada apresentada na Figura 03, nessa aula o professor poderá utilizar além de vídeo, simulações que possam enriquecer a aplicação do conteúdo.

**Figura 3-** Introdução ao Conteúdo de Ondas (Aula 01)

- ▶ Conceito de Onda
- ▶ Classificação das Ondas
- ▶ Características de uma Onda
- ▶ Equação da Ondulatória
- ▶ Fenômenos Ondulatórios
- ▶ Ondas Eletromagnéticas
- ▶ Geração de uma Onda Eletromagnética

# Onda

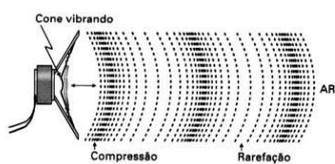
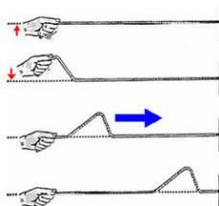
- Uma perturbação que se propaga em um meio que faz transporte de energia.



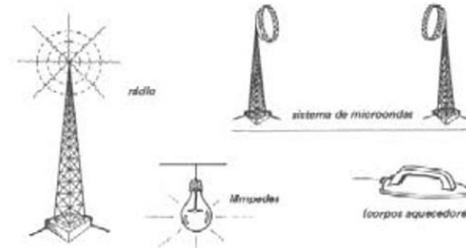
## CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS

### NATUREZA

#### MECÂNICAS



#### ELETROMAGNÉTICAS



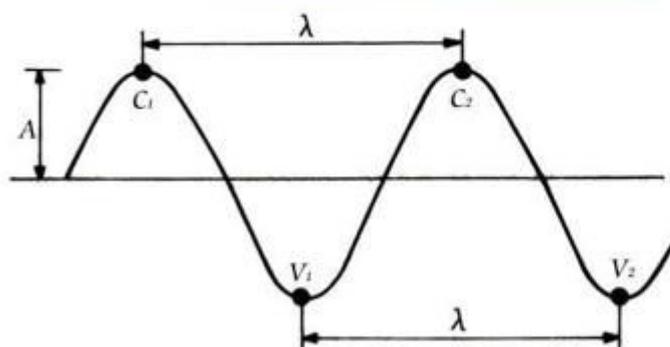
## CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS



## CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS



## Elementos de uma onda



A= amplitude  
 C= crista  
 V= vale  
 λ= comprimento de onda

## EQUAÇÃO DA ONDA

$$V = \lambda \cdot f$$

$$T = \frac{1}{f}$$

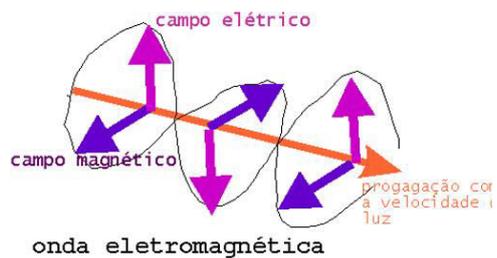
V= velocidade de onda  
 f= frequência  
 λ= comprimento de onda  
 T= período

## FENÔMENOS ONDULATÓRIOS



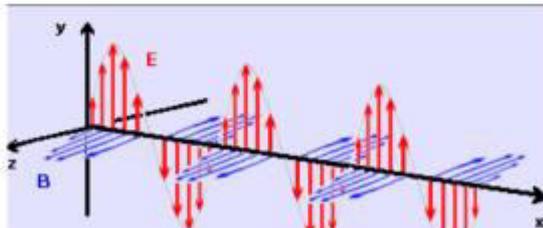
**Figura 4-** Introdução ao Conteúdo de Ondas (Aula 02)

## ONDAS ELETROMAGNÉTICAS



## Ondas Eletromagnéticas

- ▶ São uma combinação de um campo elétrico e de um campo magnético, que se propagam numa mesma direção, porém em planos perpendiculares, através do espaço transportando energia.



## Ondas Eletromagnéticas

- ▶ As ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo, com a velocidade da luz, ou seja, cerca de 300.000km/s, e na superfície terrestre com uma velocidade muito próxima a esta.

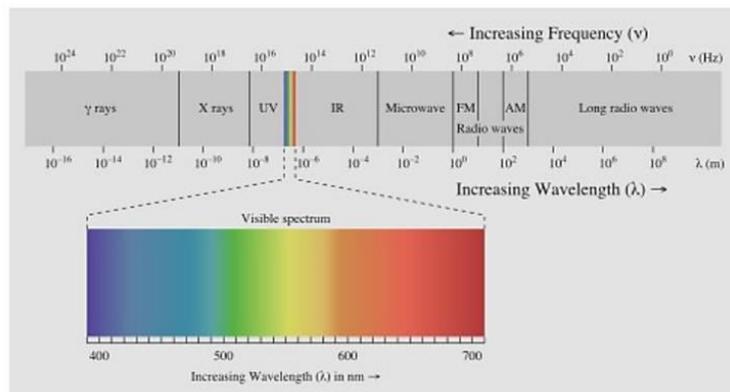
Exemplos:

- ▶ Radiações solares
- ▶ Comunicação com satélites



# Espectro Eletromagnético

Espectro Eletromagnético é classificado normalmente pelo comprimento de onda e frequência, como a radiação gama, os raios X, os raios ultravioleta, a luz visível, a radiação infravermelha, as micro-ondas e as ondas de rádio.



Até meados do século passado o espectro electromagnético conhecido estendia-se desde o infravermelho até ao ultravioleta, hoje sabemos que é bem mais vasto, indo dos raios cósmicos até às ondas de rádio.



## DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA



Fonte: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oSUHXeiaQ98&feature=youtu.be>>  
em 11 de janeiro de 2019.

Acesso

## História das ondas eletromagnéticas

- ▶ James Clerk Maxwell, mostrou que um raio luminoso é a propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos. Em meados do séc. XIX, a luz, os raios infravermelho e ultravioleta, eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas. (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016, p. 28).
- ▶ Segundo Young e Freedman (2009), com a unificação da eletricidade com o magnetismo, surgiu uma teoria conhecida como eletromagnetismo, na qual pode ser descrita pelas equações de Maxwell.
- ▶ Inspirado por Maxwell, Henrich Hertz descobriu as ondas de rádio e observou que elas se propagam com a mesma velocidade da luz visível (HALLIDAY; RESNICK, WALKER 2016).

## História das ondas eletromagnéticas

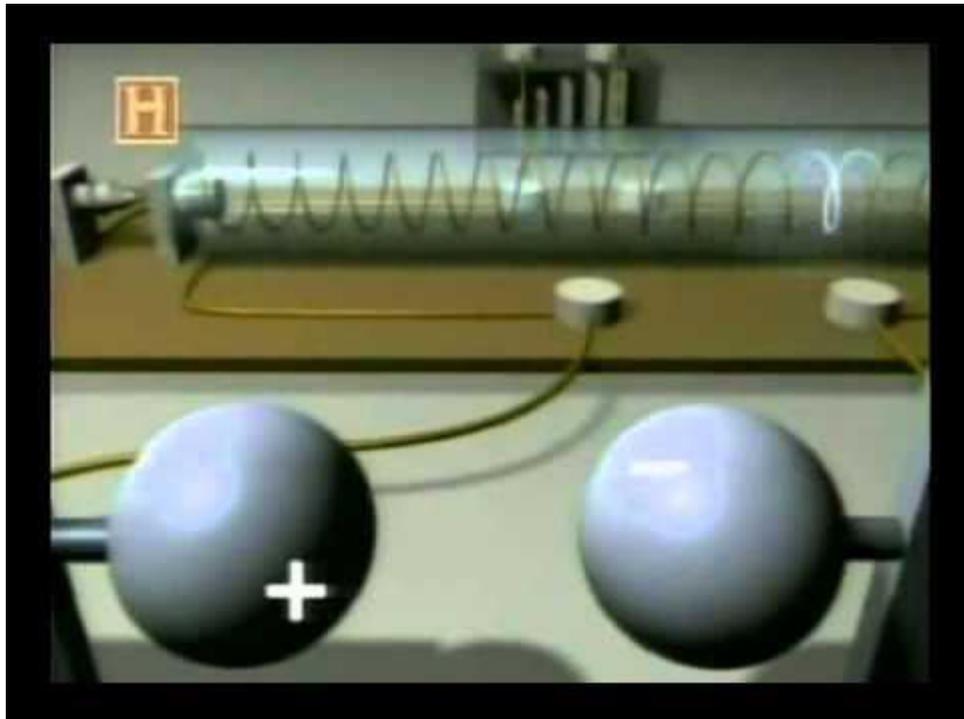
- ▶ Hoje temos um largo espectro de ondas eletromagnéticas e vivemos envolvidos por elas, o sol é nossa fonte primordial de radiação, nossos corpos são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular. As micro-ondas dos radares podem chegar até nós, além dessas, temos várias outras vindas de: lâmpadas, motores quentes de carros, raios x, relâmpagos e elementos radioativos do solo (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016).

## Características

- ▶ É um onda transversal
- ▶ os campos elétricos e magnéticos são perpendiculares entre si
- ▶ O produto entre eles indica a direção e o sentido de sua propagação.
- ▶ Sua razão é constante  $E=c.B$
- ▶ No vácuo a velocidade da luz é constante
- ▶ Não necessitam de um meio material para se propagar
- ▶ Se propagam senoidalmente com a mesma frequência e em fase.
- ▶ Os campo elétricos e magnéticos são escritos através das funções senoidais

$$E = E_m \text{sen}(kx - \omega t) \quad B = B_m \text{sen}(kx - \omega t)$$

## Geração de uma Onda Eletromagnética



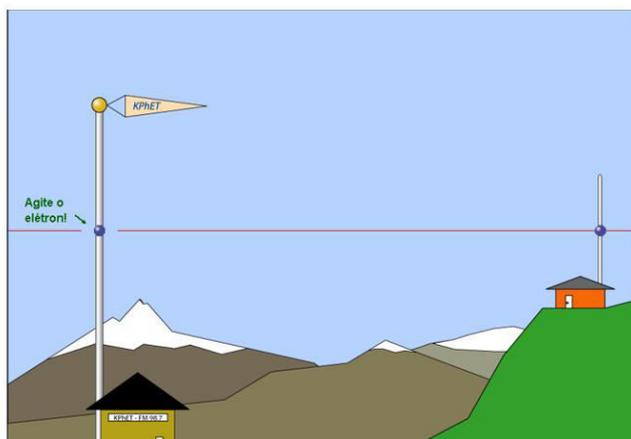
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=oSUHXeiaQ98&feature=youtu.be>

## Geração de Ondas Eletromagnéticas

- ▶ Para que uma carga puntiforme emita ondas eletromagnéticas é preciso fazê-las oscilar com movimento harmônico simples, acelerando-a em quase todos os pontos da sua trajetória, as cargas não emitem ondas igualmente em todas as direções, sendo assim são mais acentuadas quando se propagam em direção a formação do ângulo de  $90^\circ$  com o eixo do movimento da carga, não existindo onda se propagando ao longo do eixo de oscilação (YUONG; FREEDMAN, 2009).



## Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos



[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/radio-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/radio-waves)

Link: [https://drive.google.com/file/d/1HTHrjHo\\_MJ6j8pUWfaJgLOzrLr7HI5G/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1HTHrjHo_MJ6j8pUWfaJgLOzrLr7HI5G/view?usp=sharing)

Após a aula expositiva e dialogada apresentada na Figura 03, o professor deverá entregar aos alunos a Atividade 04, que se encontra no Apêndice A este questionário é específico sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas.

Escola: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Professor (a) : \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### ATIVIDADE 04: 3º MOMENTO DA UEPS

#### QUESTIONÁRIO SOBRE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

##### QUESTÃO 01:

As radiações eletromagnéticas são caracterizadas por se propagar com velocidade constante nas diversas frequências do espectro de radiações. Quais são as radiações do espectro eletromagnético e qual é a velocidade que elas se propagam?

---

---

---

---

---

---

---

---

##### QUESTÃO 02:

Cite exemplos de equipamentos eletroeletrônicos, que você conhece, que utilizam radiações eletromagnéticas:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 03:**

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A luz é uma onda eletromagnética formada por campos elétricos e magnéticos que variam no tempo e no espaço e que, no vácuo, são ..... entre si. Em um feixe de luz polarizada, a direção da polarização é definida como a direção ..... da onda.

- a) paralelos – do campo elétrico
  
- a) paralelos – do campo magnético
- b) perpendiculares – de propagação
- c) perpendiculares – do campo elétrico
- d) perpendiculares – do campo magnético.

**QUESTÃO 04:**

Quais as características de uma onda eletromagnética?

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 05:**

Explique como uma onda eletromagnética é gerada:

---

---

---

---

---

---

---

---

## 4º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVOS:

- Introduzir as faixas do espectro eletromagnético explicando a relação entre o comprimento de onda e frequência de cada onda eletromagnética.
- Identificar a presença de diferenciação progressiva nas questões teóricas sobre o espectro eletromagnético em suas aplicações no cotidiano através de suas características.

### APLICAÇÃO:

No quarto Momento da UEPS, o professor irá introduzir o conteúdo de forma mais específica, falando sobre as características do espectro eletromagnético como a frequência e o comprimento de onda de cada faixa, no decorrer desta aula o professor deverá falar também sobre a aplicação no cotidiano de cada faixa de radiação.

Para iniciar a aula o professor poderá apresentar aos alunos a seguinte questão investigativa:

### QUESTÃO INVESTIGATIVA:

1-Você consegue enxergar a luz do controle remoto? Explique como faria para visualiza-la:

---

---

---

2- Ligue a câmera do celular e aponte para luz do controle remoto. O que aconteceu? Explique o que observou: Qual o tipo de radiação é emitido pelo controle remoto?

---

---

---

Posteriormente após coleta das respostas dos alunos, o professor poderá discutir com a turma no decorrer da aula a resposta da questão proposta de forma teórica, sendo demonstrada na aula através das características de cada faixa de radiação.

No Anexo 03 segue uma sugestão de experimento após a aula teórica sobre o espectro eletromagnético, na sequência didática não foi realizado este experimento por que o mesmo foi realizado no Laboratório da UFES. Caso o professor não tenha condição de levar os seus alunos, segue roteiro experimental no Anexo 03 e a Atividade 05 com questões relativas ao experimento, que tem como objetivo a identificação das características do espectro de diferentes materiais.

**Figura 05-** Introdução do conteúdo sobre o Espectro Eletromagnético e suas aplicações.



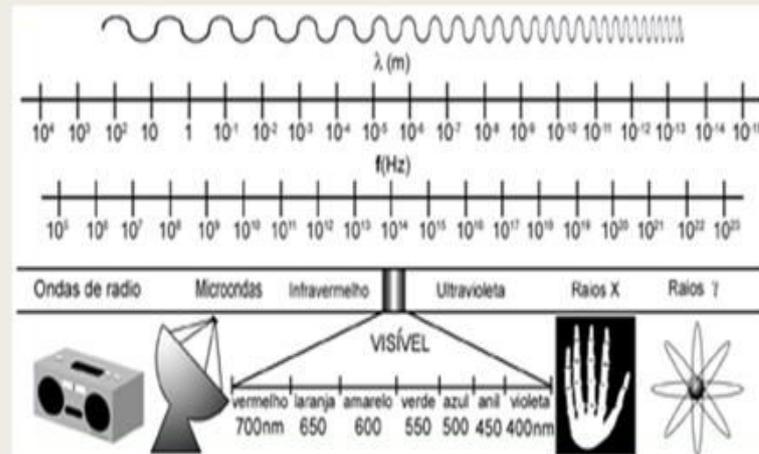
**ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO**

Professora: Dilcinéia Correia da Silva Meneguelli.

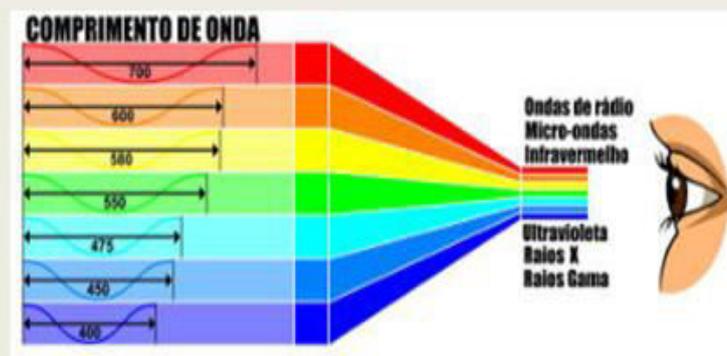
**Espectro Eletromagnético**

- É a distribuição de ondas eletromagnéticas visíveis e não visíveis, de acordo com a frequência e o comprimento de onda.
- Segundo Young e Freedman (2019), as ondas eletromagnéticas cobrem um espectro amplo de comprimento de onda e frequência, abrangendo as comunicações de rádio e TV, luz visível, radiação infravermelho e ultravioleta, os raios X e raios gama, com frequências de 1 até  $10^{24}$  Hz.

## Representação do Espectro

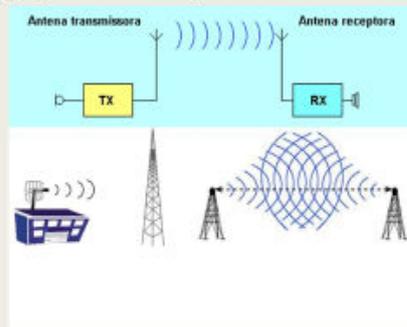


- Apesar das diferentes utilidades e meios de produção, elas possuem a mesma velocidade de propagação no vácuo  $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ .
- Nosso olhos conseguem detectar apenas uma faixa do espectro, a luz visível, mas mesmo assim as demais faixas são muito importantes.



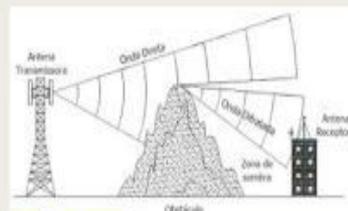
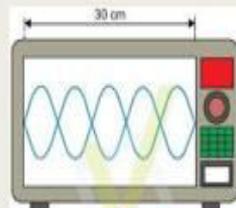
## Ondas de Rádio

- Possuem frequência mínima de 3.000 GHz e são largamente utilizadas para a transmissão de dados e localização por meio de radares. O brasileiro Roberto Landell de Moura foi a primeira pessoa a conseguir transmitir dados por meio de ondas eletromagnéticas, abrindo espaço para a criação do rádio e do telefone.



## Microondas

- São radiações que apresentam frequência entre a onda infravermelha e as ondas de rádio. As micro-ondas são utilizadas para aquecimento de alimentos em fornos microondas, radares, transmissões televisivas etc.



## Infravermelho

- É utilizada nos controles remotos de diversos aparelhos, na observação de satélites e no aquecimento de materiais para a indústria automotiva e têxtil.



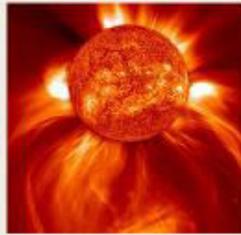
## LUZ VISÍVEL

- É o conjunto de ondas eletromagnéticas que, ao penetrar em nossos olhos, pode sensibilizar a retina e desencadear o mecanismo da visão. Essas ondas, como qualquer outra radiação eletromagnética, são originadas por cargas elétricas oscilantes.



## Ultravioleta

- As radiações ultravioleta emitidas pelo Sol estimulam a criação de melanina, por isso, ao se expor ao Sol por determinado tempo, é possível aproveitar a incidência de radiação para gerar o efeito de pele bronzeada. As lâmpadas fluorescentes e a luz negra também emitem radiação UV.



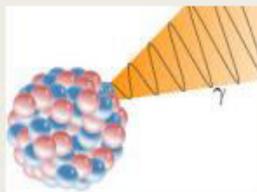
## Raios X

- São ondas eletromagnéticas de alta frequência que apresentam capacidade de penetração em sistemas de baixa densidade. Eles são utilizados para o diagnóstico feito por imagens.



## Raios Gama

- São ondas eletromagnéticas de altíssima frequência produzidas por transições nucleares. Em virtude do seu alto poder de penetração, são utilizados nas radioterapias para cauterização de células tumorais.



## REFERÊNCIAS:

- YOUNG, Hugh. D; FREEDMAN, Roger A. **Física III: Eletromagnetismo**. São Paulo: Addison Wesley, 2009.
- Brasil Escola. **O que é espectro eletromagnético?** . Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-espectro-eletromagnetico . htm>. Acesso em 15 de janeiro de 2019.

Fonte: <<https://drive.google.com/file/d/1Mtg6UGwL88cDC8dQ7ZgHenqbmZkyCRpD/view?usp=sharing>>

Após a realização das atividades propostas no quarto momento. O professor deverá dividir a sala em sete grupos para o seminário do sexto momento, sendo que cada grupo ficará com uma faixa do espectro, essa atividade será entregue antes para que os alunos tenham mais tempo de se preparar para o seminário. Os grupos serão divididos de acordo com o Quadro 02 a seguir, o qual possui alguns exemplos de vantagens e desvantagens de sua aplicação no cotidiano.

**Quadro 02-** Quadro para com as faixas do espectro eletromagnético para o seminário

<b>FAIXAS DO ESPECTRO</b>	<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<b>ONDAS DE RÁDIO</b>	Comunicação, velocidade no transporte de dados. Exemplos: Televisão, internet.	Interferência das rádios pirata, interferência magnética.
<b>MICROONDAS</b>	Aquecimento de Alimentos, o sinal não sofre reflexão na atmosfera, não alteram a estrutura molecular do material.	Altera o metabolismo das células humanas.
<b>INFRAVERMELHO</b>	Facilidade de fabricação de aparelhos, utilização em controle remoto, sensores.	Alcance de curta distância, permite apenas que redes pessoais sejam formadas.
<b>LUZ VISÍVEL</b>	(VLC) Comunicação sem fio onde os dados são modulados na porção da luz visível do espectro eletromagnético, utilizados na iluminação através das lâmpadas de LED com baixo consumo de energia.	Responsável pelo envelhecimento precoce da pele, (VLC) pode ser utilizado debaixo da água, baixo alcance.
<b>RAIOS ULTRAVIOLETA</b>	Fornece vitamina D.	Causam danos às fibras de colágeno e elastina da pele, causam queimaduras na pele, causam sardas, manchas, cegueira entre outras.

