



**Radiações Eletromagnética:  
Competências e Construção de Saberes na Formação dos Cidadãos**

Cristiane Martinez

**Rio Grande, 24 de agosto de 2018.**



## **Radiações Eletromagnética: Competências e Construção de Saberes na Formação dos Cidadãos**

Cristiane Martinez

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), no programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21 – FURG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Aline Guerra Dytz

Rio Grande, agosto de 2018.

# RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS: COMPETÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE SABERES NA FORMAÇÃO DOS CIDADÃOS

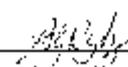
Cristiano Martinez Pereira

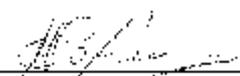
Orientador:

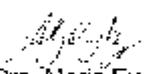
Prof.<sup>a</sup> Dra. Aline Guerra Dytz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande 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.

Aprovada por:

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Aline Guerra Dytz

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Magno Pinto Collares

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Eugênia Silva Nunes

Rio Grande  
Agosto de 2018

### Ficha catalográfica

M385r Martinez, Cristiane.

Radiações eletromagnética: competências e construção de saberes na formação dos cidadãos / Cristiane Martinez. – 2018. 176f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Física, Rio Grande/RS, 2018.

Orientadora: Dra. Aline Guerra Dytz.

1. Ensino de Física 2. Lúdico 3. Mapas Conceituais  
4. Aprendizagem Significativa 5. Contextualização I. Dytz, Aline Guerra II. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

Dedico essa dissertação a minha mãe que apesar de não mais estar entre nós, tenho certeza que me acompanhou em cada minuto dessa caminhada, pois sem ela jamais seria quem sou. Ela que sempre me fez crer que o futuro de dias melhores só pode ser alcançado através da educação no seu mais amplo significado. Dedico também aos meus filhos que me acompanham, apoiam e incentivam sempre.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A minha Orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Dytz por acreditar no meu potencial e me incentivar a fazer a prova para o ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Agradeço a paciência, entusiasmo e carinho dedicados a mim pois foram esses elementos que mudaram a minha visão sobre o meu papel como educadora tornando assim todo esse trabalho possível.

A todos os professores que fazem parte do programa, em especial ao Prof<sup>o</sup>. Valmir Heckler, pois foi durante a elaboração de um trabalho de sua cadeira que surgiu a inspiração para a realização deste projeto.

Aos meus filhos Arthur e Raphael por aguentarem todos os ataques de nervos de sua mãe em época de trabalhos e principalmente durante a escrita dessa dissertação. Pelos dias em que não pude ser uma mãe presente, auxiliando-os em seus trabalhos escolares ou deixando de fazer o almoço ou o jantar. Pelo carinho e compreensão que tornaram o desenvolvimento desse trabalho possível.

Ao meu filho Raphael Pereira Donato por ter criado todas as imagens utilizadas nas aulas deste trabalho e por todo auxílio com os assuntos computacionais e traduções.

Aos meus alunos da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas, pela colaboração durante a aplicação deste produto e pela autorização de uso de material e imagens. Sem vocês nada seria possível.

A CAPES pela bolsa concedida, que possibilitou-me trabalhar menos e me dedicar a desenvolver este trabalho.

Aos meus amigos, em especial a minha amiga Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Moura pelas conversas enriquecedoras, por me acalmar e nortear os primeiros passos dessa pesquisa e a minha amiga Érica Ramos que cursa o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de História pelas trocas de experiências, por ler meus trabalhos e pelo olhar crítico construtivo que teve ao ler essa dissertação.

Aos meus colegas de mestrado por todas as trocas de experiências, pelos trabalhos desenvolvidos em conjunto, pelo auxílio nas horas mais dramáticas, pelas risadas e por toda energia boa despendida nesse tempo que passamos juntos tornando a tarefa sempre menos árdua e muito divertida.

Ao meu treinador e amigo Vinicius Souza, por aguentar meus desabafos e por aliviar todo o stress e me fazer esquecer os problemas diários durante os treinos que me fazem manter corpo e mente sempre disciplinados.

A todos vocês minha eterna gratidão por estarem presentes durante a realização deste sonho que a cada palavra aqui digitada vai se tornando realidade.

## **Resumo**

### **Radiações eletromagnética: Competências e Construção de Saberes na Formação dos Cidadãos.**

Cristiane Martinez

Orientador:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Guerra Dytz

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

No presente trabalho apresento uma sequência didática, que foi implementada em turmas de segundo ano do ensino médio da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas, na cidade de Rio Grande. Com o objetivo de buscar inovações no processo do ensino e da aprendizagem dos conteúdos de Física, utilizei o tema gerador “Radiações eletromagnética” como ponto de partida para desenvolver os conteúdos específicos que propiciam o entendimento das mesmas, considerando os conhecimentos prévios dos estudantes, buscando no lúdico, na experimentação, no uso de mapas conceituais e nos debates feitos em sala de aula, ferramentas que possibilitem a aprendizagem significativa, a formação de cidadãos aptos a pensar, a criticar e a modificar o mundo que os cerca.

Esta proposta tem o intuito de incentivar, contextualizar e tornar mais agradável e pertinente o ensino e a aprendizagem destes conteúdos. Para analisar os objetivos, coletei mapas conceituais desenvolvidos pelos estudantes, filmagem dos debates e das aplicações experimentais e lúdicas (com o consentimento dos envolvidos) e as anotações que fiz em um diário de implementação desta proposta. Como análise qualitativa, para avaliar a viabilidade e aplicação deste projeto, coletei relatos acerca do aprendizado pessoal dos educandos envolvidos nas práticas pedagógicas propostas. A partir da análise desses relatos constatei que o produto educacional desenvolvido foi válido e mostrou-se como uma ferramenta diferenciada contribuindo no conhecimento adquirido pelos estudantes e servindo como processo avaliativo dos ensinamentos de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Lúdico, Mapas conceituais, Aprendizagem significativa, Contextualização.

Rio Grande agosto de 2018.

## **Abstract**

### **Title of Dissertation**

Electromagnetic Radiation: Competences and Knowledge Building in Citizen Training.

Cristiane Martinez

Advisor

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Guerra Dytz

Master's Dissertation submitted to the FURG's Institute of Mathematics, Statistics and Physics, within the Postgraduate Program linked to the National Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), Polo 21, as part of the requirements for obtaining a Master's Degree in Physics Teaching.

In this work, I present a didactic sequence, which was implemented on high school second year classes of the State Technical School Getúlio Vargas, in the city of Rio Grande. In order to improve the teaching and learning of the contents of physics, I used the theme "Electromagnetic Radiation" as a starting point to develop the specific contents that allow the understanding of those, considering the previous knowledge of the students, seeking in the ludic, in experimentation, in the use of conceptual maps and in the debates carried out in classes, tools that enable meaningful learning, the formation of citizens able to think, critic and to modify the world that surround us.

This proposal has the intent of encourage, contextualize and make more pleasant and pertinent the teaching and the learning of those contents. To analysis the reached objectives, I gathered conceptual maps developed by the students, filming from the debates and the experimental applications and ludic (with the consent of those who were involved) and the annotations that I made on a diary of implementation of this proposal. As an qualitative analysis, to rate the viability and application of this project, I gathered reports about the personal learning from the learners involved in the pedagogical practices proposals.

Keywords: Physics education, Ludic, Concept maps, Meaningful learning, Contextualization.

Rio Grande agosto de 2018.

## Lista de Siglas e Abreviaturas

ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COOPEC	Cooperativa Educacional Cassino
ETEGV	Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EVA	Etil, Vinil e Acetato
FURG	Fundação Universidade do Rio Grande
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PCN+ Nacionais	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPP	Projeto Político-Pedagógico
SD	Sequência Didática
UNIVATES	Universidade do Vale do Taquari

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1: Dissertações MPNEF</b>	<b>Continua</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 2: Material visual produzido pelo turno da manhã</b>		<b>59</b>
<b>Tabela 3: Material visual produzido pelo turno da tarde</b>		<b>59</b>
<b>Tabela 4: Ondas, material visual produzido pelo turno da manhã.</b>		<b>66</b>
<b>Tabela 5: Ondas, material visual produzido pelo turno da manhã.</b>		<b>67</b>
<b>Tabela 6: Tabela do roteiro preenchida pelos estudantes</b>		<b>87</b>
<b>Tabela 7: Planejamento das Aulas</b>		<b>13</b>

## Índice de Figuras

Figura 1: Distribuição dos Conteúdos.....	13
Figura 2: Física Volume 2 (Bôas, 2010).....	14
Figura 3: Compreendendo a Física (Gaspar, 2017) .....	15
Figura 4: Física (Guimarães, 2017) .....	16
Figura 5: Física Conceitual (Hewitt, 2002).....	17
Figura 6: Física Para o Ensino Médio (Yamamoto,2016) .....	18
Figura 7: Física Ensino Médio (Luz, 2000) .....	19
Figura 8: Física em Contextos (Oliveira, 2010).....	20
Figura 9: Física Aula por Aula (Barreto, 2013) .....	21
Figura 10: Organização e Inter-relações dos Conceitos Abordados Nesta SD .....	24
Figura 11: Planejamento da SD .....	36
Figura 12: Proposta Pedagógica.....	37
Figura 13: Primeiro questionamento. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .	41
Figura 14: Exemplos dados pelos estudantes. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	42
Figura 15: Presença das radiações no cotidiano do estudante. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	43
Figura 16: Opinião dos estudantes quanto a detecção da radiação. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	44
Figura 17: Opinião dos estudantes quando ao benefício e malefício das radiações eletromagnética. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	45
Figura 18: Onde encontramos as radiações eletromagnética. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	46
Figura 19: Opinião dos estudantes quanto a possibilidade das radiações serem nocivas à saúde. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	46
Figura 20: Opinião dos estudantes quanto ao uso das radiações pela medicina. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	47
Figura 21: Você já expos ou se expõe a radiação? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	48
Figura 22: Exposição à Radiação, exemplos dados pelos estudantes. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	49
Figura 23: Possibilidade de ligação entre os conceitos de temperatura e as radiações. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	50
Figura 24: Há relação entre os conceitos de calaor e as radiações eletromagnética? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	51
Figura 25: Calor e Temperatura tem mesmo significado teórico? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde .....	52
Figura 26: Fontes radioativas com atividades inferiores a 1 $\mu$ Ci e Medidor Geiger Müller. ....	53
Figura 27: Prof <sup>a</sup> . Aline ministrando a palestra para os estudantes do turno da tarde. ....	53
Figura 28: Aula dialógica expositiva no escritório modelo turno da manhã .....	55
Figura 29: Aula dialógica expositiva no escritório modelo turno da tarde .....	56
Figura 30: Material de imagens / segundo encontro turno da manhã .....	58
Figura 31: Material de imagens / segundo encontro turno da tarde .....	58
Figura 32: Terceiro encontro turno da manhã .....	61
Figura 33: Terceiro encontro turno da tarde.....	62
Figura 34: Foto com prisma na lente / Reflexão, refração e dispersão .....	63
Figura 35: Refração da luz ao trocar de meio com diferentes índices de refração.....	64
Figura 36: Material de imagens / terceiro encontro turno da manhã.....	65
Figura 37: Material de imagens / terceiro encontro turno da tarde .....	66

<b>Figura 38: Mapa Conceitual Aquecimento Global .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 39: Mapa conceitual elaborado para este trabalho e que mostra os conceitos de ondas. ....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 40: Mapa conceitual elaborado para este trabalho que mostra as relações entre as ondas eletromagnéticas e os conceitos de calor e temperatura. ....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 41: Duplas e trios produzindo seus mapas. ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 42: Estudantes desenhando no quiosque da escola. ....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 43: Primeiro Grupo de Estudantes concentrados na produção de seus desenhos. ....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 44: Produção visual dos estudantes do turno da manhã. ....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 45: Produção visual dos estudantes do turno da tarde.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 46: Mapa 1 produzido pelos estudantes .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 47: Mapa 2 produzido pelos estudantes .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 48: Mapa 3 produzido pelos estudantes .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 49: Tabuleiro do jogo.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 50: Dado utilizado no jogo.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 51: Questões utilizadas no jogo.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 52: Alunos do turno da manhã jogando. ....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 53: Entrega da premiação ao grupo vencedor do turno da tarde. ....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 54: Micro-ondas da cozinha da escola, levado para o laboratório para o experimento. ....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 55: Glicerina e béquer utilizados no experimento.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 56: Estudantes aguardando o equilíbrio térmico para fazer a leitura da temperatura da água. ....</b>	<b>88</b>

# Sumário

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1:</b> .....	4
<b>1.1 INSPIRAÇÃO PARA ELABORAR ESTE PRODUTO</b> .....	4
<b>1.2 CONTRIBUIÇÕES DOS DOCUMENTOS OFICIAIS</b> .....	6
<b>1.3 ANÁLISE DE MATERIAL LITERÁRIO NACIONAL DISPONÍVEL PARA PROFESSORES E ESTUDANTES</b> .....	9
<b>1.4 JUSTIFICATIVA DESTA PROPOSTA</b> .....	25
<b>1.5 OBJETIVOS</b> .....	26
<i>1.5.1 Objetivo Geral</i> .....	26
<i>1.5.2 Objetivos Específicos</i> .....	26
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	28
<b>CAPÍTULO 3:</b> .....	33
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA</b> .....	33
<b>3.2 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 4:</b> .....	38
<b>4.1 METODOLOGIA</b> .....	38
<b>4.2 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	40
<i>4.2.1 Primeiro Encontro: Apresentação do Tema</i> .....	40
<i>4.2.2 Segundo Encontro: Aula expositiva / dialógica</i> .....	55
<i>4.2.3 Terceiro Encontro: Aula expositiva / dialógica</i> .....	61
<i>4.2.4 Quarto Encontro: Mapas Conceituais</i> .....	68
<i>4.2.5 Quinto Encontro: O lúdico no ensino de Física</i> .....	78
<i>4.2.6 Sexto Encontro: A experimentação no ensino de Física</i> .....	85
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES FINAIS</b> .....	91
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94
<b>ANEXOS</b> .....	1
<b>APÊNDICE 1: PLANEJAMENTO DAS AULAS</b> .....	13
<b>APÊNDICE 2: APRESENTAÇÃO DO TEMA GERADOR</b> .....	14
<i>Plano de Aula 1</i> .....	14
<b>APÊNDICE 3: PLANOS DAS AULAS EXPOSITIVAS DIALÓGICAS</b> .....	17
<i>Plano de Aula 2</i> .....	17
<i>Plano de Aula 3</i> .....	30
<b>APÊNDICE 4: MAPAS CONCEITUAIS</b> .....	42
<i>Plano de Aula 4</i> .....	42
<b>APÊNDICE 5: PLANOS DAS AULAS LÚDICAS E EXPERIMENTAIS</b> .....	51
<i>Plano de Aula 5</i> .....	51
<i>Plano de Aula 6</i> .....	60
<b>APÊNDICE 6: TERMO DE LIVRE E ESCLARECIDO CONSENTIMENTO</b> .....	65

## Introdução

Iniciei a graduação em Física porque fiz o vestibular para oceanologia e não consegui ser aprovada, como as cadeiras da Física do primeiro ano eram na sua maioria as mesmas do curso pretendido, ingressei na Física com a intenção de pedir uma mudança de curso. Fui me apaixonando e retardando o pedido de mudança. Durante os primeiros anos da graduação em Física já apresentava o gosto pela docência, adorava explicar os conteúdos aos colegas. No final do segundo ano tínhamos que optar por uma das ênfases oferecidas no curso de Física da FURG, que na época eram: Bacharelado em Física Médica, Bacharelado em Física Teórica, Bacharelado em Física de Oceanos e Atmosfera, Bacharelado em Física Eletroeletrônica e finalmente a Licenciatura. Claro que o mais próximo das minhas pretensões seria cursar o Bacharelado em Física de Oceanos e Atmosfera, mas nesta época em virtude de uma crise pessoal financeira, precisei começar a trabalhar e o emprego que consegui foi de professora de Física em uma cooperativa educacional (COOPEC) no bairro Cassino. Sem a menor experiência docente aceitei o desafio em virtude da necessidade e me encontrei profissionalmente decidindo assim cursar a Licenciatura em Física e fazer o que gosto.