<b>RAIO X</b>	Podem ser utilizadas na Medicina: Radiografia, Tomografia, Ressonância.	Expõe os pacientes e os técnicos à radiação, embora pequena. Esse risco é mais importante para os técnicos que lidam com ela de forma mais permanente. Não pode ser usada em mulheres grávidas, pelo risco de danos ao feto.
<b>RADIAÇÃO GAMA</b>	Ao passar pelo corpo humano ioniza e mata as células cancerosas.	Pode matar as células boas também, ou pode na separação das células ocorrer uma imperfeição se tornando radioativo.

#### Links com materiais de Apoio:

[https://brasil.elpais.com/brasil/2014/09/22/sociedad/1411372758\\_682019.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2014/09/22/sociedad/1411372758_682019.html)  
[https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-noambiente/medicamentos/qui\\_mioterapia-antineoplasica](https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-noambiente/medicamentos/qui_mioterapia-antineoplasica)  
<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/radiacoes/radiacoes-nao-ionizantes>  
<https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-37981911>  
<http://www.radiacao-medica.com.br/dados-sobre-radiacao/beneficios-e-riscos-da-radiacao/>  
<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/download/4054/3097>  
<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2004-02-05/os-beneficios-da-poluicao-eletromagnetica>  
[https://www.news-medical.net/health/Infrared-Therapy-Health-Benefits-and-Risks-\(Portuguese\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Infrared-Therapy-Health-Benefits-and-Risks-(Portuguese).aspx)  
[http://redoxoma.iq.usp.br/paginas\\_view.php?idPagina=144](http://redoxoma.iq.usp.br/paginas_view.php?idPagina=144)  
<https://saude.abril.com.br/bem-estar/um-perigo-chamado-luz-visivel/>  
<https://www.estudopratico.com.br/radiacao-ultravioleta-caracteristicas-beneficios-e-maleficios/>  
[https://cotemar.com.br/wp-content/uploads/2017/01/riscos\\_beneficios.pdf](https://cotemar.com.br/wp-content/uploads/2017/01/riscos_beneficios.pdf)

Escola: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Professor (a) : \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### ATIVIDADE 05- 4º MOMENTO DA UEPS

#### QUESTÕES DO ROTEIRO EXPERIMENTAL DO ESPECTRÔMETRO:

- 1) Explique o que aconteceu quando apontou o espectrômetro para a janela em direção ao Sol:

---

---

---

---

---

---

- 2) Explique as diferenças entre as imagens formadas no procedimento 4, 5 e 6:

---

---

---

---

---

---

- 3) Qual das faixas do espectro se encontra esta atividade experimental? Todas as cores apresentadas possuem a mesma frequência? Qual possui maior comprimento de onda?

---

---

---

---

---

---

- 4) Qual a relação dos materiais das lâmpadas e o espectro formado por eles?

---

---

---

---

---

---

- 5) Qual a importância da espectrometria para a Ciência? Explique através de exemplos quais as inovações tecnológicas foram possíveis:

## 5º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVOS:

- Relacionar a teoria das ondas eletromagnéticas com a prática através de uma visita de campo na Rádio local da Cidade e no laboratório da UFES.
- Identificar as diferenças das faixas AM e FM das ondas de Rádio.
- Identificar as características das ondas de Rádio.
- Conhecer as restrições existentes na instalação de antenas de transmissão em relação à sociedade.

### APLICAÇÃO:

No quinto momento o professor deverá agendar previamente uma visita à Rádio local da cidade, explicando um pouco do projeto e falando sobre a necessidade de serem respondidas as questões enviadas.

Neste agendamento deverão constar as seguintes perguntas:

- a) Quais as principais diferenças entre as faixas AM e FM?
- b) Qual a função das ondas de Rádio?
- c) Como ocorre a transmissão dessas ondas?
- d) Quais os pontos positivos e negativos da sua utilização?
- e) Existe alguma restrição na instalação das antenas de transmissão? Quais são?
- f) Explique qual a função dessas restrições em relação à sociedade?

O professor deverá entregar a folha da Atividade 06 do Apêndice A para que os alunos possam fazer suas anotações durante a visita para posteriormente elaborar um relatório respondendo as questões feitas.

Após a visita o professor poderá realizar os experimentos que foram feitos no Laboratório da UFES, segue os roteiros experimentais de baixo custo.



## ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE ATIVIDADES REALIZADAS NA VISITA AO LABORATÓRIO DA UFES

### EXPERIMENTO 02- CÂMARA ESCURA E MATERIAIS FLUORESCENTE E FOSFORESCENTE

#### Objetivos:

- Identificar qual a diferença entre materiais fluorescentes e fosforescentes em contato com a luz negra.
- Identificar qual material emite luz por mais tempo longe da fonte de luz.
- Explicar o funcionamento dos dois tipos de materiais em contato com a luz negra.

#### Materiais:

- Caixa de supermercado média
- Papel preto
- Lâmpada de luz negra
- Bocal e fio com tomada
- Duas placas de madeira
- Tinta fluorescente
- Tinta fosforescente
- Tinta preta

**Figura 09-** Câmara escura



#### Procedimentos:

- 1- Encapar a caixa de papel preto
- 2- Pintar seu exterior de tinta preta
- 3- Fazer um furo na parte externa da caixa conforme Figura 09 e fazer a ligação da lâmpada de luz negra.
- 4- Pintar as duas tábuas uma de tinta fluorescente e a outra de tinta fosforescente.
- 5- Colocar a placa de tinta fluorescente debaixo da luz negra e logo após tirar e pedir para que os estudantes observem.
- 6- Colocar a placa de tinta fosforescente em baixo da luz negra e logo após tirar e pedir que os estudantes observem.

## EXPERIMENTO 03- CÂMARA ESCURA E FOSFORESCÊNCIA

### Objetivos:

- Identificar o que acontece após borrifar o líquido nas mãos e observar fora da luz.
- Identificar o que ocorre ao colocar as mãos com o líquido borrifado em baixo da luz negra.
- Identificar qual o fenômeno está sendo analisado neste experimento.

### Materiais:

escura

- Caixa de supermercado média
- Papel preto
- Lâmpada de luz negra
- Bocal e fio com tomada
- Duas placas de madeira
- Tinta fluorescente
- Caneta fluorescente
- Álcool 70%
- Água destilada
- Vidro borrifador

**Figura 09-** Câmara



### Procedimentos:

- 1- Encapar a caixa de papel preto
- 2- Pintar seu exterior de tinta preta
- 3- Fazer um furo na parte externa da caixa conforme Figura 09 e fazer a ligação da lâmpada de luz negra.
- 4- Pegar a carga da caneta fluorescente colocar no álcool.
- 5- Borrifar o líquido nas mãos dos estudantes.
- 6- Pedir que observem as mãos com o líquido borrifado fora da luz negra.
- 7- Pedir para colocarem as mãos com o líquido em baixo da luz negra.

## EXPERIMENTO 04- CÂMARA ESCURA E A LUZ

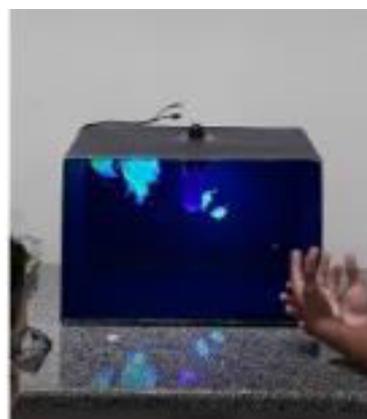
### Objetivos:

- Identificar qual luz do laser riscou a placa com maior intensidade.
- Identificar qual a característica das ondas eletromagnéticas que influencia nesse experimento.
- Identificar qual cor possui maior frequência.

### Materiais:

- Caixa de supermercado média
- Papel preto
- Lâmpada de luz negra
- Bocal e fio com tomada
- Placa pintada com tinta fosforescente
- Laser com diferentes cores de luz

**Figura 09-** Câmara escura



### Procedimentos:

- 1- Encapar a caixa de papel preto
- 2- Pintar seu exterior de tinta preta
- 3- Fazer um furo na parte externa da caixa conforme Figura 09 e fazer a ligação da lâmpada de luz negra.
- 4- Pintar a placa de madeira de tinta fosforescente
- 5- Colocar a placa fosforescente em baixo da luz negra.
- 6- Retirar a placa e apagar as luzes da sala, tem que ser em um ambiente escuro.
- 7- Utilizar o laser com cores diferentes na placa uma de cada vez.

## EXPERIMENTO 04- CÂMARA ESCURA E SABÃO EM PÓ

### Objetivos:

- Identificar o que é dito nas propagandas sobre o efeito do sabão em pó de deixar as roupas mais brancas.
- Identificar qual propriedade do sabão em pó é responsável por este efeito.
- Relacionar o efeito da luz negra com a radiação emitida pelo Sol.

### Materiais:

escura

- Caixa de supermercado média
- Papel preto
- Lâmpada de luz negra
- Bocal e fio com tomada
- Sabão em pó
- Água
- Becker de vidro

Figura 09- Câmara



### Procedimentos:

- 1- Encapar a caixa de papel preto
- 2- Pintar seu exterior de tinta preta
- 3- Fazer um furo na parte externa da caixa conforme Figura 09 e fazer a ligação da lâmpada de luz negra.
- 4- Encher o Becker até a metade de água e depois misturar duas colheres de sabão em pó na água.
- 5- Colocar a mistura em baixo da luz negra.
- 6- Observar o fenômeno fora da luz negra e debaixo da luz negra.

## 6º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVOS:

- Aplicar os conhecimentos adquiridos sobre o conteúdo de ondas eletromagnéticas de forma crítica através da apresentação do seminário.
- Identificar a aplicação do enfoque CTSA na apresentação do seminário.
- Identificar as características de cada faixa do espectro eletromagnético, relacionando a frequência e comprimento de onda com a sua energia em suas aplicações no cotidiano.

### APLICAÇÃO:

No sexto momento da UEPS será a apresentação do seminário das faixas do espectro eletromagnético. Este seminário tem como objetivo a aplicação do enfoque CTSA, pois, nesta atividade os alunos deverão explicar os pontos positivos e negativos da aplicação de cada faixa de radiação no cotidiano.

Após a apresentação do seminário o professor deverá entregar a Atividade 06 do Anexo 04, para que os estudantes possam aplicar os conhecimentos sobre as faixas do espectro eletromagnético.

Depois que o professor recolher esta atividade, ele poderá aplicar um Jogo sobre as faixas de radiação do espectro eletromagnético chamado de “FATO ou FAKE”. Este jogo foi feito com a utilização do programa Plickers. As perguntas que devem ser inseridas no programa estão abaixo e logo em seguida as orientações para a inserção das questões no programa com o um Tutorial de acesso ao site.

JOGO FATO OU FAKE?