Como professora de Física há 16 anos percebo como é difícil a escrita para nós físicos, mas o ato de escrever exige uma interiorização e uma reflexão sobre aquilo que queremos exteriorizar. A motivação para desenvolver, o produto hoje aqui apresentado, surgiu durante minha participação no projeto Pibid onde desenvolvi os primórdios desta sequência didática (SD). Por incentivo da minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Aline Dytz participei da prova de seleção para ingresso no mestrado profissional de ensino de Física. Não imaginava ser aprovada, pois não me sentia preparada, mas para minha surpresa fui aprovada em primeiro lugar e assim iniciei essa jornada que mudaria não apenas as minhas práticas docentes, mas também minha visão sobre o papel que exercemos na vida de nossos estudantes e o poder que temos em difundir a ciência. A primeira de muitas inquietações, foi qual Física eu quero ensinar?

A Física é vista pela maioria dos educandos como bicho de sete cabeças, precisamos repensar nossa prática no sentido de mudarmos essa realidade, para isso precisamos contextualizar a Física, mostrar a importância e a aplicabilidade cotidiana dos conceitos ensinados. (Villatorre, 2009)

Foi no projeto Pibid que desenvolvi em conjunto com as alunas bolsistas da graduação em Licenciatura em Física Patrícia Lontra e Lucielma Santos, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Dytz, um Jogo de Termodinâmica que foi aplicado na Escola Técnica Getúlio Vargas em turmas de segundo ano (Anais do V Seminário Institucional do PIBID Univates, III Simpósio Nacional sobre Docência na Educação Básica: ser professor: desafios e possibilidades, 2015, p. 275). Os objetivos do jogo eram motivar e tornar mais agradável o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física. Os resultados foram melhores que o esperado e por esse motivo me propus a desenvolver uma SD cujo fechamento se deu com aplicação deste jogo, com algumas melhorias e adaptações feitas para que fossem atingidos os objetivos aos quais essa sequência se propôs.

Foram muitas as inquietações que impulsionaram cada etapa desta pesquisa. As questões que nortearam essa pesquisa e que busco responder ao longo deste trabalho são: O lúdico pode ser utilizado em turmas de segundo ano do ensino médio como ferramenta pedagógica de ensino e de aprendizagem? O uso de mapas conceituais como método não convencional de avaliação qualitativa da aprendizagem é uma ferramenta eficiente para utilizarmos no ensino médio? Quais dificuldades, nós educadores, encontramos ao desenvolvermos os conteúdos específicos de Física utilizando um tema mais abrangente?

De todos esses questionamentos o que me causou maior preocupação foi o último, pois esta é uma prática pouco utilizada pelos educadores. Questionei-me sobre sua eficiência e também sobre a capacidade de alcançar os objetivos pretendidos com essa proposta.

Comecei então a pesquisar artigos e dissertações que abordassem o tema gerador radiações eletromagnética, o uso do lúdico no Ensino de Física, uso de mapas conceituais no ensino de Física assim como busquei analisar as possíveis contribuições dos documentos oficiais PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio), a LDB (Lei de Diretrizes e Bases) e os PCN+.

O presente trabalho se divide em cinco capítulos. No capítulo um, apresentarei as motivações para o presente estudo bem como a contribuição dos documentos oficiais para o ensino do referido tema e as justificativas e objetivos do trabalho. Também se encontra nesse capítulo a revisão bibliográfica sobre o assunto.

Já no segundo capítulo apresento o alicerce teórico, construído a partir dos pressupostos freirianos e ausibelianos, utilizado na construção do material didático, além de

descrever a metodologia, baseada em atividades lúdicas, utilizada na pesquisa e na elaboração do produto.

No capítulo três, caracterizo a escola e os estudantes, assim como apresento o produto didático, que contempla os seguintes tópicos da Física: radiações eletromagnéticas, reflexão e refração, frequência, amplitude, comprimento de onda, velocidade de onda, energia, calor, temperatura e processos de transferência de calor. O material é composto de seis unidades entrelaçadas, formando uma sequência didática, com os conteúdos de Física necessários para o entendimento do fenômeno das radiações eletromagnética.

No capítulo quatro, há a apresentação da metodologia, implementação e dos resultados da aplicação do produto dessa dissertação na Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas, na cidade de Rio Grande.

Por fim, no capítulo cinco, apresento as conclusões finais e a experiência adquirida no desenvolvimento da presente pesquisa.

# Capítulo 1:

## 1.1 Inspiração para elaborar este produto

Vivemos imersos em um mundo de radiações eletromagnética que não visualizamos, mas das quais somos totalmente dependentes. (OLIVEIRA et al., 2010)

Há uma necessidade e uma urgência que nós professores de Física abordemos esse tema de forma consciente e comprometida com a importância da compreensão e desmistificação deste tema por parte de nossos estudantes.

Tendo em vista a quantidade de outros conceitos físicos associados à compreensão das Radiações eletromagnética e a grandeza de possibilidades de contextualização e aplicações cotidianas e partindo do pressuposto que, para proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos, há uma necessidade que se faça um levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos, pois valorizar o saber popular, não como algo distante dos contextos acadêmicos e sim como oportunidade de se tornar estreita a relação entre comunidade e escola é fundamental no processo de ensino aprendizagem.

É importante uma abordagem deste tema em sala de aula visando a formação de cidadãos aptos a compreender os fenômenos físicos presentes em suas vidas e no mundo que os cerca, pois muitos destes estudantes concluem o ensino médio e não continuam a estudar Física, seja porque não avançam nos estudos ou porque escolhem graduações em que o estudo não será mais necessário.

É nessa perspectiva que se insere a presente pesquisa, nas lacunas existentes em relação à abordagem das Radiações eletromagnética no ensino de Física e sua transposição didática. A hipótese inicial é a de que há uma escassez de materiais didáticos contextualizados sobre o tema, englobando os conceitos de calor e temperatura durante seu ensino. Para confirmar tal hipótese, foi feito um levantamento de alguns livros didáticos de Física que chegam as escolas do estado do Rio Grande do Sul e onde constatei a ausência de uma discussão sobre os conceitos de calor e temperatura envolvidos na discussão das radiações eletromagnética. A abordagem feita, normalmente, é superficial e pouco contextualizada ou sem explicar, de fato, todos os conceitos físicos necessários para sua compreensão e ou sem salientar as suas muitas aplicabilidades.

O conjunto de livros didáticos que analisei em minha pesquisa é formado pelos seis livros que são distribuídos para os professores nas escolas públicas do Rio Grande do Sul (Luz, 2000; Bôas, 2010; Oliveira et al. 2010; Gaspar, 2017; Yamamoto, 2016; Guimaraes,2016), por um livro sobre Física conceitual (Hewitt, 2002) e pelo livro utilizado pela escola (Barreto, 2013).

Durante esse levantamento surgiu uma inquietação: Qual a consequência de modificar a sequência com que os conteúdos de Física são trabalhados no Ensino Médio divergindo do proposto no projeto político pedagógico da escola?

Foi durante a análise dos livros didáticos que percebi que o estudo das radiações eletromagnética dificilmente aparece nos livros didáticos com esse enfoque, são estudadas juntamente com o estudo da luz na ótica ou abordadas no estudo das ondas e denominadas ondas eletromagnéticas, mas não encontrei em nenhum dos livros didático pesquisados que as abordassem juntamente com o ensino do calor e da temperatura na termologia.

A experiência docente me fez perceber que toda vez que estava dando aulas de termologia, especificamente as fontes de calor, ao dar o exemplo de que o fogo é uma fonte de calor e perguntar aos estudantes outras fontes de calor, em todas as turmas um ou mais estudantes citava o micro-ondas como uma fonte de calor, e percebi que poderia ser uma alternativa consistente com a contextualização do tema, unificar as radiações eletromagnética a termologia pois, além estarem intimamente ligadas, ambas apresentam uma imensa participação na vida dos estudantes sendo assim uma proposta adequada para uma aprendizagem significativa.

Diante disso, surgiu a necessidade de desenvolver um material que fosse direcionado não só aos estudantes, mas também aos professores, visando desenvolver essas temáticas em conjunto e analisar a sua aplicabilidade e seus resultados.

Para alcançar esse objetivo pode-se utilizar objetos e fenômenos presentes no cotidiano para mostrar como determinadas tecnologias se valem do conhecimento científico para o desenvolvimento atual da sociedade, conforme estabelecido nos PCNEM (BRASIL, 2002). Neste contexto, acredita-se que, por exemplo, o ensino de radiações pode ser apoiado em material didático que aborde o conteúdo de maneira contextualizada, mostrando avanços tecnológicos promovidos pela utilização das radiações e as formas de interação com a matéria,

descrevendo-as e explicando-as, diferentemente de como o conteúdo é abordado na maioria dos livros didáticos de Ensino Médio.

O produto educacional desenvolvido tem como objetivo transpor as lacunas existentes na abordagem dos conceitos das Radiações e desenvolver os conceitos da terminologia concomitantemente, de forma que os estudantes percebam a pertinência do aprendizado desses conceitos e consigam aplicar esses conhecimentos em suas vidas, suas casas e no seu convívio social.

O material didático desenvolvido está alicerçado nos pressupostos freirianos e ausibelianos, pois parte da visão total do fenômeno para a compreensão dos conceitos específicos que possibilitam o entendimento do todo e busca uma aprendizagem significativa.

Este material foi desenvolvido a fim de melhorar a contextualização do ensino e da aprendizagem dos conteúdos de Física e levou em consideração a realidade das escolas estaduais do Rio Grande do Sul, onde há um grande sucateamento da educação como um todo. Entenda-se sucateamento como: falta de material didático, salários atrasados e parcelados, salários defasados, estudantes desmotivados e com grande dificuldade de aprendizado devido à má formação no ensino fundamental.

Pensando nessa realidade que fui buscar ferramentas que pudessem incentivar, envolver e despertar o gosto pela Física e seu aprendizado. O lúdico, os mapas conceituais, as imagens, a experimentação, os debates, escrita e desenhos foram utilizadas com o objetivo de modificar essa realidade.

## **1.2 Contribuições dos Documentos Oficiais**

A partir da LDB de 1996, o Ministério da Educação, em um trabalho conjunto com educadores de todo o país elaborou, entre outros documentos, as Orientações Educacionais Complementares aos PCN+ / Ensino Médio (BRASIL, 2002) e os PCNEM (BRASIL, 2006). Sabemos que os documentos oficiais deveriam nortear o trabalho dos educadores em sua prática pedagógica, mas na maioria das vezes, mesmo com essa orientação, existe a falta de tempo para os professores preparem suas aulas de modo a não possibilitar uma dedicação docente na busca de alternativas pedagógicas que tornem as aulas mais interessantes, havendo apenas uma obediência ao projeto político pedagógico (PPP) da escola mas com enfoques em conteúdos

que ficam a critério dos professores, pois também não há como trabalhar adequadamente todos os conteúdos propostos com poucas horas/aula por turma.

Dentre as muitas contribuições que as orientações e parâmetros fornecem para a reflexão sobre o ensino de Física e para a nossa prática em sala de aula, abordarei a seguir as que nortearam a construção desta SD.

O PCN+ / Ensino Médio (Brasil, 2000), nos mostra que:

[...] a articulação e o sentido dos conhecimentos devem ser garantidos já no ensino médio. Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (p. 9)

Afirma ainda, que “...as características de nossa tradição escolar diferem muito do que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais”. (p. 9) Corroborando com a importância de desenvolver propostas como esta que busca se aproximar ao modelo ideal do Ensino de Física.

Afirma ainda, que:

[...] Tendo em vista as práticas tradicionalmente adotadas na escola média brasileira, o que está sendo proposto depende de mudanças de atitude na organização de novas práticas. Por isso, além da proposição de temas estruturadores para o trabalho de cada disciplina, procura-se esboçar algumas sugestões de diferentes formas e estratégias de se conduzir o aprendizado. (p. 13)

Indo ao encontro desta afirmativa utilizei um tema gerador atual e amplo para desenvolver os conceitos físicos específicos que propiciam o entendimento do tema.

O objetivo desta sequência didática é propor uma prática de ensino de Física diferenciada, buscando incentivar a curiosidade e o interesse do educando para os assuntos que serão trabalhados por sua contextualização. Buscando fornecer a este estudante ferramentas para compreensão de como estes conceitos se aplicam ao seu cotidiano. Levando em consideração os PCNEM o seguinte registro:

É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica

clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada. (BRASIL, 2000, p. 23)

Para corroborar com este objetivo encontrei nos PCN+ o seguinte registro:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2000, p. 59)

A importância da contextualização ao ensinarmos os conceitos físicos se vê presente nos PCN+, pois “...as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada, pois as competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado...”(BRASIL, 2000)

A Física que quero ensinar e a que essa proposta se destina está presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

[...]quando se toma como referência o “para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. (BRASIL, 2000, p. 61)

Quanto à escolha do tema Radiações eletromagnética encontrei nos PCN+ o seguinte registro:

Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo. (BRASIL, 2000, p. 68)

Todas as atividades diferenciadas que foram elaboradas nessa SD encontram respaldo no seguinte registro dos PCN+:

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas

de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas. (BRASIL, 2000, p. 84)

### 1.3 Análise de Material Literário Nacional Disponível para Professores e Estudantes

Apresento agora um panorama das contribuições anteriores da literatura no que se refere à elaboração de propostas didáticas sobre as radiações eletromagnética e sobre como esse tema é abordado nos livros didáticos, que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), que chega aos professores das escolas públicas do Rio Grande do Sul, doados pelas editoras, e que fazem parte da escolha do livro didático a ser adotado no ensino de Física do referido estado.

Primeiramente busquei, no banco de dissertações defendidas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), por dissertações que envolvessem a mesma temática desta pesquisa, não encontrei o mesmo enfoque trazendo o estudo do calor e temperatura concomitantemente ao estudo das radiações eletromagnética e suas características ondulatórias. Encontrei dissertações que abordavam apenas o tema Radiações ou apenas o tema Calor e Temperatura.

Como a SD aqui desenvolvida utilizou-se de ferramentas pedagógicas diferenciadas, também busquei por dissertações que tivessem utilizados as mesmas ferramentas mesmo que aplicadas a temas distintos. A tabela 1 mostra o material encontrado, no período de 2015 até maio de 2018.

Continua

<b>Dissertação</b>	<b>Conteúdos Físicos Abordados</b>	<b>Ferramentas Pedagógicas</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Uma Sequência Didática Envolvendo Recursos de Investigação e Aprendizagem dos Fenômenos Térmicos no Ensino Médio	Temperatura; Calor	Mapas conceituais e experimentos.	Véra Maria Munhoz Rubira	2015
O Estudo da Radiação X.	Descoberta do raio x; Definição	Mapas conceituais	Jarbas da Silva Jesus	2015

Desenvolvendo uma estratégia de Ensino para aprendizagem significativa	e produção do raio x; Espectro de emissão de raio x; Medição do espectro da radiação x; Atenuação do feixe de raio x;			
Proposta de sequência didática para o ensino de Ondas. Uma abordagem teórico – experimental	Circuitos elétricos; Ondas sonoras; Ondas Eletromagnéticas;	Experimentos	Regiane Nunes Dronov Murgi	2016
Atividades experimentais no ensino de Física tendo mapas conceituais como instrumento de avaliação	Energia cinética; Energia Potencial; Energia mecânica; Conservação da energia mecânica; Trabalho e seus casos particulares; Teorema trabalho energia mecânica; Potência	Experimentos e mapas conceituais	Antônio Araujo	2016
Ensino de Física das Radiações Ionizantes: Do Senso Comum ao Conhecimento Científico	Histórico das Radiações; Como é medida a radiação; Radiação ionizante; Benefício das Radiações;	Situação Problema	Di Angelo Pinheiro	2016
Radiações Ionizantes e não Ionizantes no Ensino Médio	Estrutura do átomo; Eletricidade; Radiações ionizantes e não ionizantes;	Atividade Experimental	Graciela Fiuza	2016
Explorando o Lúdico no Ensino de Física	Energia; Temperatura; Trocas de energia Equilíbrio energético;	Lúdico	Daniel Ávila	2016
Ondas Eletromagnéticas e	Ondas eletromagnéticas;	Instrução pelos colegas	Lorena Matos	2017

suas aplicações na metodologia da instrução pelos colegas	Dualidade onda partícula; Espectro eletromagnético;			
Aplicação do jogo “Aventuras Radiológicas” para o ensino de Física	Radioatividade; Decaimento radioativo; Radiações Corpusculares e eletromagnéticas; Detecção de radioatividade; Efeitos biológicos das radiações;	Lúdico	Romeu Oliveira Felizardo	2018

Tabela 1: Dissertações MPNEF

Fonte: Elaborada pela autora, a partir dos dados retirados do banco de dados do MNPEF, disponível em: < <http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas>. > Acesso em: 26 de abril de 2018.