<p>1- AS ONDAS DE RÁDIO SÃO AS ONDAS DE MENOR ENERGIA DE TODO O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.</p> <p><b>FATO</b></p>	<p>2- A LUZ ULTRAVIOLETA É PRODUZIDA EM LÂMPADAS INCANDESCENTES.</p> <p><b>FAKE</b></p>
<p>3- AS ONDAS DE RÁDIO POSSUEM O MENOR COMPRIMENTO DE ONDA.</p> <p><b>FAKE</b></p>	<p>4- A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA É UMA RADIAÇÃO IONIZANTE, PODE CAUSAR DANOS NO DNA.</p> <p><b>FATO</b></p>
<p>5- AS ONDAS DE RÁDIO SÃO UTILIZADAS NA TRANSMISSÃO DE TV, WI-FI, BLUETOOTH, ETC</p> <p><b>FATO</b></p>	<p>6- O RAIOS X É UMA ONDA DE BAIXA ENERGIA.</p> <p><b>FAKE</b></p>
<p>7- NOSSO CORPO PODE SER VISTO NO ESCURO ATRAVÉS DO INFRAVERMELHO A OLHO NU.</p> <p><b>FAKE</b></p>	<p>8- O RAIOS X PODE CAUSAR MUTAÇÕES GENÉTICAS NAS CÉLULAS.</p> <p><b>FATO</b></p>
<p>9- OS APARELHOS DE CONTROLE REMOTO FUNCIONAM COM INFRAVERMELHO.</p> <p><b>FATO</b></p>	<p>10- OS RAIOS GAMA SÃO ALTAMENTE ENERGÉTICOS, DIFICILMENTE SÃO REFLETIDOS.</p> <p><b>FATO</b></p>
<p>11- OS APARELHOS DE CONTROLE REMOTO FUNCIONAM DEBAIXO DE COBERTORES.</p> <p><b>FAKE</b></p>	<p>12- AS MICROONDAS SÃO UTILIZADAS PARA O COZIMENTO DE ALIMENTOS E EM RADARES.</p> <p><b>FATO</b></p>
<p>13- A LUZ VISÍVEL VARIA ENTRE AS COLORAÇÕES VERMELHO E VIOLETA.</p> <p><b>FATO</b></p>	<p>14- AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS POSSUEM DIFERENTES VELOCIDADES DE PROPAGAÇÃO.</p> <p><b>FAKE</b></p>

## TUTORIAL DE ACESSO AO PLICKERS

### PLICKERS

O Plickers é um recurso que pode ser utilizado por professores, disponível na Web e como aplicativo para dispositivos móveis.

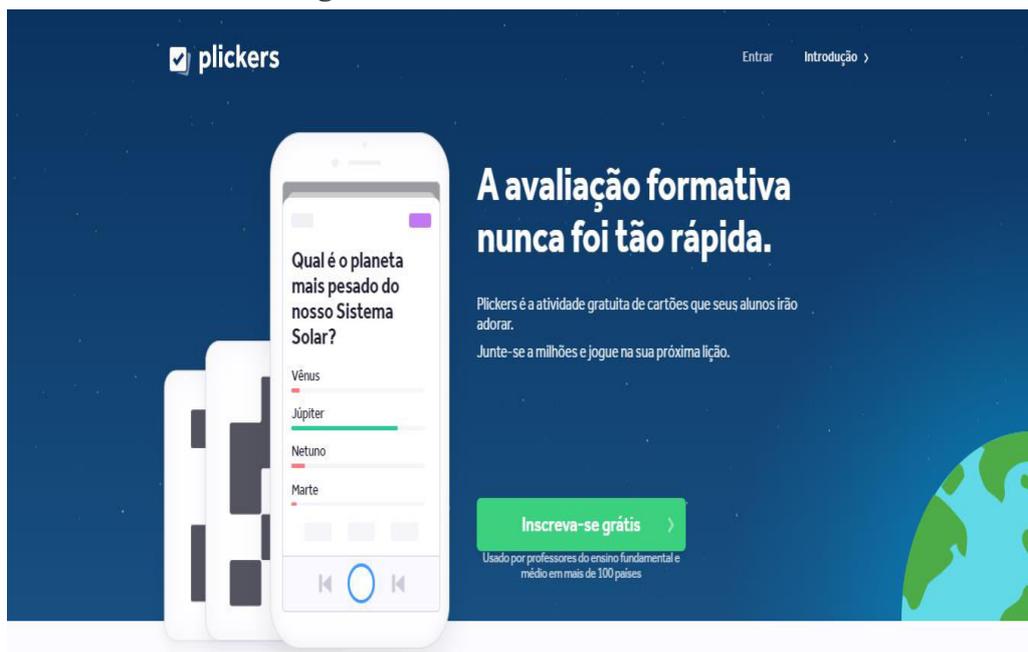
Esta ferramenta permite o professor dinamizar suas aulas com maior interatividade, permitindo rapidez na correção de testes rápidos. Esta correção acontece em tempo real com o escaneamento das respostas das questões feitas pelo professor, o aplicativo salva as respostas dos estudantes, gerando dados e gráficos individuais do desempenho deles.

Com esses dados é possível identificar as dificuldades no desempenho de cada estudante.

**Para acessar o site e criar as questões a serem utilizadas, basta seguir os passos abaixo:**

Acesse o site <<https://www.plickers.com/>>. A primeira página de acesso será a que está representada na Figura 10.

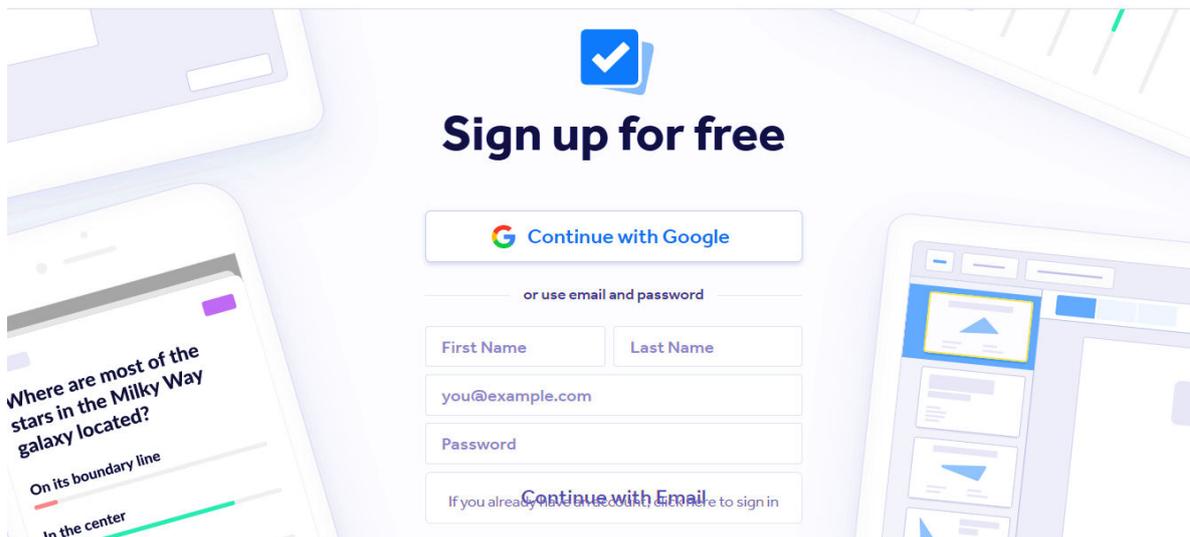
**Figura 10-** Plickers



Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Em seguida o professor terá que clicar em **(Inscreva-se grátis)**, onde aparecerá a tela da Figura 11.

**Figura 11-** Segunda tela de acesso ao Plickers

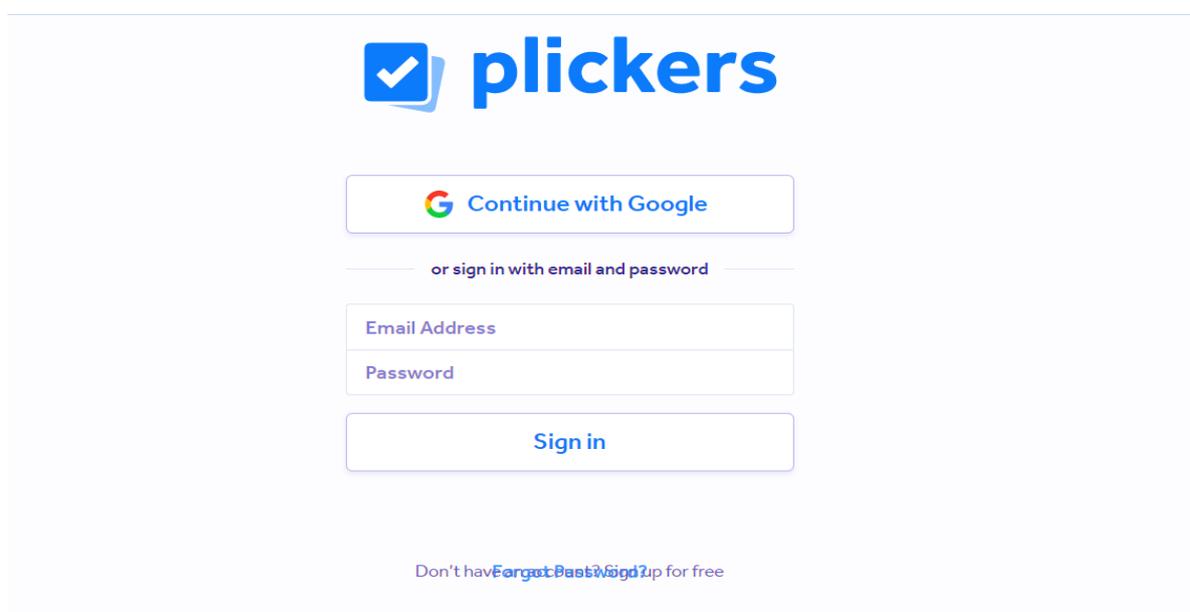


Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

O professor poderá se cadastrar de duas formas, ou clicando em continuar no google, ou preencher os dados abaixo, com o primeiro nome e sobrenome, email e senha.

Após o cadastro no site aparecerá a tela da Figura 12, onde o professor terá que inserir o seu email e a senha de acesso.