Durante análise feita nas dissertações e nos produtos educacionais que foram apresentados na tabela 1, percebi que a presente proposta é inovadora no que se refere a abordagem do tema da forma como foi estruturada. Também utiliza um número grande de ferramentas pedagógicas buscando assim promover a aprendizagem significativa, principal objetivo a que este material se propõe.

O conjunto dessas obras é parte do acervo de dissertações do MNPEF produzido em todo Brasil, este material pode ser utilizado como contribuição a nossa prática docente, de forma a melhorar o ensino de Física, nos aproximando das discussões atuais sobre que Física queremos ensinar.

Percebi, ao analisar as diferentes dissertações, que todas elas levaram em consideração a realidade escolar a que se destinavam. O que não impossibilita sua utilização com adaptações necessárias para que se enquadrem a necessidade da comunidade escolar a qual se pretende aplicá-las.

Após constatar que esta era uma proposta inovadora, comecei a busca nos livros didáticos a forma com que são abordados os conceitos de calor, temperatura e radiações eletromagnética ou ondas eletromagnéticas e qual sua distância nas diferentes sequências de conteúdos apresentados por estes livros.

Os PPP da escola Getúlio Vargas, apresentam a seguinte sequência de conteúdos que devem ser abordados no segundo ano do Ensino Médio: 1º Trimestre - dilatação linear, superficial, volumétrica e dos líquidos, termometria; 2º Trimestre – calor, unidades de quantidade de calor, calor sensível, latente e específico, equação fundamental de calorimetria, princípios da igualdade das trocas de calor, leis das transformações dos gases, equação geral dos gases perfeitos, princípios da termodinâmica, 2ª lei da termodinâmica, 3ª lei da termodinâmica; 3º Trimestre – óptica geométrica: princípios fundamentais, reflexão da luz, refração da luz, espalhamento da luz, interferência e difração da luz, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula, ondas. Notamos primeiramente que a carga de conteúdos é muito grande para apenas duas horas aulas semanais de 50 minutos, e também nos PPP da escola há um grande distanciamento entre os conteúdos de calor e temperatura e a ondulatória, ambos relacionados as radiações eletromagnéticas. Buscando uma melhoria no ensino e na aprendizagem destes conteúdos essa SD alterou a sequência dos PPP da escola considerando as seguintes orientações:

O currículo é a expressão dinâmica do conceito que a escola e o sistema de ensino têm sobre o desenvolvimento dos seus alunos e que se propõe a realizar com e para eles. Portanto, qualquer orientação que se apresente não pode chegar à equipe docente como prescrição quanto ao trabalho a ser feito. O Projeto Pedagógico e o Currículo da Escola devem ser objeto de ampla discussão para que suas propostas se aproximem sempre mais do currículo real que se efetiva no interior da escola e de cada sala de aula. (Lodi, 2008, p.9)

Sempre me questioneei sobre as vantagens e desvantagens de adotar um livro didático e seguir a sequência de conteúdos ali apresentadas. Na minha prática docente priorizei sempre um planejamento de aulas que envolvesse vários livros didáticos. Em todas as escolas que trabalhei durante meus anos de docência sempre tive a liberdade e a autonomia de escolher a sequência de conteúdos a serem trabalhados, desde que respeitados os PPP das escolas.

Pesquisei a existência de artigos acadêmicos em âmbito nacional que abordassem análise dos livros didáticos de Física, encontrei diversos artigos relacionados a este tema, porém a maioria deles analisa erros físicos conceituais ou a presença de uma abordagem histórica dos conceitos apresentados. Não encontrei artigos que abordassem a sequência dos conteúdos físicos apresentados nos livros didáticos e não tenho como pretensão aqui fazer uma análise detalhada destes livros e sim mapear apenas o tipo de abordagem dada ao assunto tema dessa sequência e verificar o distanciamento entre os conceitos de calor e temperatura das radiações eletromagnética.

Em seu artigo, FERREIRA e SELLES (2003) investigam os trabalhos de pesquisadores brasileiros que focalizam os livros didáticos e que foram publicados em periódicos nacionais destinados ao ensino das ciências

Apesar das autoras ressaltarem a importância do uso e da análise do livro didático, elas alertam que as análises encontradas estão sempre voltadas para os erros conceituais em si.

Nos dezessete artigos encontrados, as formas de análise refletem, em alguma medida, diferentes tendências que vêm constituindo o campo da educação em ciências. Evidenciamos a predominância de análises que se dedicam aos aspectos conceituais. Em muitos casos, a ênfase recai sobre os erros conceituais em si; em outros casos, os erros aparecem criando dificuldades tanto didáticas quanto no que se refere ao próprio entendimento da natureza da ciência. (FERREIRA, 2003)

Os livros utilizados neste mapeamento fazem parte do PNLEM com exceção do livro de Física Conceitual (Hewitt, 2002) que está presente neste mapeamento por ser um livro mais contextualizado e por utiliza-lo na preparação didática das aulas que compõem essa SD.

Os mapas conceituais apresentados nas Figuras de 1 a 9 apresentam um panorama da distribuição feita pelos autores dos assuntos calor, temperatura e radiações eletromagnética. Na Figura 1, represento os livros didáticos avaliados e disponíveis nas escolas.

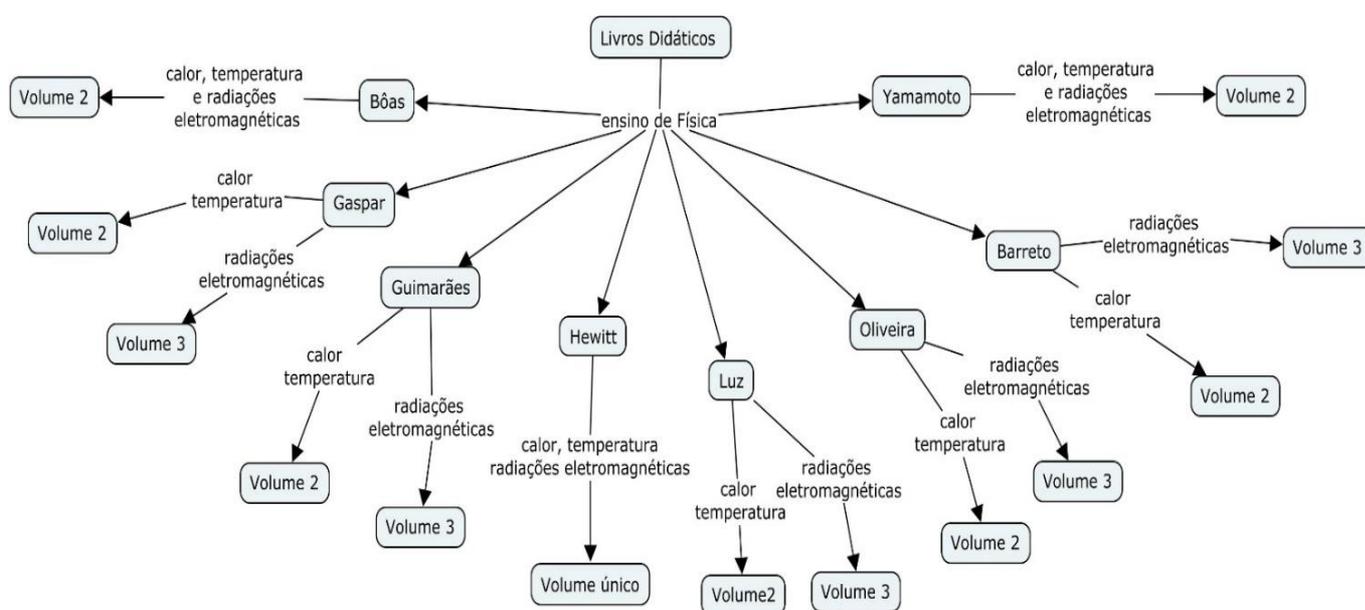


Figura 1: Distribuição dos Conteúdos

Fonte: Elaborado pela Autora

Nas figuras de 2 a 9, apresentarei uma análise individual dos livros citados na figura 1, considerando o tipo de abordagem utilizada pelos autores, buscando, se houverem conexões entre os assuntos abordados nessa SD.

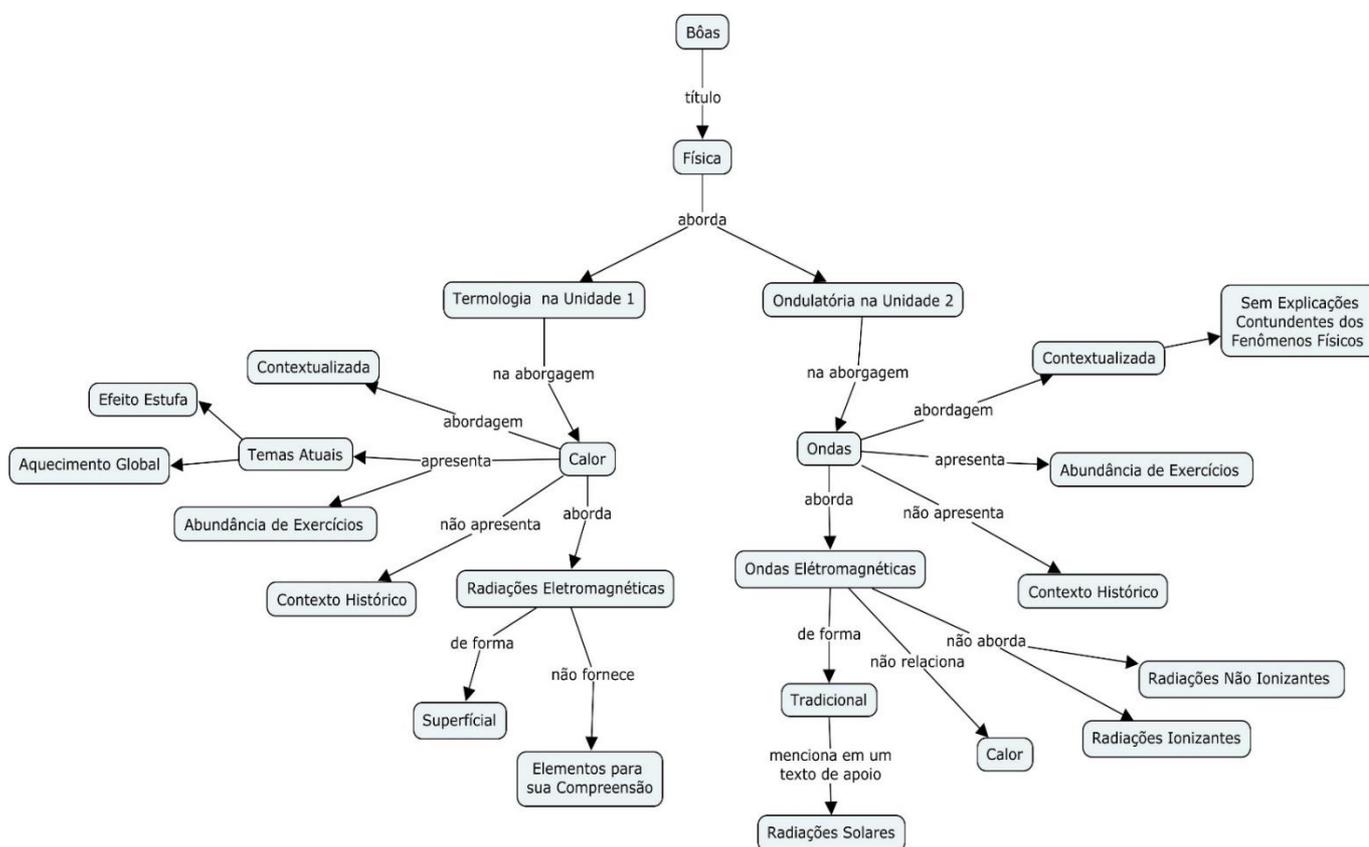


Figura 1: Física Volume 2 (Bôas, 2010)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 2, apresenta as radiações no estudo do calor sem fornecer subsídios para que os estudantes compreendam os referidos fenômenos ondulatórios, porem retoma o assunto juntamente ao estudo das ondas, estudo da luz. Um excelente livro em termos de abordagem contextualizada e histórica. Apresenta textos de apoio, de temas atuais, ao final dos capítulos propondo aos estudantes uma reflexão sobre o assunto. Além de trazer uma quantidade satisfatória de exercícios ao final dos capítulos propõe questões de sedimentação e aprofundamento.

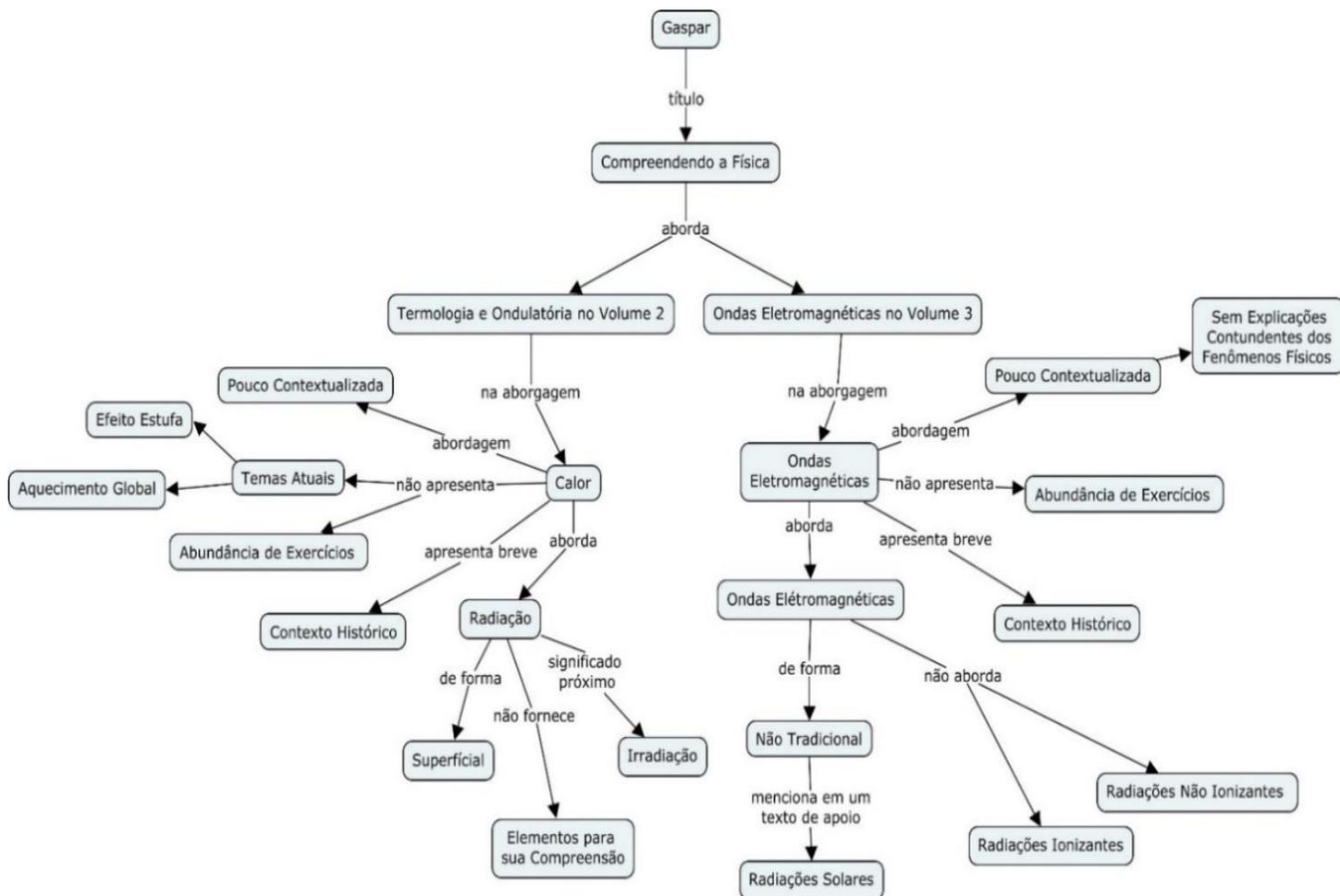


Figura 2: Compreendendo a Física (Gaspar, 2017)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro utilizado para o mapa conceitual da figura 3, possui uma ordenação confusa dos conteúdos e apresenta erros conceituais como a seguinte afirmação: “Apesar de existirem as duas palavras com significados próximos, preferimos usar o termo radiação<sup>1</sup> em vez de irradiação<sup>2</sup>.” (Gaspar, 2017, v.2, p.218) O estudante ao ler esta afirmação pode pensar que as palavras são sinônimas, o que na verdade não o são e em nenhum momento o autor faz essa diferenciação.

<sup>1</sup> Radiação é a emissão de energia através de ondas eletromagnéticas ou por partículas ejetadas por núcleos radioativos, tais como urânio. O sol emite radiação. Radiar é emitir Radiação. (Hewitt, p.670, 2002)

<sup>2</sup> Irradiação é a exposição à radiação, nós somos irradiados pelo sol. Irradiar é receber Radiação. Também pode ser emissão de raios luminosos ou caloríficos. (Ramalho, p.135, 1993)

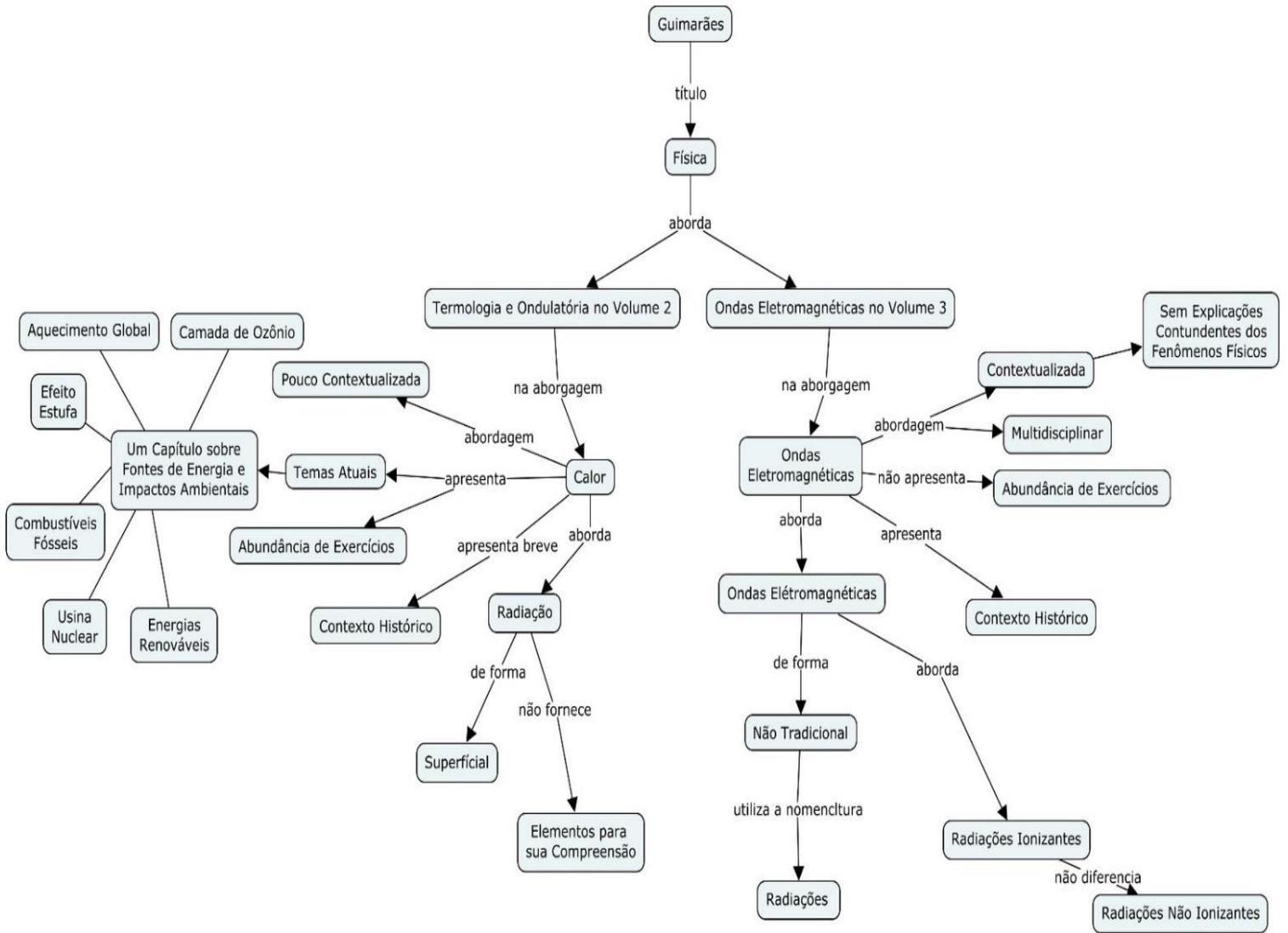


Figura 3: Física (Guimarães, 2017)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 4, apresenta as radiações no estudo do calor de forma muito superficial e sem fornecer subsídios para que os estudantes compreendam os referidos fenômenos, porém retoma o assunto juntamente ao estudo das ondas, estudo da luz, estudo das ondas eletromagnéticas e finalmente no estudo da Física moderna. Um excelente livro em termos de abordagem contextualizada e histórica.

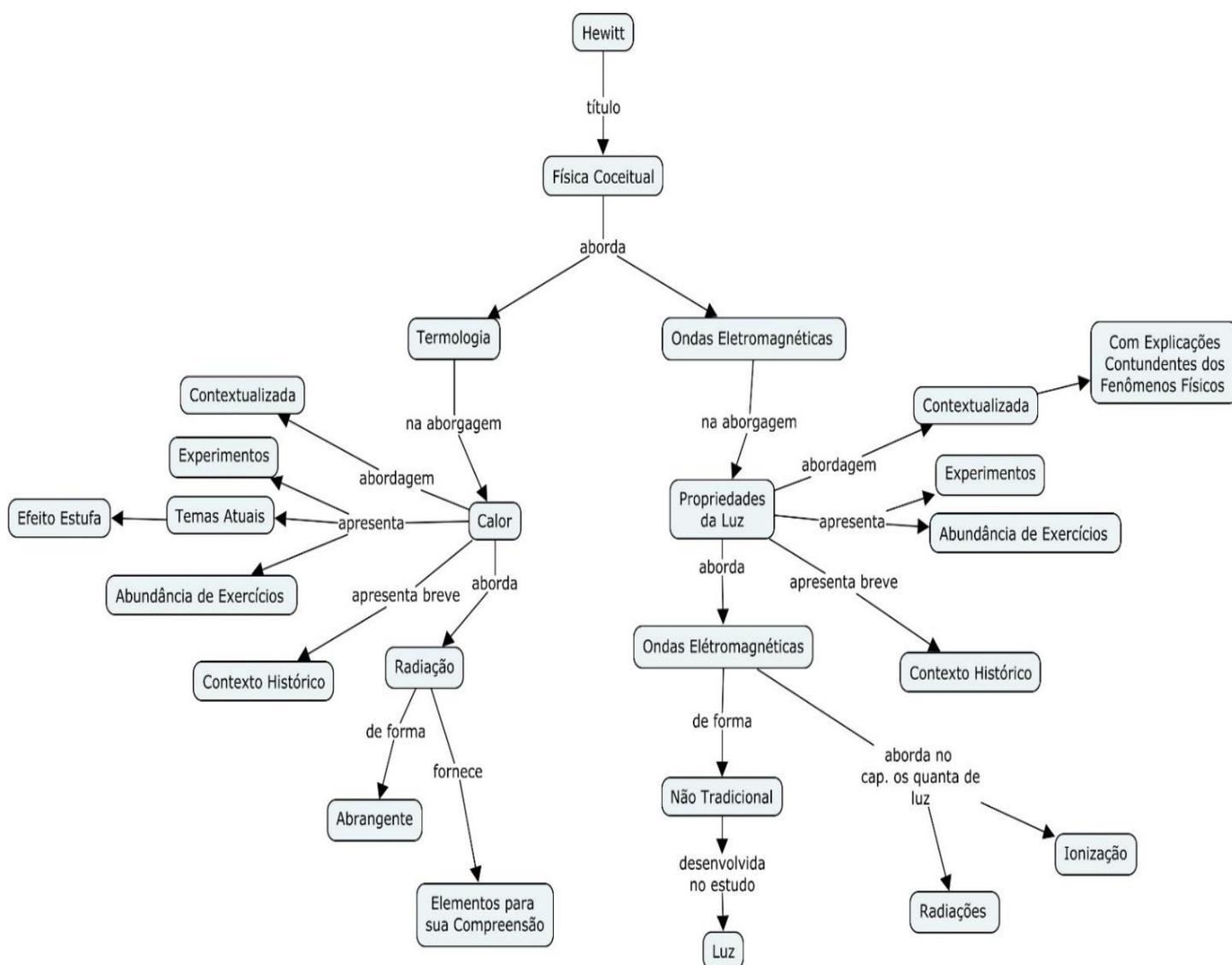


Figura 4: Física Conceitual (Hewitt, 2002)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 5, contextualiza os conceitos de Física, além de mostrar exercícios, problemas propostos ao estudante e experimentos. Todas as situações cotidianas utilizadas nesta literatura fornecem explicações Físicas contundentes para a compreensão dos fenômenos em estudo. Porém este é um livro traduzido da literatura americana não sendo fornecido pelas escolas.

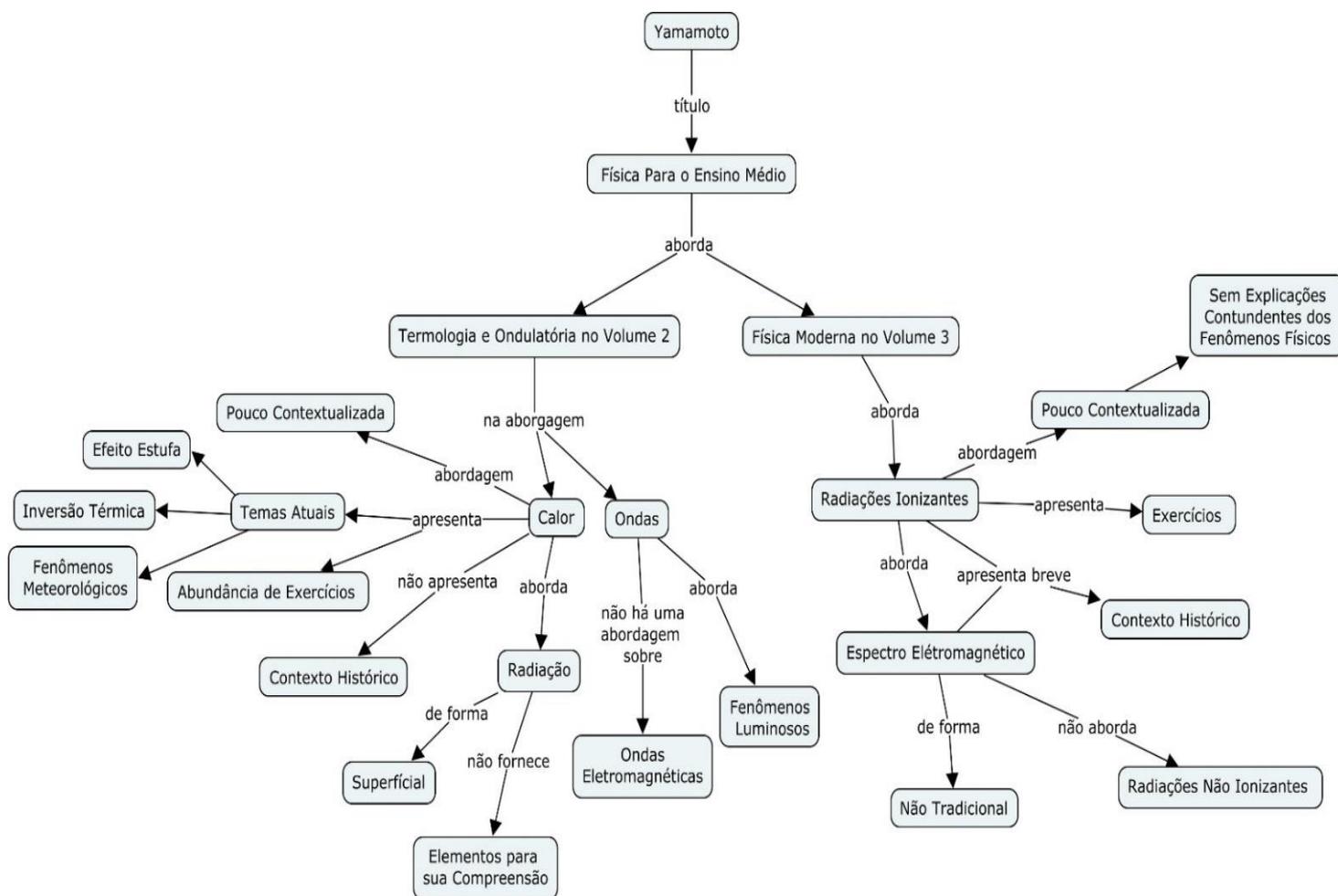


Figura 5: Física Para o Ensino Médio (Yamamoto,2016)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 6 mostra uma ordem bem particular dos conteúdos analisados. Durante a análise que fiz o que mais me chamou atenção foi que em nenhum momento esta obra faz uma abordagem específica sobre as ondas eletromagnéticas. Elas aparecem superficialmente na abordagem sobre calor. Durante a abordagem de ondas não há um estudo sobre elas e o espectro eletromagnético só será abordado no estudo da Física moderna de forma superficial.

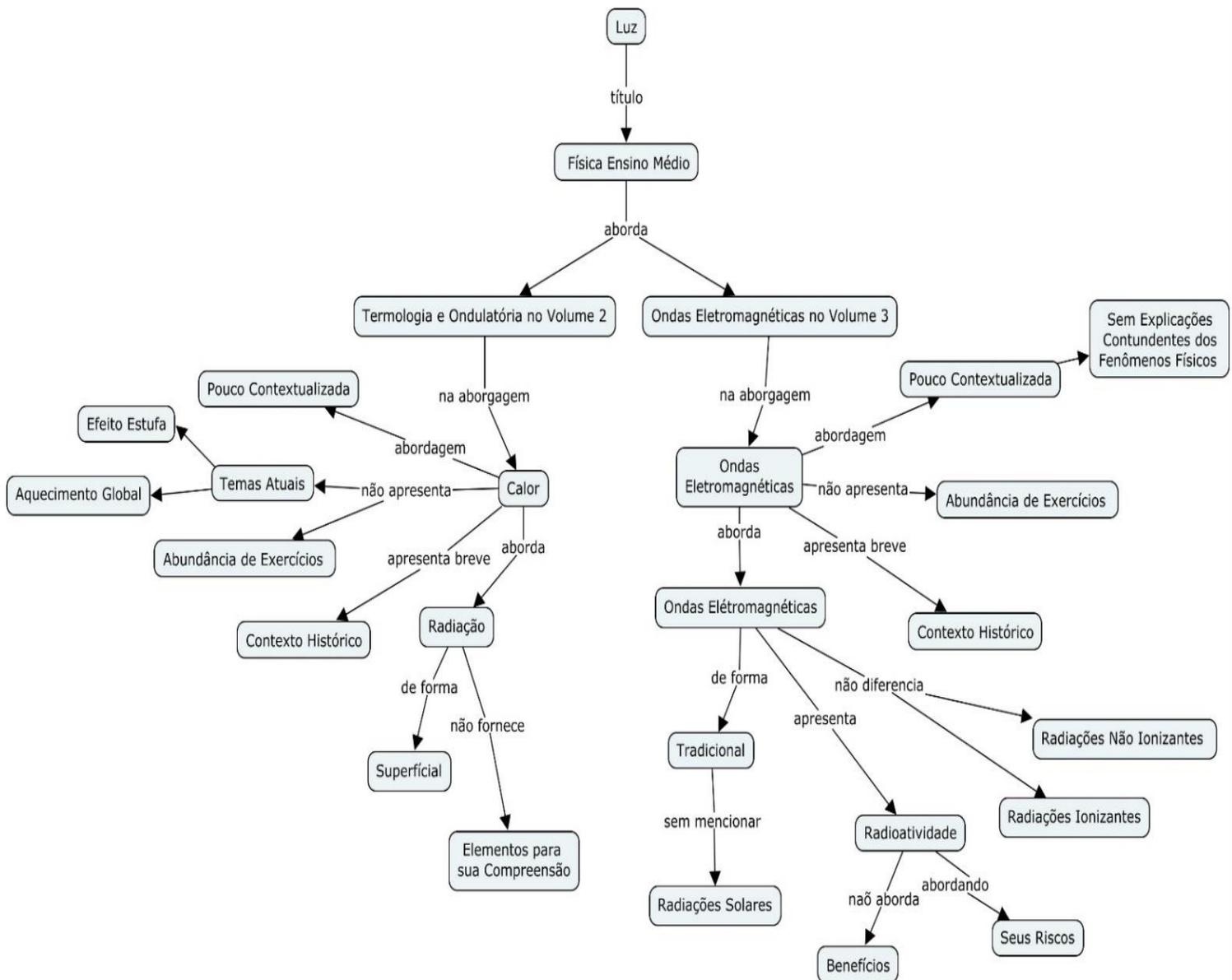


Figura 6: Física Ensino Médio (Luz, 2000)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 7 ordena os conteúdos analisados de maneira atípica. Aborda ondas eletromagnéticas de forma superficial focalizando sua análise ao estudo da luz. As radiações eletromagnéticas aparecem superficialmente na abordagem sobre calor não fornecendo aos estudantes elementos significativos para sua compreensão. Durante a abordagem de ondas não há um estudo específico sobre ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético só será abordado no estudo da indução eletromagnética de forma superficial.