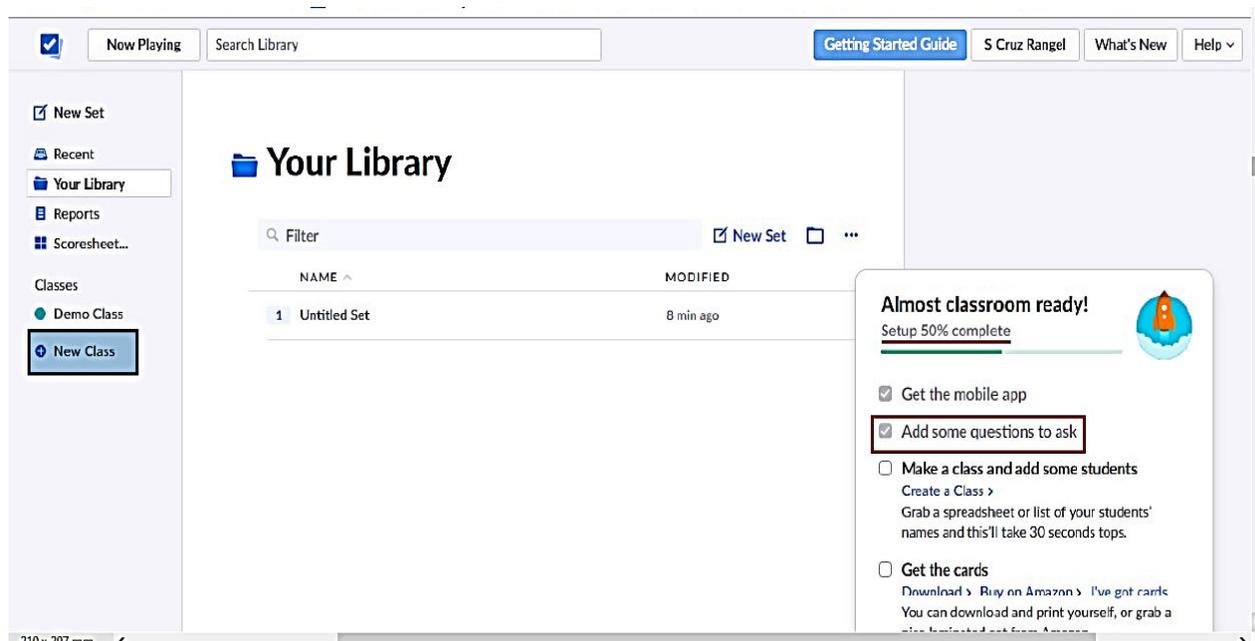
**Figura 12-** Tela de acesso após cadastro



Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Ao entrar no site aparecerá, de acordo com a Figura 13, no canto superior direito, a opção **Getting Started Guide**, clique nela, onde aparecerá outras opções.

**Figura 13-** Tela inicial do plickers



Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

A primeira opção é para adicionar o aplicativo do plickers no celular, vá até o **play store**, digite **plickers**, aparecerá a imagem da Figura 14. Baixe o aplicativo no celular.

**Figura 14-** Tela do aplicativo



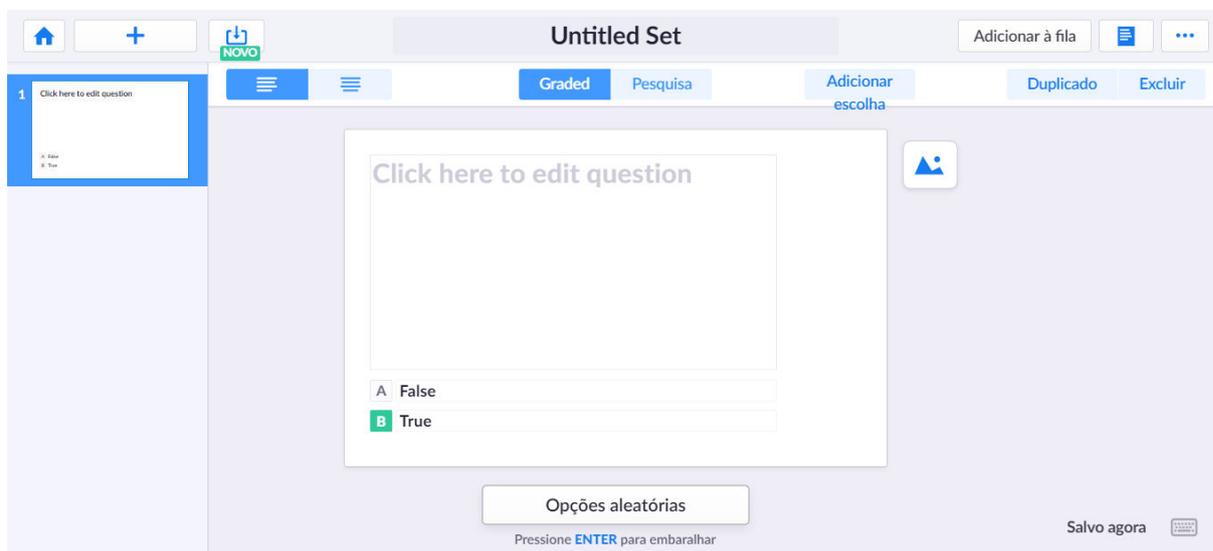
Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Esse aplicativo servirá para o professor scanear as respostas dos alunos durante o jogo e também para ter acesso as questões inseridas no programa.

A segunda opção diz para adicionar as questões no aplicativo, clique no link **Create your first Set.**

A Figura 15, apresenta a tela onde irá acrescentar as questões, o plickers te dá duas opções de perguntas ou múltipla escolha ou falso ou verdadeiro. Como nesse produto utilizamos falso ou verdadeiro no jogo foi selecionada a tela correspondente.

**Figura 15-** Tela de questões do plickers.



Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Cada bloco de questões te dá cinco opções de perguntas por vez na versão gratuita, como são quatorze perguntas terá que criar três blocos de questões. Assim que terminar de digitar a pergunta marque a alternativa correta que aparecerá em verde. Em seguida clique na opção o canto inferior direito **Saved Just Now**, que é para salvar a pergunta, para inserir mais questões terá que ir no canto superior esquerdo e clicar no **+**.

Após criar as perguntas, vá para o terceiro item que é para criar a turma onde aplicará as questões, clique no lado esquerdo na opção **New Class**, para adicionar nova classe. Na tela aparecerá esta imagem apresentada na Figura 16.

**Figura 16-** Lista para inserir nome da Classe



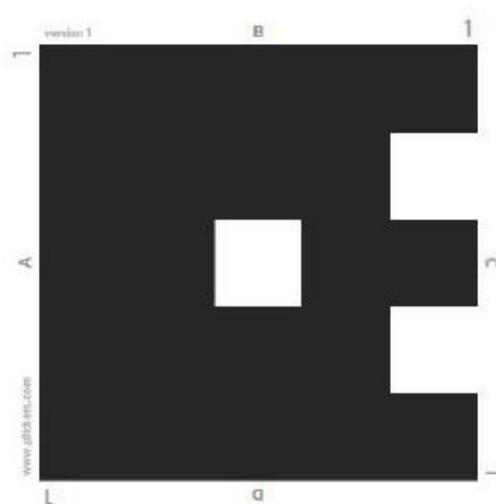
Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Após a inserção do nome da classe, aparecerá a opção para inserir o nome dos estudantes. Ao terminar de inserir os nomes, clique na opção **Done**.

Assim que terminar esse processo verá que está quase concluído, faltando apenas a última opção que é fazer o download dos cards (cartões individuais).

Clique no lado direito da tela na opção **Download**, onde será direcionado para uma nova tela que permite que imprima ou salve os cartões de cada aluno, esses cartões aparecem na versão pdf com 40 cartões individuais numerados de acordo com a Figura 17.

**Figura 17-** Modelo dos cards gerados pelo Plickers



Fonte: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 15 julho de 2019.

Ao terminar esses passos, retornando a página inicial o professor terá terminado a barra de progresso atingindo 100%.

**Para utilizar o aplicativo em sala de aula siga as instruções a seguir:**

- Após imprimir os cards, entregue um para cada aluno de acordo com os seus números gerados pelo programa.
- Abra o aplicativo no celular para visualizar as questões, selecione a turma e o bloco de questões.
- Faça as perguntas para os estudantes e a cada pergunta, peça que os estudantes levantem o card com a opção de resposta para cima.
- Com o aplicativo no celular em mãos vire-o para os estudantes para scnear as respostas, funciona como se fosse tirar uma foto, as bolinhas verdes indicam a resposta correta, vermelho incorretas, cinza escuro inválidas e cinza claro que os alunos não foram digitalizados.
- Caso queira apagar as respostas e digitalizar novamente clique em limpar.

Uma importante opção do plickers é que ele funciona offline, possibilitando a verificação das respostas mesmo sem internet.

## 7º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVO:

- Identificar indícios de aprendizagem significativa através das respostas dos estudantes nas atividades finais.
- Avaliar a aprendizagem dos conceitos no decorrer da sequência didática.
- Identificar se os estudantes conseguiram fazer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos.

### APLICAÇÃO:

No sétimo momento da UEPS o professor deverá aplicar o questionário inicial e o mapa conceitual, nesse momento o professor deverá comparar o questionário inicial e o mapa inicial com o questionário final e o mapa conceitual final aplicado, para que possa fazer a análise da evolução conceitual dos alunos. O questionário e a folha para a elaboração do mapa conceitual se encontram na Atividade 07 e 08 do Apêndice A.



**QUESTÃO 02:**

De acordo com a imagem anterior, podemos visualizar diferentes figuras, todas elas estão presentes em nosso cotidiano de alguma forma. Explique a relação existente entre elas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 03:**

Você sabe o que é uma onda eletromagnética? Explique com suas palavras o conceito de onda eletromagnética:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 04:**

Você sabe para que é utilizada essa fórmula  $v = \lambda \cdot f$ ? Quais as grandezas envolvidas nessa fórmula?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 05:**

No nosso dia a dia vários aparelhos eletrodomésticos fazem uso de algum tipo de radiação. Você conhece algum tipo de radiação? Explique o que souber sobre o assunto:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 06:**

Estamos imersos em um mundo com várias radiações, quais os pontos positivos e negativos da aplicação da radiação em nossas vidas? Podem dar exemplos justificando as suas respostas:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 07:**

Você sabe por que temos que usar protetor solar? E os óculos escuros, qual a sua função? Explique com suas palavras:

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 08:**

Em dias de chuva, as vezes temos a formação do Arco-íris. Ou quando jogamos água com uma mangueira na posição do Sol, também podemos observar. Qual a relação do arco-íris com a luz? Explique:

---

---

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Série:** \_\_\_\_\_

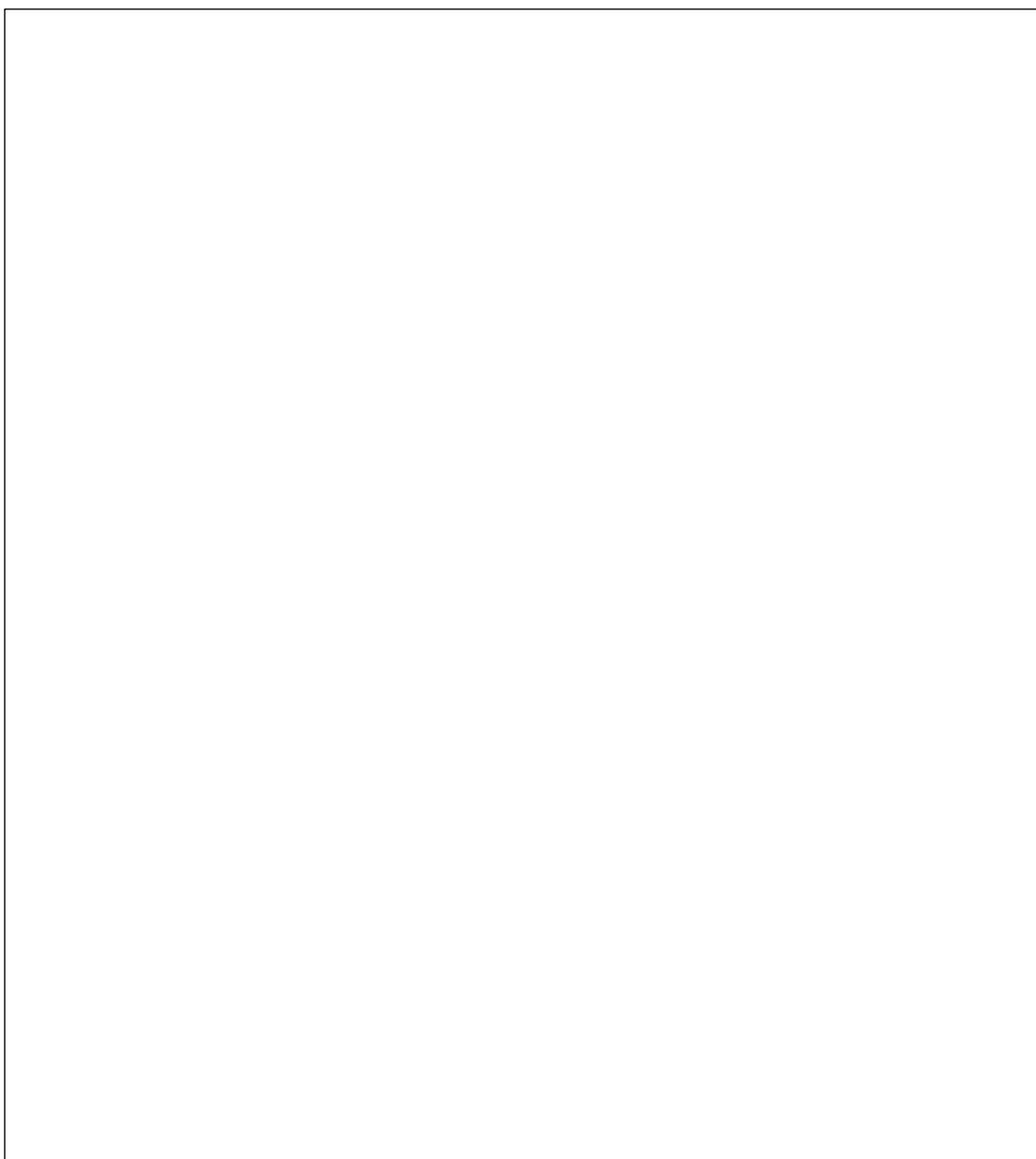
**Professor (a) :** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### **ATIVIDADE 07-7º MOMENTO DA UEPS**

#### **MAPA CONCEITUAL**

#### **QUESTÃO 01:**

Elabore um mapa conceitual com todos os conceitos abordados no decorrer da sequência didática sobre o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas:



## 8º MOMENTO DA UEPS

### OBJETIVO:

- Avaliar a se a aplicação da UEPS foi exitosa.
- Identificar possíveis falhas na aplicação da UEPS para melhorias em nova aplicação.

### APLICAÇÃO:

No oitavo momento é importante que o professor entregue a Atividade 08 que é a ficha de avaliação da UEPS presente no Apêndice A, para que o mesmo possa identificar se a aplicação da UEPS foi exitosa em relação à aplicação e a aprendizagem de conceitos sobre ondas eletromagnéticas.

Este dispositivo de avaliação é muito importante para que se possa sanar eventuais problemas ocorridos no decorrer da sequência didática, elevando a aprendizagem dos alunos.

Escola: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Professor (a) : \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ATIVIDADE 08- 8º Momento da UEPS****Avaliação dos Momentos da UEPS****CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA UEPS  
1-EXCELENTE 2- MUITO BOM 3- BOM 4- REGULAR 5- RUIM**

Façam uma análise das etapas da UEPS aplicada sobre Ondas Eletromagnéticas com enfoque CTSA, em cada etapa devem marcar apenas um dos critérios.  
Respondam à questão discursiva sobre os pontos positivos e negativos da UEPS.

<b>ETAPAS DA UEPS</b>		<b>1 EXCELENTE</b>	<b>2 MUITO BOM</b>	<b>3 BOM</b>	<b>4 REGULAR</b>	<b>5 RUIM</b>
<b>1</b>	Levantamento dos Conhecimentos Prévios com questões e Mapa Conceitual					
<b>2</b>	Vídeo sobre aplicações das Ondas Eletromagnéticas e Experimento do Disco de Newton.					
<b>3</b>	Explicação do Conteúdo de Ondas Eletromagnéticas e questões.					
<b>4</b>	Explicação do Conteúdo das faixas do Espectro Eletromagnético e suas aplicações, Experimento do Espectrômetro e questões.					
<b>5</b>	Visita Técnica a Rádio, Visita Técnica ao Laboratório da UFES, Relatório e Jogo.					
<b>6</b>	Seminário					
<b>7</b>	Questões iniciais e Mapa Conceitual					

**8)** Descreva os pontos positivos e negativos da aplicação da UEPS. Dê sugestões falando sobre as etapas e o que fariam diferente, para que fosse melhor:

**REFERÊNCIAS:**

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antônio. *Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no contexto Educacional Brasileiro*. Ciência e Educação, Santa Catarina, v.7, n.1-13, 2001. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001)>. Acesso em: 15 de ago. 2018.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana,1980

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física Eletromagnetismo* . 9. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2012. 312 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física 3 – Eletromagnetismo*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2016. 812 p.

MOREIRA, Marco Antônio. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Disponível em:< <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em 14 jan. 19.

MOREIRA, Marco Antônio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

NASCIMENTO; Augusto Sávio Guimarães do; RODRIGUES, M.F; NUNES, Albino O. *A Pertinência do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação Profissional e Tecnológica*. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, [S.I.], v. 2, n.11, p. 117-129, 2016.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio*. Ciência e Educação, Bauru, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

SOUZA, Cássia Luã Pires de. *Uma análise crítica, a partir do enfoque ciência tecnologia - Sociedade (CTS), do ensino de botânica na Educação básica*. 2018. 88 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre: 2018.

TAVARES, Romero. *Construindo Mapas Conceituais*. Ciências & Cognição, João Pessoa, v.12, p.72-85, dez. 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

YOUNG, Hugh. D; FREEDMAN, Roger A. *Física III: Eletromagnetismo*. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

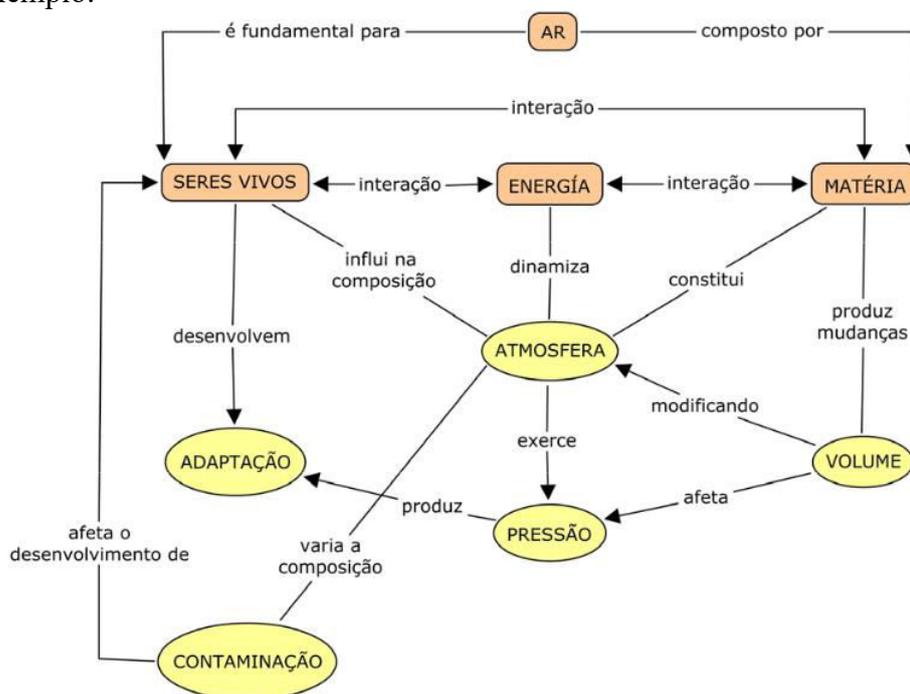
## ANEXO 01- (1º MOMENTO DA UEPS ) APRENDENDO A CONSTRUIR UM MAPA CONCEITUAL

### Mapa Conceitual

Mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que se usam para representar conceitos, são vistos como diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não precisam ser usadas obrigatoriamente.

O uso de palavras de ligação é necessário fazendo a relação entre os conceitos, mesmo havendo palavras de ligação os mapas conceituais não são auto-explicativos. Portanto, é necessário um pequeno texto explicando o mapa.

Exemplo:



### Referência:

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> >. Acesso em 14 jan. 2019.

## **ANEXO 02- (2º MOMENTO DA UEPS) ATIVIDADE 03: ROTEIRO EXPERIMENTAL**

### **DISCO DE NEWTON**

#### **MATERIAIS:**

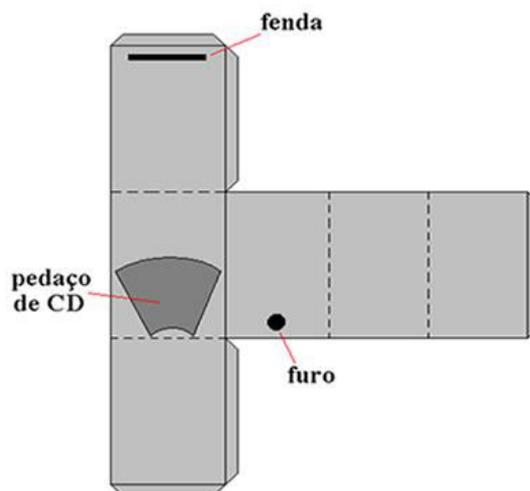
- CD
- Bolinha de gude
- Folha A4
- Lápis de Cor
- Cola instantânea
- Transferidor

#### **PROCEDIMENTOS:**

1. Com o CD em mãos desenhe-o na folha A4.
2. Divida o desenho do círculo do CD em 7 partes ( 6 partes de  $51,5^\circ$  e 1 parte de  $51^\circ$ )
3. Pinte cada parte com as cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil, violeta.
4. Cole o círculo de papel sobre o CD.
5. Cole a Bola de gude em baixo do CD em seu centro.
6. Gire-o como um pião.