Em seu artigo, Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para transformação do ensino, Garcia analisa esta obra e acrescenta:

No caso da Física, particularmente se destaca uma obra que tem sido reeditada há mais de trinta anos com grande aceitação entre os docentes, principalmente das escolas da rede particular, demonstrando longa permanência na cultura escolar. Em 2007, passou a constar do catálogo do PNLEM e, portanto, tornou-se acessível às escolas públicas. No último processo de escolha do PNLD-EM, ficou em 6.º lugar na preferência dos professores, atingindo a marca aproximada de 900.000 livros solicitados para as três séries do Ensino Médio. (Dias 2012, p.157)

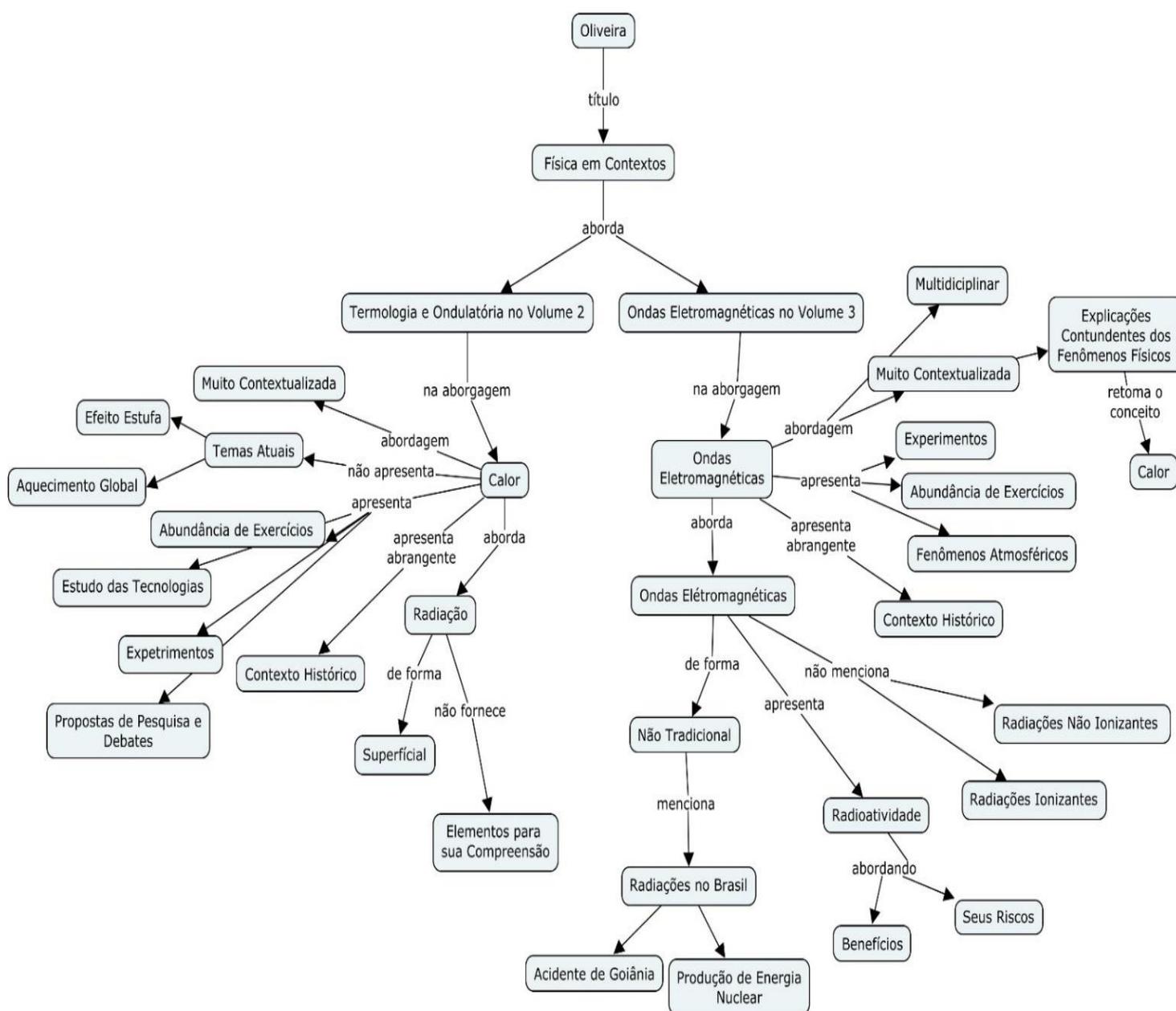


Figura 7: Física em Contextos (Oliveira, 2010)

Fonte: Elaborado pela Autora

O livro apresentado na figura 8 é das obras nacionais analisadas a que mais se aproxima dos debates atuais sobre ensino de Física, trazendo uma abordagem mais contextualizada que oferece ao estudante elementos contundentes para compreensão dos



O livro apresentado na figura 9 era o livro didático utilizado na escola durante a aplicação desta SD. O PNLD altera o livro didático de 3 em 3 anos, portanto, no ano de 2018 o livro adotado para Física na escola infelizmente não é mais este.

Este livro traz uma abordagem mais contextualizada, abrange análise de fenômenos cotidianos oferecendo aos estudantes, na maioria das vezes, elementos contundentes para compreensão dos fenômenos físicos apresentados. Há algumas explicações minimalistas e sem muitos elementos para compreensão dos fenômenos físicos apresentados, como por exemplo a abordagem da inversão térmica. Em todos os capítulos ele apresenta, o que os autores chamaram de “Quer Saber? ”, que são análises físicas de curiosidades que ligam os conceitos estudados a outras áreas do saber, tais como a biologia, a medicina, a história e geografia propondo ainda atividades ligadas ao texto apresentado.

Seus exercícios são atuais, pertinentes e ao final dos capítulos apresenta sempre exercícios de provas do ENEM ou de simulados retirados do site do MEC. Seus exercícios foram utilizados nesta SD.

Apresenta em todos os capítulos contextualização histórica dos conceitos abordados, propondo ainda experimentos e atividades de pesquisa.

Quanto a ordenação dos conteúdos analisados, apesar de apresenta-los de forma aparentemente distante, apresenta a conexão existente entre os conceitos, mostrando ao estudante que a Física não é uma ciência compartimentada. Traz uma abordagem temática, sendo assim, uma obra que se aproxima a proposta dessa SD.

O distanciamento destes conteúdos na abordagem adotada pelos autores representou um problema na aplicação desta SD no que se refere ao uso do livro didático, pois ela foi aplicada a estudantes do 2º ano do ensino médio, que possuíam o volume 2 do referido livro não possuindo o volume 3 havendo assim a necessidade de xerox dos exercícios utilizados que foram retirados do volume 3.

O mapeamento apresentado nas figuras 2 a 9 foi elaborado pela autora e pretende dar ao leitor uma noção de como os temas presentes nessa SD são abordados nos referidos livros, não tendo a pretensão de indicar nem mesmo de promover algum livro evitando-se análise de possíveis erros conceituais que possam estar presentes nessas obras, salvo no entendimento de radiação e irradiação, que está diretamente relacionado com essa SD.

O mapeamento apresentado tem o objetivo de incentivar o uso do livro didático, uma vez que ele é uma ferramenta didática presente nas escolas do país e significam um grande avanço na educação, no sentido de ser um material didático que hoje chega gratuitamente aos docentes e estudantes. Tendo em vista a redução de carga horária sofrida na disciplina de Física no Ensino Médio atualmente, o livro didático representa uma alternativa no sentido de transformação das práticas de ensino de Física<sup>3</sup>, mostrando-se assim uma alternativa que deve ser utilizada por nós docentes no sentido de conseguir ministrar os conteúdos propostos para uma formação mínima em relação ao letramento científico com o tempo disponibilizado para as aulas de Física na escola.

Claro que cabe a cada docente fazer as adaptações necessárias para realidade da sua sala de aula e da sua metodologia de ensino. Utilizar o livro didático não implica na obrigatoriedade de seguirmos suas sequências programáticas e nem a totalidade dos conceitos que eles abrangem. Cabe a cada docente a decisão de como fazer melhor proveito deste material.

Só no estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2017, foram 322.976 alunos beneficiados em 1.168 escolas que receberam um total de 1.438.479 exemplares de livros que tiveram um custo de R\$ 11.171.167,46<sup>4</sup>. Temos que valorizar esse investimento fazendo uso desse material que em muitas escolas desse estado é um dos únicos recursos didáticos existentes além do quadro e do giz.

Esta análise apresentada tem seu foco na reflexão sobre o uso do livro didático como exercício da cidadania tendo em vista que está é uma proposta que visa a formação de cidadãos.

O mapa conceitual apresentado na figura 10 mostra a distribuição dos conteúdos nesta SD, apresentando também as conexões existentes entre eles e que foram exploradas durante aplicação da mesma.

---

<sup>3</sup> Quadro, giz e exposição de cálculos sem que o estudante compreenda o conceito envolvido e suas aplicabilidades.

<sup>4</sup> Dados estatísticos retirados do banco de dados do FNDE. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuário/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/PNLD%202017%20-%20Dados%20estatsticos%20por%20estado%20-%20Ensino%20Fundamental%20e%20Mdio.pdf](file:///C:/Users/Usuário/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/PNLD%202017%20-%20Dados%20estatsticos%20por%20estado%20-%20Ensino%20Fundamental%20e%20Mdio.pdf). Acesso em março de 2018.

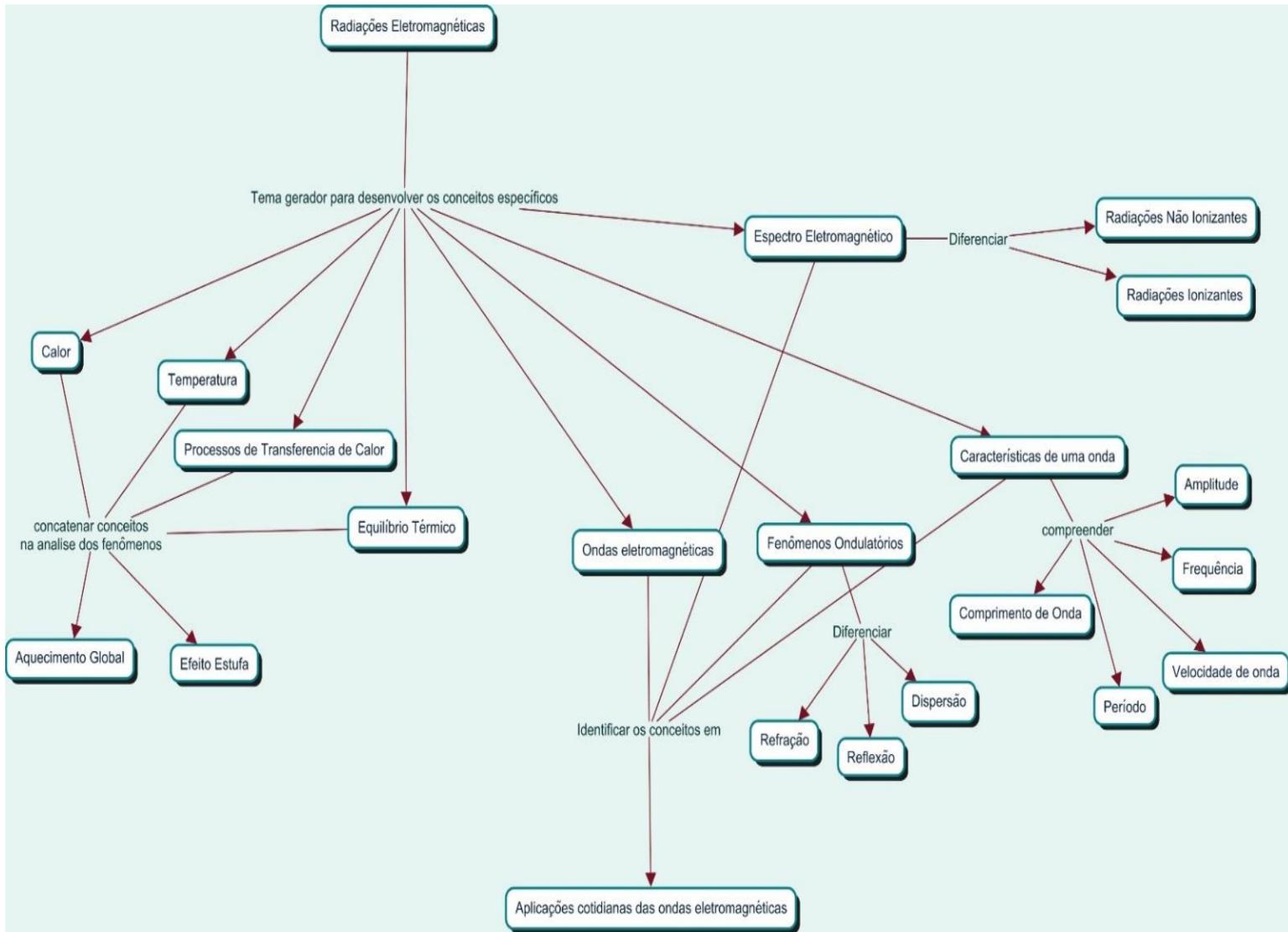


Figura 9: Organização e Inter-relações dos Conceitos Abordados Nesta SD

Fonte: Elaborado pela Autora

Mesmo sendo conteúdos que estão distanciados em suas apresentações nos livros didáticos, uma vez que identifiquemos sua proximidade e suas inter-relações, cabe a nós docentes transpormos esse distanciamento e explorarmos suas conexões e aplicações cotidianas, transformando assim o ensino de Física e conseqüentemente preparando os estudantes para cidadania e para vida em sociedade. O livro didático é uma ferramenta pedagógica que deve ser utilizada de forma a contribuir com a prática a qual objetivamos. Ele dificilmente trará a abordagem que nós docentes acreditamos ser a mais adequada, porém cabe a nós fazermos as adaptações que julgamos pertinentes e desfrutarmos desta ferramenta.

## 1.4 Justificativa desta Proposta

O ensino de Física no Brasil passa por um processo de reformulação pedagógica desde as Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB até a Base Nacional do Comum Curricular - BNCC que está para ser implantada, no qual o objetivo deixa de ser a simples fixação de equações, cuja finalidade é formar um cidadão apto a pensar, criticar e compreender o mundo que o cerca buscando uma formação para cidadania, a interdisciplinaridade e a contextualização. Pela minha experiência docente sei que a contextualização da Física no dia-a-dia é importantíssima, bem como a interdisciplinaridade e por esse motivo desenvolvi a proposta desta SD partindo do tema gerador “radiações eletromagnética”, buscando nortear e incentivar o aprendizado dos demais conteúdos que são competências e conteúdos vinculados ao tema gerador.

É de extrema relevância o desenvolvimento, de forma consciente, deste tema por nós educadores, dando a devida importância que ele possui, salientando sua multidisciplinaridade, isto é sua ligação com as áreas da Química, da Biologia e da Matemática, buscando assim formar cidadãos capazes de compreender, opinar, exigir seus direitos, fazer escolhas uma vez que nossos estudantes estão inseridos num mundo onde essas radiações estão sempre presentes. Proporcionando assim um maior esclarecimento do assunto, derrubando mitos, salientando a utilização benéfica e maléfica destas radiações e levando em consideração os seus conhecimentos prévios.

Os PCN+ destacam uma das competências em Física esperadas ao final da escolaridade básica:

[...] reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados para um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana. (BRASIL, 1999, p. 68).

A LDB publicada como Lei nº 9394 em 20 de dezembro de 1996 diz sobre a finalidade da educação: “desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (LDB, 1996, art.2º) e que o educando ao final do ensino médio deve demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna. Domínio e cidadania voltados para a conscientização, que lhe possibilita inserir-se no processo histórico, como sujeito. (FREIRE, 1987, p.40-1)

A presente proposta foi aplicada e avaliada como uma nova possibilidade didática que supre pelo menos algumas dessas necessidades.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver uma SD baseada em uma proposta diferenciada, com ênfase para: a) melhorar o ensino aprendizagem de Física, com a inserção de novas ferramentas de ensino e de aprendizagem tais como: mapas conceituais, jogos e experimentos a fim de aplicar o lúdico na escola, b) ampliar a visão Física dos fenômenos estudados bem como possibilitar ao educando a aplicação das leis estudadas no seu cotidiano, c) proporcionar a apropriação do conhecimento, d) possibilitar, na escola, um ensino de Física que seja contextualizado e relacione os conhecimento científicos com o cotidiano, permitindo os educandos a relacionar os conhecimentos empíricos com os teóricos aprendidos.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

A fim de alcançar o objetivo geral da presente proposta, trago como objetivos específicos:

- a) Aplicar questionário visando fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos à cerca dos temas a serem abordados,
- b) Possibilitar que os educandos construam saberes significativos,
- c) Incentivar e motivar o processo educativo com a utilização do lúdico no ensino da Física na rede pública de ensino,
- d) Apresentar os mapas conceituais aos alunos e incentivar a sua utilização como ferramenta de estudo,
- e) Participar e fomentar a participação dos educandos em grupos de debate, pesquisa e estudo, utilizando mapas conceituais, livro didático e imagens que norteiam as discussões,
- f) Introduzir os conceitos físicos de temperatura e calor de uma forma mais simplificada, porém eficiente, mantendo o elo com o tema central dando a elas a importância que possuem em nosso cotidiano e desenvolvimento sócio, econômico e tecnológico,
- g) Contextualizar a Física no cotidiano dos educandos, e incentivar a utilização da interdisciplinaridade através do tema gerador “Radiações Eletromagnética”, partindo da visão geral do tema e desenvolvendo outros temas como calor – energia-efeito estufa- planeta,

- h) Utilizar jogos pedagógicos para fixação de conteúdos e processo avaliativo,
- i) Analisar a aplicação desta prática pedagógica em sala de aula,
- j) Avaliar a evolução na construção do conhecimento dos educandos das turmas em que a proposta foi aplicada comparando seus mapas conceituais e suas escritas e falas ao longo da aplicação desta proposta.

## Capítulo 2: Fundamentação Teórica

Neste capítulo apresento as teorias educacionais a que esta pesquisa se alicerça.

Em uma proposta na qual o objetivo principal refere-se ao processo educativo, ou seja, à intencionalidade de produzir uma aprendizagem, segundo Freire, nesse molde de educação, a escola proporciona aos estudantes:

[...] meios para o pensar autêntico, porque recebendo as fórmulas que lhes damos, simplesmente as guarda. Não as incorpora porque a incorporação é o resultado de busca de algo que exige, de quem o tenta, esforço de recriação e de procura. Exige reinvenção. (Freire 1999, p.104,105)

Não basta propor práticas docentes que objetivam apenas o ensino dos conceitos físicos como se o estudante fosse um vaso vazio onde nós educadores depositamos este conhecimento, é necessário ir além, refletindo sobre os objetivos que queremos atingir durante o processo educacional. Este é um processo que, segundo Freire:

[...] não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. (Freire, 1980, p.77)

A escolha de partir de um tema gerador, abrangente, atual e que faz parte do cotidiano destes educandos, está pautada nos pressupostos freirianos, pois segundo ele:

[...] A questão fundamental, neste caso, está em que, faltando aos homens uma compreensão crítica da totalidade em questão, captando-a em pedaços nos quais não reconhecem a interação constituinte da mesma totalidade, não podem conhecê-la. E não o podem porque, para conhecê-la, seria necessário partir do ponto inverso. Isto é, lhes seria indispensável ter antes a visão totalizada do contexto para, em seguida, separarem ou isolarem os elementos ou as parcialidades do contexto, através de cuja cisão voltariam com mais clareza à totalidade analisada. (Freire, 1987, p.55)

Ainda segundo Freire é “[...] a partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a” (Freire, 1983, p43). Indo ao encontro do objetivo da formação para cidadania a qual este projeto se propõe. Para tal, ainda baseado nos pressupostos freirianos, temos que:

A reflexão que propõe, por ser autêntica, não é sobre este homem abstração nem sobre este mundo sem homem, mas sobre os homens e suas relações com o mundo. Relações em que consciência e mundo se dão simultaneamente. Não há uma consciência antes e um mundo depois e vice-versa. (Freire, 1980, p. 81)

Esta SD teve o cuidado de fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes a qual foi destinada, através da aplicação de um questionário e ao final desta primeira intervenção promoveu um debate com o objetivo de permitir que eles expressassem verbalmente seus conhecimentos prévios referentes ao tema gerador. Pois segundo Freire:

Respeitar a leitura de mundo do educando significa tomá-la como ponto de partida para a compreensão do papel da curiosidade, de modo geral, e da humana, de modo especial, como um dos impulsos fundantes da produção do conhecimento. [...] No fundo, o educador que respeita a leitura de mundo do educando reconhece a historicidade do saber, o caráter histórico da curiosidade, por isso mesmo, recusando a arrogância cientificista, assume a humildade crítica, própria da posição verdadeiramente científica. (Freire, 2011, p. 120)

Durante o debate, ocorrido ao final da palestra, “Radiações Ionizantes Riscos e Benefícios”, os estudantes além de expressarem seus conhecimentos sobre o assunto fizeram muitas perguntas a Professora Aline Dytz, profissional da área de Física Médica e orientadora dessa pesquisa, convidada a palestrar na escola. O objetivo de incentivar a dialogicidade e a curiosidade dos estudantes foi alcançado e está alicerçado nos pressupostos freiriano, pois segundo ele:

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos, em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que o professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. (Freire, 2011, p. 83)

Esta proposta utiliza os mapas conceituais como uma das estratégias de promoção e avaliação da aprendizagem de conteúdos de Física em nível médio. Tendo como base os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e trabalhando com os conceitos da Calorimetria e das Radiações eletromagnética, buscando a aprendizagem através de um ensino que considera as concepções prévias dos alunos e é desenvolvido através de materiais potencialmente significativos. Segundo Ausubel, “[...] o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo” (Ausubel, 1980).

Para Ausubel o fator primordial para que ocorra a aprendizagem é que o estudante queira aprender. Ele é o sujeito deste processo, e somente por sua vontade, o processo de aprendizagem pode ocorrer. O planejamento mais bem elaborado pedagogicamente não irá alcançar nenhum objetivo se o sujeito do processo não o quer, e neste sentido não importa a

ferramenta utilizada ela não será eficiente. A realidade educacional encontrada nas escolas do estado do Rio Grande do Sul é de total desmotivação, por parte dos alunos e também dos educadores. Quando perguntado para os educadores a causa de sua desmotivação ele dirá que é por causa dos estudantes, os estudantes não querem aprender. Quando perguntado aos estudantes o que causa sua desmotivação ele responderá que é por causa dos professores, que as aulas são ruins. A verdade é que ambos têm parcela de culpa nessa situação de apatia encontrada na maioria das escolas do estado. Partindo do pressuposto de que a maioria dos estudantes querem a ocorrência deste processo busquei ferramentas educacionais que fossem potencialmente significativas, a fim de motivar e alterar essa realidade buscando promover a aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (1980) há dois tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa. Na aprendizagem mecânica o estudante não faz ligações entre os novos conceitos e seus conhecimentos prévios que Ausubel chama de subsunçor, se para o estudante não tem sentido ou ligação com aquilo que ele já conhece, ele apenas decora fórmulas, conceitos e reproduz esse conhecimento por um determinado tempo e logo após esquece. Já a aprendizagem significativa só pode ocorrer quando o estudante ancora o novo conhecimento em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na sua estrutura cognitiva, ou seja, quando este estudante encontra significado no que ouve. O aluno deve relacionar entre si os conceitos aprendidos, o que torna significativa a sua aprendizagem. Segundo Ausubel (1980) um material introdutório deve ser apresentado antes dos conceitos que se pretende ensinar o que vai ao encontro desta proposta que parte da apresentação do todo através da palestra “Radiações: Riscos e Benefícios”.

Corroborando com os pressupostos ausubelianos e com os objetivos desta SD, Freire afirma que:

[...] ensinar não é transferir conteúdo a ninguém, assim como aprender não é memorizar o perfil de conteúdos transferido no discurso vertical do professor. Ensinar e aprender têm que ver com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o empenho igualmente crítico do aluno de ir entrando como sujeito em aprendizagem, no processo de desvelamento que o professor ou professora deve deflagar. (Freire, 2011, p.116)

Para Moreira o conceito básico da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa, principal objetivo desta SD, segundo ele:

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de

conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. (Moreira, 2010, p.18)

Diferenciando-se claramente da aprendizagem mecânica pois na “aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam.” (Moreira, 2010, p.18)

Durante a aprendizagem significativa a estrutura cognitiva está se reestruturando e este é um processo dinâmico, vai sendo construído a medida em que o novo conhecimento é internalizado de forma não literal, pois se tem significado para o estudante ele irá atribuir significados que possuem componentes pessoais. (Moreira, 2010)

Essa proposta visa um ensino desenvolvido sob uma abordagem freiriana e ausubeliana, com a utilização de mapas conceituais como uma das estratégias de promoção e avaliação da aprendizagem significativa dos estudantes, podendo constituir uma alternativa efetiva para a aprendizagem dos conceitos de calorimetria e radiações em nível médio.

Para Moreira, “de um modo geral, mapas conceituais, são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais”. (Moreira, 2010, p. 11) “O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usada em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise curricular, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação.” (Moreira e Buchweitz, 1993 apud Moreira, 2010, p.16)

Esta SD utilizou os mapas conceituais como instrumentos didáticos, os mapas propostos foram usados para mostrar as relações significativas entre os conceitos que foram ensinados nas aulas que a compõem. Pois segundo Moreira:

[...] mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de ensino ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas, e como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são autoinstrutivos: devem ser explicados pelo professor. (Moreira, 2010, p.16)

Os mapas conceituais foram utilizados nesta SD, indo ao encontro do que propõe Moreira:

[...] embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usa-los quando o aluno já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos. (Moreira, 2010, p.17)

Foram também utilizados como instrumento de avaliação da aprendizagem, objetivando obter-se uma visualização da organização conceitual que o estudante atribuiu aos conceitos abordados durante aplicação desta SD. O mapa conceitual é, basicamente, uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. (Moreira, 2010)

Segundo Moreira (2010) o mapa conceitual é uma forma de avaliação formativa e recursiva sendo assim um instrumento de ensino e de aprendizagem. Ele fornece ao professor informações sobre como está se desenvolvendo a aprendizagem do estudante do ponto de vista conceitual. Ao analisarmos os mapas conceituais dos estudantes não podemos ter um olhar quantitativo do certo e do errado, pois esse não é o tipo de avaliação a qual eu, enquanto docente, acredite ser a mais adequada.

## **Capítulo 3:**

### **3.1 Caracterização da Escola**

A escola a qual se destina esse projeto de pesquisa foi fundada no ano de 1954, ano em que o então Presidente do Brasil Getúlio Vargas se suicidou, em sua homenagem a escola se chama Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas, situada no bairro cidade nova na cidade de Rio Grande no Estado do Rio Grande Sul. Está fazendo história nos processos educativos do bairro há exatos 64 anos. Atendendo não só estudantes desse bairro como também recebendo estudantes de vários outros bairros desta cidade.

A escola funciona nos turnos manhã, tarde e noite ofertando além do Ensino Médio, Ensino Técnico e Técnico Integrado. Oferece a comunidade os seguintes cursos técnicos: Contabilidade, Secretariado, Comércio Exterior e Logística. Seu corpo docente é composto por 65 professores que contam com o auxílio de 11 funcionários entre merendeiras, faxineiras e funcionários da parte administrativa.

Apesar de ser um prédio antigo, a escola possui biblioteca, dois laboratórios de informática (com dez computadores em média cada um), um laboratório de ciências não muito grande, uma quadra aberta de voleibol, uma quadra de futebol aberta e uma quadra de futebol coberta, possui um espaço coberto com mesas e banquinhos ao ar livre chamado pelos estudantes de quiosque além do pátio que é extremamente grande. As salas de aulas estão distribuídas em quatro pavilhões que possuem quatro salas de aulas cada. Possui ainda um auditório relativamente grande com recursos multimídia e um escritório modelo para os cursos técnicos.

Os estudantes que frequentam a escola são de classe média a pobres, muitos trabalham em um turno, para ajudar no orçamento doméstico, e estudam em outro. Chegam ao Ensino Médio com vacâncias conceituais trazidas do Ensino Fundamental. O desenvolvimento de projetos pedagógicos como este são de extrema importância e relevância no sentido motivacional buscando promover uma aprendizagem realmente significativa a estes estudantes.

Está SD foi aplicada a 9 turmas de segundo ano, sendo no turno da manhã as turmas 201, 202 e 203 do Ensino Médio e as turmas 521, 621 e 622 do Técnico Integrado, no turno da tarde as turmas 205, 206 e 207 do Ensino Médio. Como pesquisadora seria muito mais viável e prático aplicar a SD em apenas uma turma, porém esta pesquisa está alicerçada nos

pressupostos freirianos, e, portanto, não poderia escolher uma turma em detrimento de outra para aplicação deste projeto. Buscando solucionar o problema da grande quantidade de material gerado a ser analisado resolvi analisar apenas o material gerado pelos estudantes que participaram de todas as atividades, pois está me pareceu a decisão mais acertada. Tratando-se de uma SD sua análise de resultados só seria fidedigna se o estudante tivesse participado de todas as atividades propostas por ela.

Totalizando assim 37 estudantes do turno da manhã e 15 estudantes do turno da tarde, que participaram de todas as atividades propostas durante a aplicação desta SD e cujo material produzido será analisado no quarto capítulo desta dissertação.

### **3.2 Apresentação Da Sequência Didática**

O material aqui apresentado é uma SD para aulas de Física, que foi implementada em todas as turmas de segundo ano do Ensino Médio e Técnico, nos turnos manhã e tarde da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas. Visando a melhoria do ensino e da aprendizagem dos conteúdos de Física, utilizei o tema “radiações eletromagnética” como ponto de partida para desenvolver os conteúdos específicos que propiciam o entendimento das mesmas, buscando no lúdico, na experimentação, no uso de mapas conceituais e nos debates feitos em sala de aula, ferramentas que possibilitem a aprendizagem significativa, a formação de cidadãos aptos a pensar, a criticar e a modificar o mundo que os cerca.