## ANEXO 03- (4º MOMENTO DA UEPS) ATIVIDADE - ROTEIRO EXPERIMENTAL

### ESPECTRÔMETRO:



<p><b>MATERIAIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• um CD</li> <li>• papelão preto</li> <li>• fita adesiva</li> <li>• tesoura</li> <li>• papel celofane (cores variadas)</li> </ul>	<p><b>PROCEDIMENTOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corte o papelão nas dimensões apresentadas na figura.</li> <li>2. Como mostra a figura acima, cole o pedaço de CD na posição indicada e feche a caixa, ou seja, monte o espectrômetro.</li> <li>3. Lembre-se de que a caixa deve ser bem fechada, evitando qualquer fresta para que não entre luz além da que irá entrar pela fenda.</li> <li>4. Aponte-o em direção ao Sol em uma janela e olhe através do orifício.</li> <li>5. Agora aponte para a lâmpada incandescente.</li> <li>6. Agora aponte para a lâmpada fluorescente.</li> </ol>
---	--

**ANEXO 04- (4º MOMENTO DA UEPS) QUESTIONÁRIO ENEM****ATIVIDADE 06- QUESTÕES DO ENEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO****QUESTÃO 01:**

(ENEM - 2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor. A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas

**QUESTÃO 02:**

(ENEM - 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle. A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de:

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas.

**QUESTÃO 03:**

(ENEM 2010) Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de mega-hertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à:

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas
- b) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro
- c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas
- d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata
- e) semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas

#### **QUESTÃO 04:**

(ENEM 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:

- a) baixa intensidade
- b) baixa frequência.
- c) um espectro contínuo
- d) amplitude inadequada
- e) curto comprimento de onda

#### **QUESTÃO 05:**

Sabemos que o mundo em que vivemos está imerso em uma grande faixa de radiação. Explique o conceito de Espectro Eletromagnético. Cite as suas faixas e aplicações no cotidiano:

---

---

---

---

## APÊNDICE B- APORTE TEÓRICO

## TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa é um processo no qual um novo conceito se incorpora de forma não arbitrária e substantiva nas estruturas cognitivas do indivíduo. O conhecimento se organiza de forma não arbitrária quando as informações recebidas não se relacionam com qualquer ideia, mas, com aquelas que possuem maior relevância, e de forma substantiva quando ocorre de forma não-literal.

Os conhecimentos relevantes na aprendizagem significativa segundo Moreira (2011), são chamados de subsunçores, podendo ser simbólicos, conceituais, modelos mentais, iconográficas ou proposicionais. Através destes conhecimentos as novas informações ganham significado, podendo interagir com os conceitos prévios dos estudantes, gerando um novo conhecimento.

A aprendizagem significativa para Moreira (2011), pode ocorrer de duas formas por superordenação ou subordinação. De forma superordenada ela ocorre quando a ancoragem das novas ideias acontece de forma ampla, por meio de proposições ou conceitos, passando a subordinar os conhecimentos prévios, essa forma de aprendizagem significativa é menos frequente, ocorrendo mais a aprendizagem subordinada, na qual os novos conceitos são incorporados aos conhecimentos prévios dos alunos.

Segundo Moreira (2010), o professor precisa levar em conta dois princípios da aprendizagem significativa na hora da organização dos conteúdos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Na diferenciação progressiva, o conteúdo deve ser apresentado de forma mais geral e inclusiva e posteriormente diferenciadas por detalhes mais específicos. Já na reconciliação integrativa, o material apresentado deve explorar as relações entre os conceitos, por meio de similaridades e diferenças, fazendo a reconciliação entre os conhecimentos apresentados.

Para que ocorra a aprendizagem significativa segundo Ausubel (1980), é preciso que o aluno manifeste uma predisposição para aprender, relacionando o material utilizado à sua estrutura cognitiva, o material utilizado precisa ser potencialmente significativo, podendo ser incorporado ao conhecimento de forma não arbitrária e não literal.

## UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

A UEPS, segundo Moreira (2011), é uma sequência didática voltada para a aprendizagem significativa, fundamentada nos dois princípios da TAS, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, as quais pode estimular a pesquisa aplicada em ensino, podendo ser utilizada para aplicação de um conteúdo ou de vários.

### Passos para a construção de uma UEPS (MOREIRA, 2011)

Definição do tópico do conteúdo.

Criação de situações para obter os conhecimentos prévios.

Propor situações introdutórias levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos

Apresentação do conhecimento de forma mais geral (Diferenciação Progressiva).

Retomada dos aspectos estruturantes do conteúdo, maior complexidade (Reconciliação Integrativa)

Conclusão da sequência com atividades que desenvolvam a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Avaliação durante a sequência.

Avaliação da UEPS

## CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)

O enfoque CTSA teve origem em problemas ambientais. Carson (1969) em seu livro “Primavera Silenciosa”, foi quem denunciou o desaparecimento dos pássaros no final dos anos 50 causado pelo uso de um pesticida dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), sendo reconhecida somente mais tarde como mãe do movimento ecologista influenciando na origem de grupos de proteção ambiental e no movimento CTSA.

Em meados do século XX, os países centrais perceberam que a ciência, tecnologia e a economia, não estavam levando ao bem-estar social. Nas décadas de 60 e 70, com a degradação do meio ambiente e a vinculação da ciência e tecnologia as guerras, se tornaram mais críticos, intensificando as discussões, levando a CT ser debatida por políticos, emergindo assim o movimento CTS, com uma participação mais ativa da sociedade (AULER; BAZZO, 2001).

Este movimento tem diferentes concepções em relação aos seus objetivos, que se definem como a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências, como forma de alfabetizar os cidadãos cientificamente, tornando-os mais críticos na tomada de decisões, de forma consciente sobre as implicações das mesmas sobre a sociedade (AULER; BAZZO, 2001, NASCIMENTO, RODRIGUES E NUNES, 2016).

O movimento CTSA no Brasil, segundo Souza (2018), foi inserido no currículo a partir dos anos 90, ainda de forma lenta.

Alguns autores como Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016), vêm trabalhando a importância do enfoque CTS na educação, como um importante movimento para a formação humana.

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), abordar o enfoque CTS, é mais do que propor mudanças no currículo, é todo um contexto, a metodologia não deve ser somente transmissão de conhecimento e memorização de técnicas, deve propiciar a construção do conhecimento de forma crítica, na qual os alunos adquiram uma nova postura diante dos conteúdos estudados com participação ativa, minimizando a ação do professor.

Neste trabalho o enfoque CTSA será utilizado permeando todos os momentos de aprendizagem da UEPS com vistas a alcançar nos alunos uma fagulha de visão crítica sobre o conhecimento e a tecnologia e suas relações com o entorno.

## MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais, são estruturas hierárquicas apresentadas através de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, nos quais conceitos mais gerais que englobam outros conceitos mais específicos aparecem no topo, enquanto os mais específicos ficam na base. Conceitos que possuem a mesma importância devem aparecer no mesmo nível vertical. Como vários conceitos diferentes podem aparecer no mesmo nível vertical, as suas ramificações dão ao mapa a estrutura horizontal. (NOVAK, 1998; NOVAK; GOWIN, 1999, MOREIRA, 2011, apud TAVARES, 2007, p. 73 ).

Para se construir um bom mapa deve se levar em consideração alguns passos:

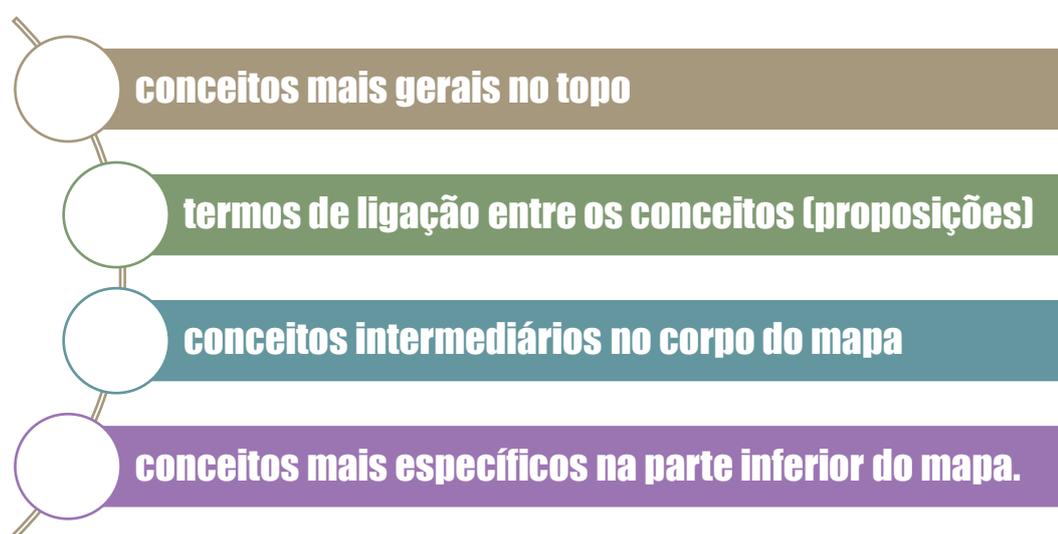


Figura 01- Modelo de mapa conceitual sobre ondas



Fonte: Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>>. Acesso em : 11 de janeiro de 2019.

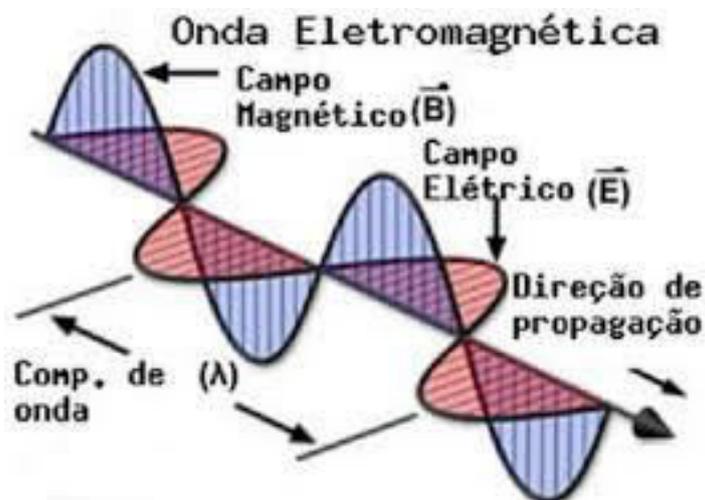
## PARTE DA FÍSICA

### ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

As ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos que variam com o tempo. Essas ondas eletromagnéticas transportam energia e movimento linear, variam senoidalmente com o tempo e com a posição, diferindo entre si apenas pela frequência e comprimento de onda. As ondas eletromagnéticas, não precisam de um meio material para se propagar, diferente das ondas mecânicas que precisam, mas a mesma possui características comuns as ondas mecânicas (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016, p. 28, YOUNG; FREEDMAN, 2009).

As ondas eletromagnéticas podem ser representadas de acordo com a Figura 3.

**Figura 2-** Representação de uma Onda Eletromagnética



Fonte:<sup>8</sup>

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), vivemos na era da informação digital, em que se baseia na física das ondas eletromagnéticas, todos estão conectados por: televisores, telefones e internet. Durante 40 anos, nem os mais visionários engenheiros imaginavam que seria possível a implantação dessa rede global de processadores em tão

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://clickgratis.blog.br/FisicaTubarao/479027/definicao-sobre-ondas-eletromagneticas.html> > Acesso em 26 de Outubro de 2018.

pouco tempo. Agora o desafio deles é saber como serão as interconexões durante 40 anos. Para responderem a esta pergunta eles precisam entender como funciona a Física básica das Ondas Eletromagnéticas, que existem de várias formas e foram chamadas de arco-íris de Maxwell.