Esta proposta tem o intuito de incentivar, contextualizar e tornar mais agradável e pertinente o ensino e a aprendizagem destes conteúdos de Física. Para analisar os objetivos alcançados, coletei mapas conceituais feitos pelos estudantes e material escrito oriundos dos trabalhos, desenvolvido em aula, com imagens assim como os desenhos realizados por eles, questionário pré-teste e relatórios experimentais. Como análise qualitativa, para avaliar a viabilidade e aplicação deste projeto, coletei relatos acerca do aprendizado pessoal dos educandos envolvidos nas práticas pedagógicas propostas.

Todo material produzido durante a aplicação deste projeto assim como todas as imagens tiveram seus direitos cedidos a autora mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido assinado, cujo modelo se encontra no anexo 1 apêndice 6, pelos estudantes maiores de idade ou pelos responsáveis no caso dos estudantes menores.

O ensino de calor e temperatura é um dos tópicos da Física onde os estudantes conseguem fazer um bom número de associações ao cotidiano e ao mesmo tempo é um tópico onde se detecta uma miscigenação dos conceitos científicos com os conceitos cotidianos e empíricos. Os próprios conceitos de calor e temperatura muitas vezes não são claramente diferenciados pelos alunos. Foram esses motivos que levaram à escolha do tema dessa SD, buscando assim mostrar aos estudantes a aplicação da Física no cotidiano levando-os a entender conceitos científicos e suas aplicações, com a finalidade de enriquecer a vivência do aluno.

O produto didático proposto é composto de:

- I) Aulas práticas – sugestões de práticas, que podem ser realizadas em sala de aula, com materiais de baixo custo.
- II) Aulas expositivas/dialógicas – definições e conceitos mais relevantes a serem trabalhados naquele tópico.
- III) Atividades lúdicas.
- IV) Atividades que envolvem utilização de imagens;
- V) Aulas que envolvem utilização de mapas conceituais;

As aulas foram formuladas prevendo o tempo necessário para seu desenvolvimento, mas evidentemente não é algo rígido, pois sempre poderão surgir questionamentos não previstos que levem a debates ou questões que podem enriquecer ainda mais o material.

Desejo assim, que os colegas professores que utilizarem este material explorem ao máximo o conhecimento prévio dos estudantes no sentido de enriquecê-lo.

Assim, a SD produzida buscou desenvolver atividades de significado para os alunos, com o objetivo de tornar o ensino de Física mais atraente aos alunos e difundir entre essa população jovem a cultura científica.

Os planos de aula que constituem essa SD são apresentados no anexo I, onde o apêndice 1 mostra o planejamento das aulas que constituem essa sequência, o apêndice 2 mostra o plano de aula da palestra que apresenta o tema gerador, o apêndice 3 mostra os planos de aula das aulas expositivas/dialógicas com atividades que envolvem uso de imagens, o apêndice 4 mostra os planos que envolvem utilização de mapas conceituais, o apêndice 5 mostra os planos de aula das atividades lúdicas e experimentais.

O mapa conceitual apresentado na figura 11 permite que o leitor vislumbre o planejamento dessa SD. O mapa conceitual da figura 12 apresenta a proposta pedagógica elaborada para esta SD

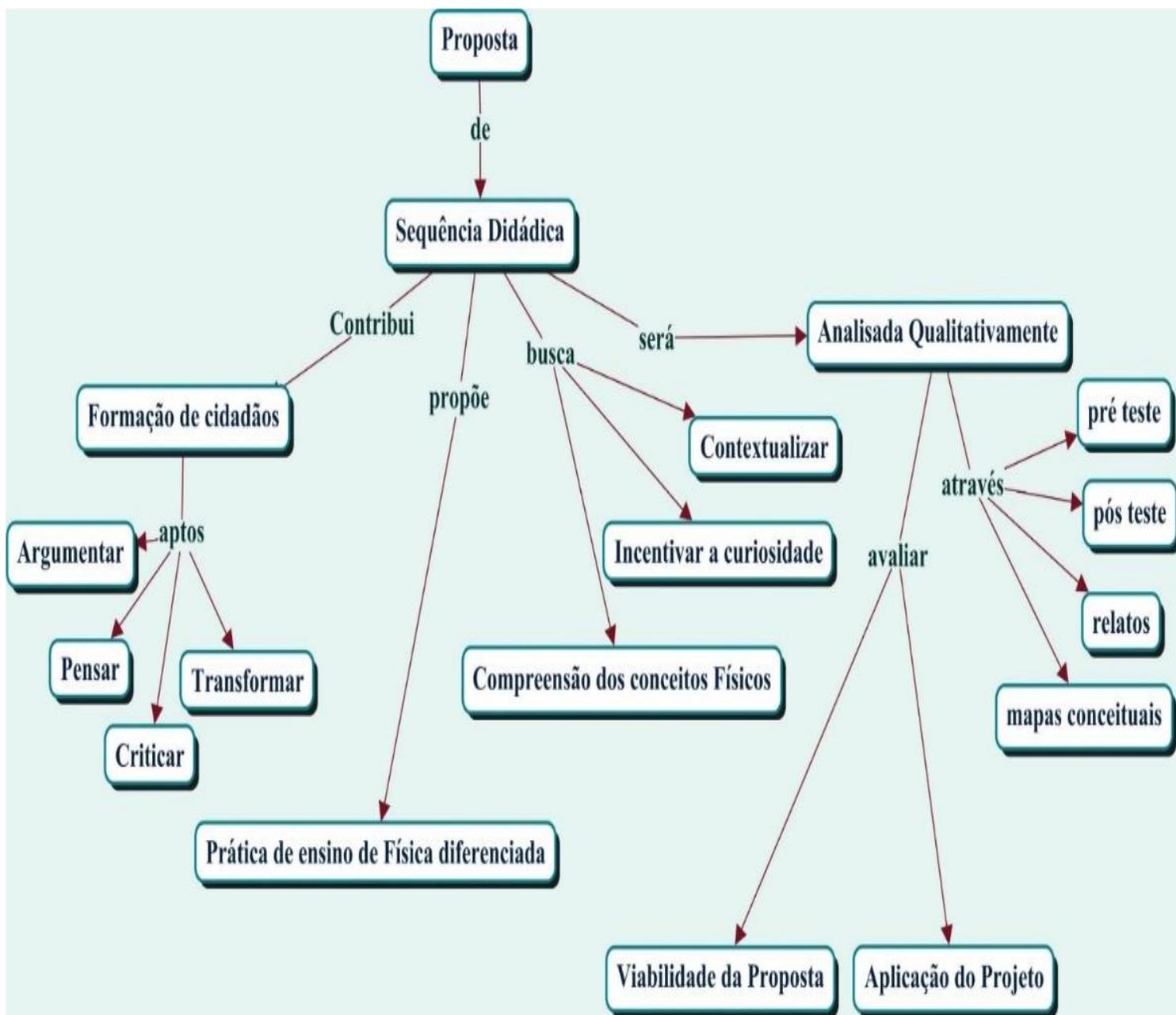


Figura 10: Planejamento da SD

Fonte: Elaborado pela Autora

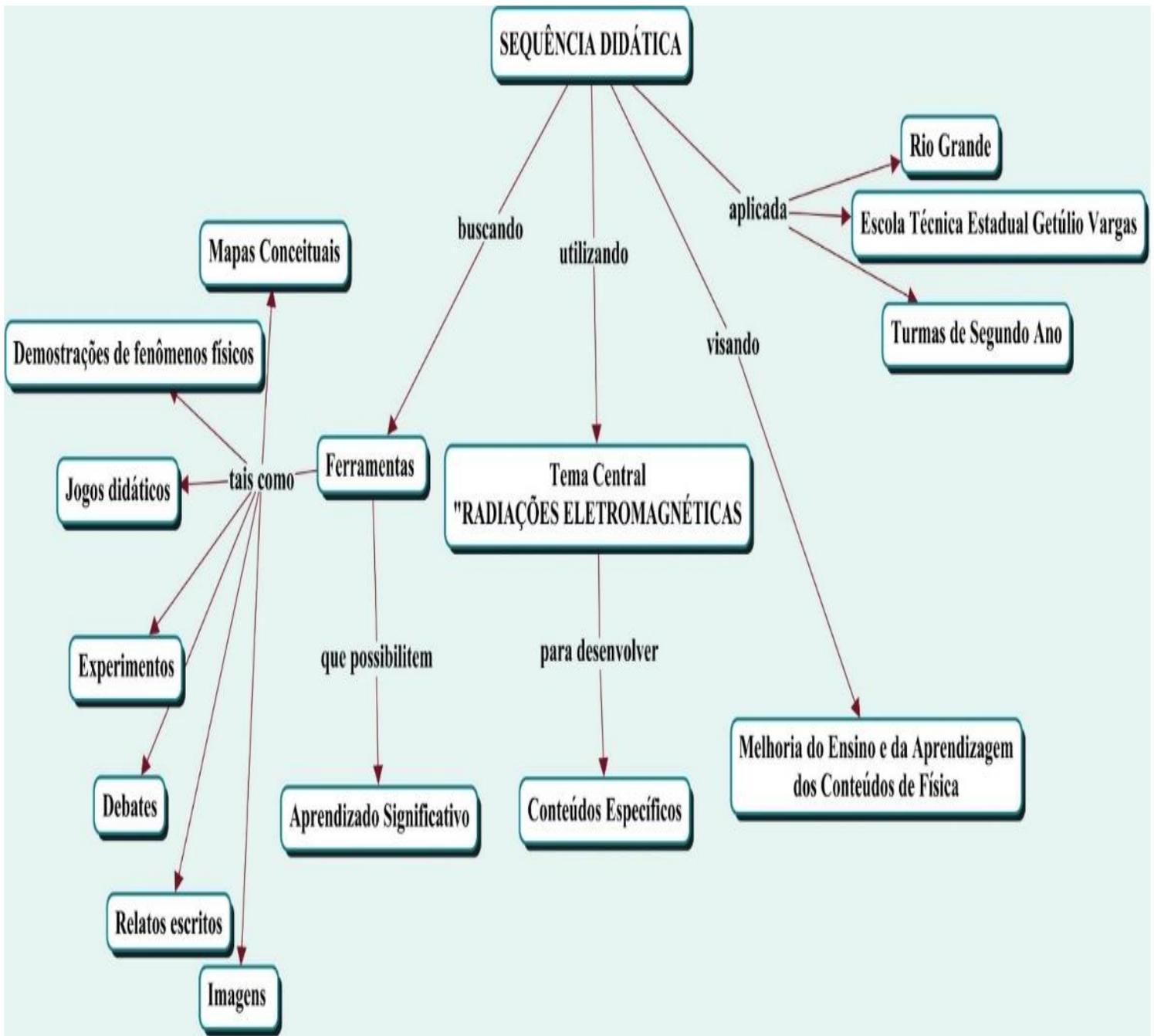


Figura 11: Proposta Pedagógica

Fonte: Elaborado pela Autora

## **Capítulo 4:**

### **4.1 Metodologia**

Esta SD foi planejada para que sua implementação ocorresse durante o final do segundo trimestre e início do terceiro trimestre, contemplando assim uma vivência de nove semanas de práticas pedagógicas diferenciadas e entrelaçadas que são apresentadas nos apêndices 2 ao 5.

A implementação desta proposta teve seu início com a apresentação do tema gerador através de uma palestra que foi ministrada pela Prof<sup>a</sup>. Dr. Aline Dytz, ocorrida no dia 28 de agosto de 2017, no auditório da escola. Infelizmente a implementação desta SD foi interrompida pela deflagração da greve dos professores estaduais, no dia 5 de setembro de 2017, que lutavam contra algumas medidas do governo estadual e por melhorias salariais. A greve teve seu encerramento dia 11 de dezembro de 2017, totalizando assim 96 dias sem aulas.

Retornamos em dezembro tendo que fazer o fechamento do segundo trimestre e realizando os conselhos de classe e a parada para as festas de natal e ano novo. Ao retornarmos das festas achei pertinente então recomeçar a implementação desta SD, apresentando novamente a palestra “Radiações Ionizantes Riscos e Benefícios”. A implementação desta proposta ocorreu durante a recuperação dos dias letivos perdidos por causa da referida greve. Como esta recuperação ocorreu nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e levando em consideração as altas temperaturas destes meses e a falta de ventiladores nas salas de aula, a direção da escola propôs que fizéssemos nos meses de janeiro e fevereiro semanas temáticas, afim de levar os estudantes para espaços como o auditório, os laboratórios de informática e para as salas e espaços onde haviam ares-condicionados. Propus então as colegas de área, Prof<sup>a</sup>. Quenie Castro de Biologia e Prof<sup>a</sup>. Angela Dantas de Química, que aplicássemos esta SD durante a semana de ciências da natureza, pois além de dispor de tempo hábil para tal, 3 horas aulas por dia durante uma semana inteira, o trabalho em conjunto com as colegas de área iria enriquecer a implementação desta SD tornando-a uma proposta interdisciplinar.

As colegas concordaram com a minha proposta e fizemos duas reuniões, onde na primeira apresentei o projeto e a temática que a SD abrangia e na segunda reunião debatemos os pontos comuns e as possibilidades de contribuições.

Apesar da interdisciplinaridade ser uma prática potencializadora do aprendizado significativo, no atual momento vivido na educação do estado do Rio Grande do Sul, esta é uma prática difícil de ser articulada, uma vez que os docentes trabalham em muitas escolas, na grande maioria em jornadas de 60 horas. A interdisciplinaridade como prática educacional só é possível quando ocorre de forma integrada e é a integração o fator que dificulta sua articulação, porém quando encontramos docentes comprometidos com suas práticas somos capazes de transpor tais dificuldades.

As orientações curriculares para o Ensino Médio nos dizem que:

A competência crítico-analítica de representação da realidade não é disciplinar, não se insere em uma única disciplina, já que seu objetivo de investigação é mais complexo. Surge, então, a necessidade de se pensar sob uma perspectiva interdisciplinar. (Lodi, 2008 p. 51)

Ainda acrescenta que esta prática é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição as disciplinas escolares. Cada disciplina científica apresenta seus enfoques particulares, que são recortes dessa natureza que conduzem a uma organização de saberes padronizados. A interdisciplinaridade não é a busca da unificação desses saberes, pois admitir isso seria negar a especificidade da Física, Química e Biologia.

Trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e potencialidades de cada área. O objeto de estudo foi o mesmo “radiações eletromagnética” e o saber construído por esses estudantes não pertence apenas a Física, foi um saber mais amplo sobre o fenômeno das radiações e suas competências evidenciando assim uma prática interdisciplinar.

Os objetos de estudos produzidos pelos estudantes durante a implementação desta SD e que foram analisados são: questionário pré-teste, anotações feitas pelos estudantes no material visual utilizado nas aulas dialógicas que se encontram no apêndice 3, mapas conceituais, relatórios experimentais, envolvimento nos debates e nas atividades propostas que foram registrados em meu diário de bordo, depoimentos pessoais sobre as práticas propostas, produção artística de imagens visuais, questionário pós-teste.

## **4.2 Implementação da Proposta e Análise dos Resultados**

A implementação ocorreu na semana de 22 a 26 de janeiro, totalizando 5 encontros interdisciplinares, contando ainda com um sexto encontro experimental que ocorreu na semana seguinte, obedecendo o horário de cada turma. Os objetos de estudo produzidos pelos estudantes durante a implementação desta SD foram minuciosamente examinados buscando evidenciar se os objetivos foram alcançados. A análise dos resultados e o detalhamento de cada encontro será exposto a seguir, obedecendo sua ordem de aplicação.

O planejamento inicial de implementação trazia a intervenção experimental no 5º encontro, porém ele foi aplicado como último devido ao desenvolvimento desta SD ter ocorrido durante a semana temática, onde desenvolvemos o trabalho com todas as turmas de segundos anos concomitantemente, em seus turnos de estudo, inviabilizando o trabalho no laboratório pelo grande número de estudantes.

### **4.2.1 Primeiro Encontro: Apresentação do Tema**

No dia 22 de janeiro, pelo turno da manhã, as turmas 201,202 e 203 com 20 estudantes em média e as turmas dos cursos técnicos integrado 521, 621 e 622, que possuem em média 10 alunos cada, foram levadas ao auditório da escola que é um espaço amplo e recebeu os 90 estudantes que participaram do primeiro de seis encontros propostos nessa SD. No mesmo dia, pelo turno da tarde, repeti esta ação com os estudantes das turmas 205, 206 e 207 com em média 20 estudantes, totalizando 60 estudantes.