## **O ARCO-ÍRIS DE MAXWELL**

James Clerk Maxwell mostrou que um raio luminoso é a propagação de campos elétricos e magnéticos. Em meados do séc. XIX, a luz, os raios infravermelho e ultravioleta, eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016, p. 28).

Segundo Young e Freedman (2009), com a unificação da eletricidade com o magnetismo, surgiu uma teoria conhecida como eletromagnetismo, na qual pode ser descrita pelas equações de Maxwell.

Inspirado por Maxwell, Henrich Hertz descobriu as ondas de rádio e observou que elas se propagam com a mesma velocidade da luz visível (HALLIDAY; RESNICK, WALKER 2016).

Hoje há um largo espectro de ondas eletromagnéticas e vive-se envolvido por elas, o Sol é a fonte primordial de radiação, os corpos são atravessados por sinais de rádio, televisão e telefonia celular. As micro-ondas dos radares podem chegar até o ser humano, além dessas, existem várias outras vindas de: lâmpadas, motores quentes de carros, raios x, relâmpagos e elementos radioativos do solo (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2016).

## **EQUAÇÕES DE MAXWELL E ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

Os campos elétricos formados por cargas em repouso ou campos magnéticos gerados por correntes estacionárias não variam com o tempo, sendo assim podem ser analisados separadamente por não haver interação entre eles. Quando ocorrem interações entre eles, não podem mais ser vistos isoladamente, pois seguem a lei de Faraday que diz que a variação de um campo magnético produz um campo elétrico. Já a lei de Ampere, mostra que um campo elétrico variável é fonte de campo magnético, essa interação é sintetizada pelas equações de Maxwell. (YOUNG; FREEDMAN, 2009)

Segundo Young e Freedman (2009), essas interações geradas pela variação dos campos, podem ser vistas como perturbações eletromagnéticas que variam como o tempo e podem se propagar de uma região para outra do espaço, mesmo que não haja matéria entre elas, devendo apresentar as características de uma onda e ser chamada de onda eletromagnética.

Maxwell provou em 1865, que as ondas eletromagnéticas podem se propagar no espaço vazio com uma velocidade igual a velocidade da luz ( $3 \cdot 10^8$  m/s), e descobriu que os princípios básicos do eletromagnetismo podem ser descritos em quatro equações conhecidas como equações de Maxwell (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Essas equações valem para os campos elétricos e magnéticos no vácuo. De acordo com essas equações, cargas em repouso geram campo elétrico estático, não gerando campo magnético. Já cargas que se movem com certa velocidade, produzem tanto campos elétricos, quanto magnéticos, havendo necessidade de acelerá-las para que se formem ondas eletromagnéticas. (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Segundo Young e Freedman (2009) e Halliday, Resnick, Walker (2012), as características comuns a todas as ondas eletromagnéticas são:

6. A onda é transversal, os campos elétricos e magnéticos são perpendiculares entre si e em relação a direção de propagação, o produto entre eles fornece a direção e o sentido de sua propagação.
7. Sua razão é constante:  $E=c \cdot B$
8. No vácuo sua velocidade é constante e invariável
9. Não necessitam de um meio material para a sua propagação. As grandezas que oscilam são os campos elétricos e magnéticos.
10. Os campos variam senoidalmente, com a mesma frequência e em fase.

Os campos elétricos e magnéticos podem ser escritos através de funções senoidais:

$$E = E_m \text{sen}(kx - \omega t) \quad . \quad (01)$$

$$B = B_m \text{sen}(kx - \omega t) \quad . \quad (02)$$

As letras E e B representam os campos elétricos e magnéticos,  $E_m$  e  $B_m$  são as amplitudes do campo, e  $\omega$  e  $k$  são a frequência angular e o número de onda. Como se está falando de onda eletromagnética, a velocidade de propagação da onda é  $c = \omega/k$ . E para representar esta velocidade utilizamos o valor de  $c$ , que é aproximadamente

igual a  $3.10^8$  m/s. As ondas eletromagnéticas em geral possuem a mesma velocidade de propagação (HALLIDAY; RESNICK, WALKER, 2012):

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad . \quad (03)$$

Pode-se perceber que tanto as amplitudes quanto os campos magnéticos estão relacionados pelas equações a seguir:

$$\frac{E_m}{B_m} = c \quad . \quad (04)$$

$$\frac{E}{B} = c \quad . \quad (05)$$

As ondas eletromagnéticas podem ser representadas por retas orientadas ou frentes de ondas, utilizando as duas formas ao mesmo tempo. As frentes de ondas são separadas por um comprimento de onda  $\lambda$  ( $=2\pi/k$ ), elas viajam aproximadamente na mesma direção formando um feixe, como de um laser ou de uma lanterna. As ondulações representam as oscilações senoidais da onda (HALLIDAY; RESNICK; WALKER 2012).

Segundo Halliday , Resnick e Walker (2012), os campos elétricos e magnéticos são criados através da indução e se propagam através das variações senoidais como uma onda eletromagnética, a qual se não existisse não se poderia enxergar, nem existir já que depende das ondas eletromagnéticas do Sol para aquecer a Terra.

## GERAÇÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Para que uma carga puntiforme emita ondas eletromagnéticas é preciso fazê-la oscilar com movimento harmônico simples, acelerando-a em quase todos os pontos da sua trajetória. As cargas não emitem ondas igualmente em todas as direções, sendo assim são mais acentuadas quando se propagam em direção a formação do ângulo de  $90^\circ$  com o eixo do movimento da carga, não existindo onda se propagando ao longo do eixo de oscilação (YUONG; FREEDMAN, 2009).

Como as perturbações elétricas e magnéticas se irradiam para fora da fonte, pode-se utilizar a expressão radiação eletromagnética com o mesmo sentido de ondas eletromagnéticas (YUONG; FREEDMAN, 2009, p. 379).

As ondas eletromagnéticas, segundo Young e Freedman(2009), com comprimento de ondas macroscópicos foram produzidas em laboratório em 1887, por Henrich Hertz,

onde utilizou um circuito L-C, detectando ondas eletromagnéticas resultantes usando outro circuito sintonizado para a mesma frequência produzindo ondas estacionárias (YUONG; FREEDMAN, 2009).

Com o valor da frequência do seu circuito, foi possível calcular a velocidade da onda com essa equação  $v = \lambda \cdot f$ , verificando que a onda eletromagnética possui uma velocidade igual à da luz, designada pelo símbolo  $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ , confirmando a teoria de Maxwell (YUONG; FREEDMAN, 2009).

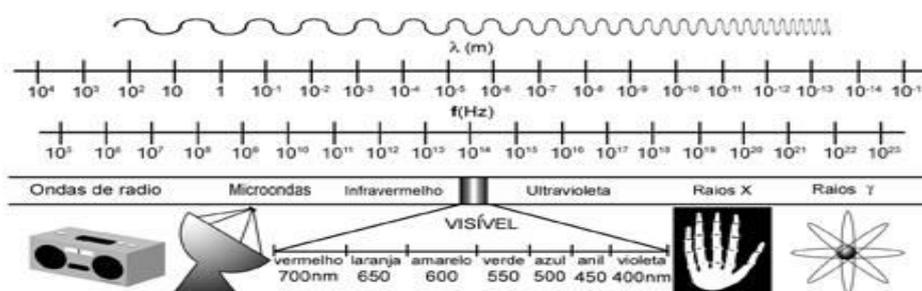
Segundo Young e Freedman (2009), a unidade de frequência recebeu o nome de Hertz, (1 Hz), ou seja, um ciclo por segundo. A utilização de ondas eletromagnéticas na comunicação por longas distâncias parece não ter ocorrido para Hertz, foi Marconi e outros estudiosos que tornaram possível a comunicação via rádio.

## O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Segundo Young e Freedman (2009), as ondas eletromagnéticas cobrem um espectro amplo de comprimento de onda e frequência, abrangendo as comunicações de rádio e TV, luz visível, radiação infravermelho e ultravioleta, os raios X e raios gama, com frequências de 1 até  $10^{24}$  Hz.

Apesar das diferentes utilidades e meios de produção, elas possuem a mesma velocidade de propagação no vácuo  $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ , mesmo diferindo em frequência e comprimento de onda, a relação, se mantém para cada uma. Apenas um pequeno segmento pode ser detectado pela nossa visão, a luz visível que evocam as sensações de cores diferentes. A Figura 4, representa o espectro eletromagnético.

**Figura 78-** Espectro Eletromagnético



Fonte:<sup>9</sup>

<sup>9</sup>Disponível em: [https://www.google.com.br/search?q=espectro+eletromagnético+gn%C3%A9tico&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSw5Hj\\_eLcAhUCE5AKHZAgDUUQAUIcigB&biw=1137&bih=548#imgre=edbLa1RN4GgHmM](https://www.google.com.br/search?q=espectro+eletromagnético+gn%C3%A9tico&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSw5Hj_eLcAhUCE5AKHZAgDUUQAUIcigB&biw=1137&bih=548#imgre=edbLa1RN4GgHmM). Acesso em 10 de Agosto de 2018.

As formas invisíveis de radiação são tão importantes quanto as visíveis. A forma de comunicação depende das ondas de rádio AM e FM, nas quais a primeira se encontra na faixa de frequência de  $5,4 \cdot 10^5$  Hz a  $1,6 \cdot 10^6$  Hz, e a segunda de  $8,8 \cdot 10^7$  Hz a  $1,08 \cdot 10^7$  Hz. As transmissões de TV se encontram na faixa de frequência da FM, as microondas são utilizadas nos celulares e redes sem fio e também em radares meteorológicos com frequências próximas de  $3 \cdot 10^9$  Hz. Já as câmeras fotográficas possuem infravermelho, pois conseguem determinar a distância do sujeito ajustando o seu foco, a radiação ultravioleta possui menor comprimento de onda, menor que a luz visível, permitindo alta precisão em cirurgias a laser. Os raios X possuem alto poder de penetração sendo utilizados em consultórios odontológicos e na medicina. A radiação gama possui menor comprimento de onda sendo produzido na natureza por materiais radioativos, possuem alto poder de penetração e são utilizados a medicina na destruição de células cancerosas (YOUNG; FREEDMAN ,2009).

**MATERIAIS DE APOIO AO PROFESSOR:**

Caro professor, estes materiais servirão como suporte para que possas ministrar as aulas dessa sequência didática, você poderá ter acesso a estes vídeos através do link abaixo da Figura, ou pelo QR CODE, para acessar pelo QR CODE basta baixar o aplicativo no seu celular chamado LEITOR DE CÓDIGO QR CODE, ao abrir o aplicativo é só apontar para o código que aparecerá o link do vídeo automaticamente, basta clicar nele que te direcionará para o vídeo.

**Figura 05- Radiação**

O que é radiação?

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>>

**Figura 06- Espectro Eletromagnético**

Quer que desenhe? Espectro eletromagnético

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=DgJBlbxtzLc>>.



## EXPLORANDO AS RELAÇÕES CTSA

**Figura 05-** Aplicações da Radiação Ionizante no Corpo Humano:



Radiações ionizantes

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=16WkljRkSL4>>

**Figura 06-** História da Radiologia



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=3XIGC6kbqaw>>