Foram necessários 10 minutos para que todos se acomodassem no auditório, logo após foi entregue um questionário, contendo 11 questões que pode ser visualizado no apêndice 2, com o objetivo de fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes sobre o tema gerador “radiações eletromagnética” e a sua possível relação com calor e temperatura.

Os PCN e os PCN+ sugerem um conjunto de temas e unidades temáticas que são abordados nas orientações curriculares para o Ensino Médio. Entre eles, são apresentados os temas calor, ambiente e usos de energia e matéria e radiação temas que são contemplados por essa SD.

Nas orientações curriculares podemos encontrar o alerta de que os conhecimentos prévios dos alunos, e a exploração de suas contradições e limitações pelo

professor, exigem que este elabore situações e problemas que o estudante não faria sozinho e que tenham potencial de levar à aquisição de um conhecimento que o estudante ainda não possui, mas que passará a ter significância dentro dos esquemas conceituais do estudante.

Apresento, nas figuras 13 a 24 as respostas dos estudantes dos turnos manhã e tarde, paralelamente, a fim de, comparar os resultados obtidos tendo em vista que são públicos diferentes. No turno manhã, eles têm entre 16 e 18 anos, são mais agitados porem estão na condição de estudantes regulares. O turno da tarde apresenta um perfil de estudante que normalmente estuda e trabalha, compreendidos em uma ampla faixa etária, alguns a muito sem estudar estão retornando à escola.

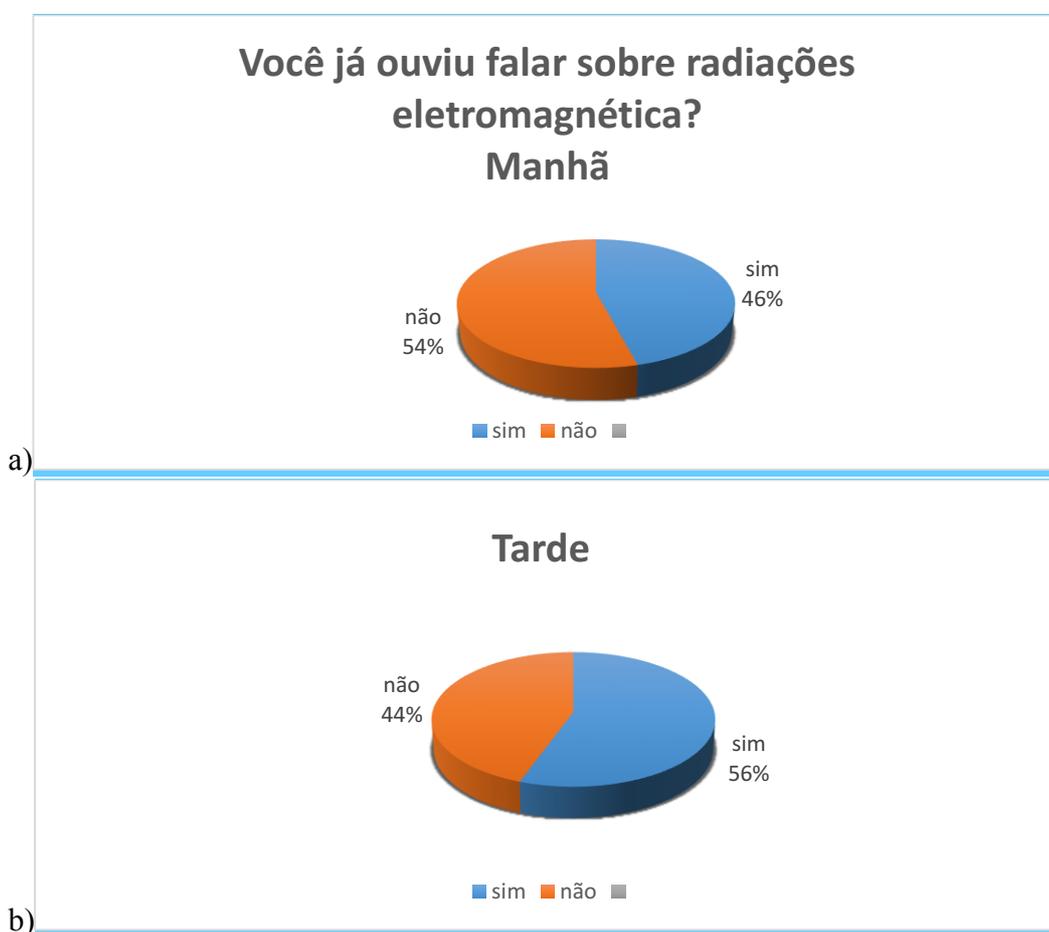


Figura 12: Primeiro questionamento. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

No turno da manhã percebemos que a maioria dos estudantes nunca havia ouvido falar sobre as radiações eletromagnética. No turno da tarde podemos perceber que a maioria já tinha ouvido falar sobre as radiações eletromagnética. Aos que já haviam ouvido falar, foi pedido que citassem exemplos destas radiações, e o resultado é apresentado na figura 14.

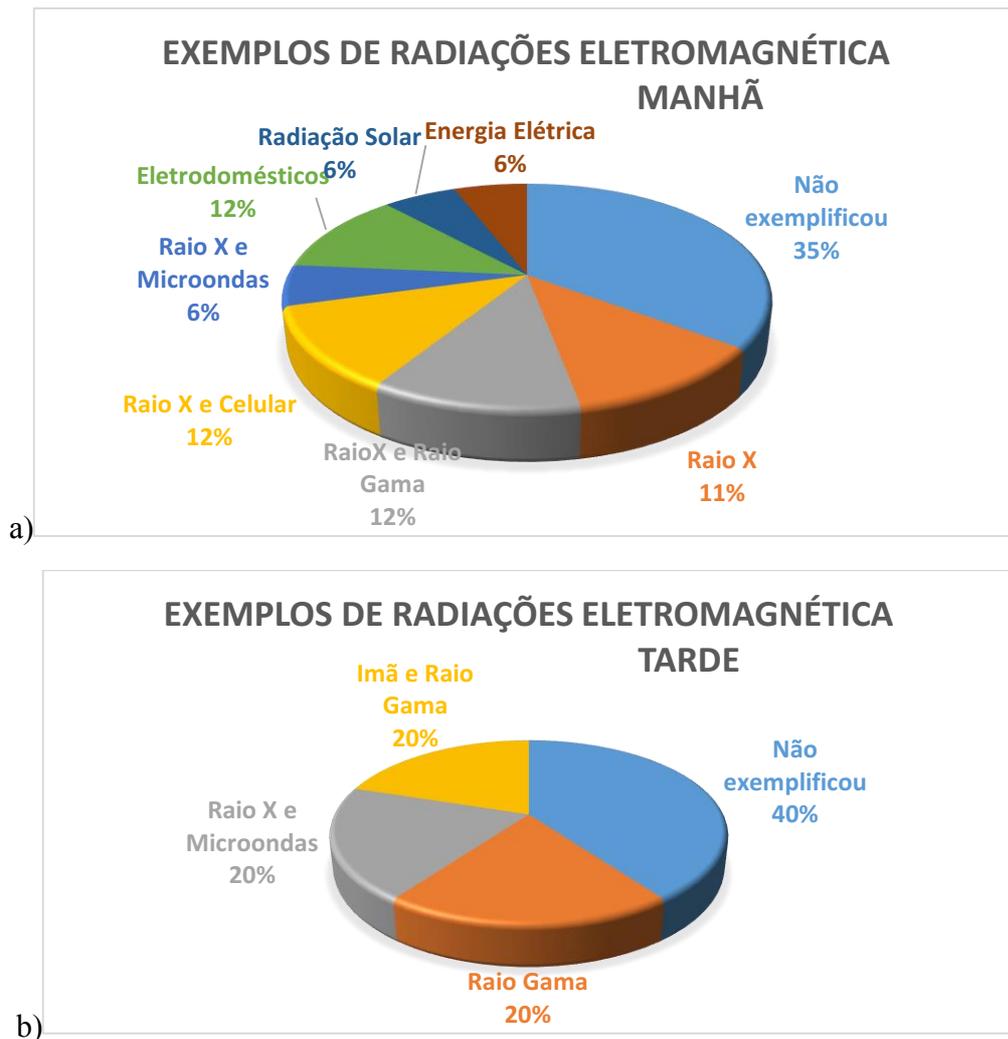


Figura 13: Exemplos dados pelos estudantes. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Fica evidenciado na figura 14 que a grande maioria dos estudantes dos dois turnos, que responderam afirmativamente ao primeiro questionamento não sabiam exemplificá-las, mostrando que a grande maioria não tinha conhecimento sobre o tema. Nas aulas dialógicas foram problematizados os exemplos como eletrodomésticos, energia elétrica e ímãs.

O próximo questionamento feito busca perceber se os estudantes vislumbram a presença destas radiações em sua vida cotidiana.



Figura 14: Presença das radiações no cotidiano do estudante. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Através da figura 15 evidenciamos uma contradição que foi debatida durante as aulas dialógicas, pois intuitivamente os estudantes dos dois turnos sabiam que as radiações estavam presentes em seus cotidianos mesmo que a maioria deles não soubesse ao certo onde ou como.

O próximo questionamento feito aos estudantes objetiva identificar a forma como eles acreditam detectar está radiação.

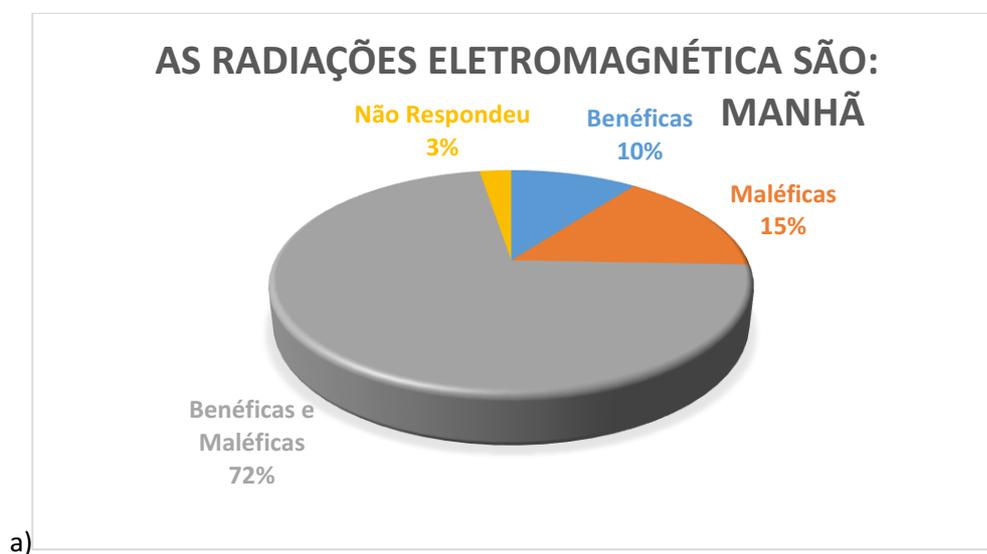




Figura 15: Opinião dos estudantes quanto a detecção da radiação. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Podemos verificar através da figura 16 que a maioria dos estudantes, principalmente, do turno da tarde, acreditam intuitivamente que não podemos identificar estas radiações com nossos sentidos.

Buscando identificar os possíveis benefícios e ou malefícios destas radiações foi feito o seguinte questionamento que é apresentado na figura 17.



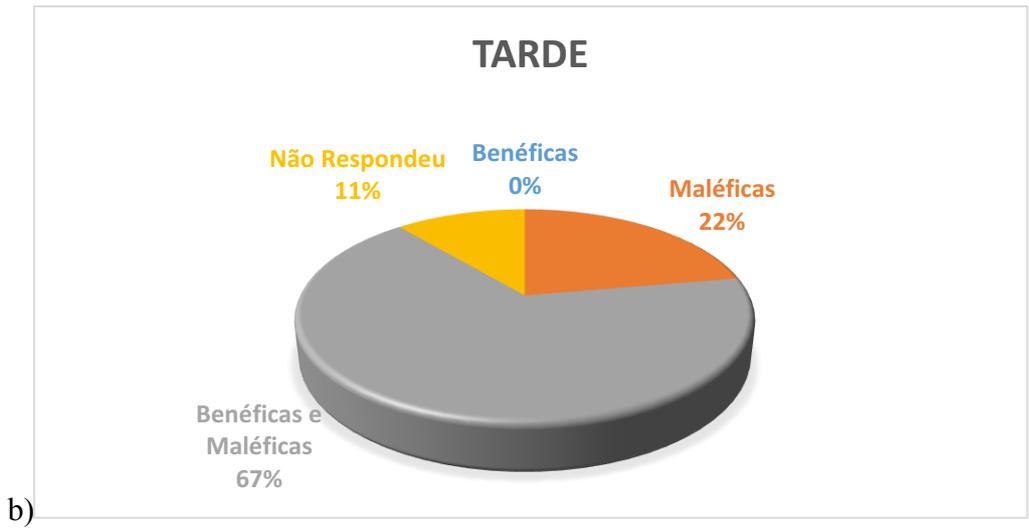


Figura 16: Opinião dos estudantes quando ao benefício e malefício das radiações eletromagnética. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos que a maioria dos estudantes de ambos os turnos atribui as Radiações eletromagnética um efeito benéfico e também maléfico, intuitivamente pois não apresentam conhecimentos sobre os benefícios ou malefícios atribuídos a elas.

O próximo questionamento cujo resultado é apresentado na figura 18 busca identificar a percepção dos estudantes quanto a encontrarmos a presença das radiações eletromagnética na natureza.





b)

Figura 17: Onde encontramos as radiações eletromagnética. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos ao analisar suas respostas que a maioria dos estudantes de ambos os turnos acreditam intuitivamente que podemos encontrar na natureza a presença de radiações eletromagnéticas, apesar de não saberem como ou onde.

O próximo questionamento, cujos resultados são apresentados na figura 19, objetiva vislumbrar a percepção dos estudantes quanto à possibilidade destas radiações serem nocivas à saúde.

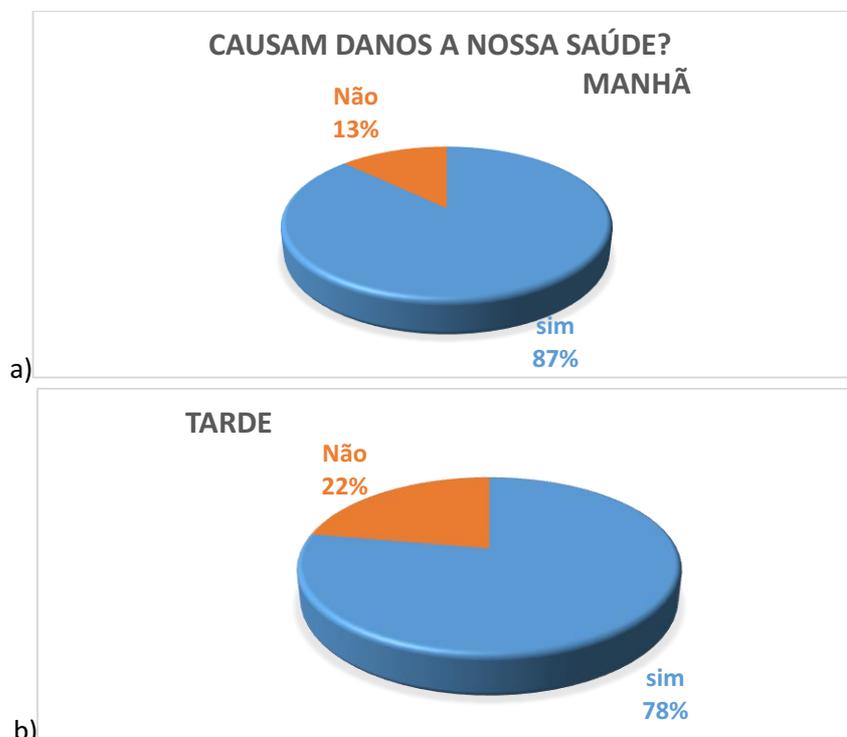


Figura 18: Opinião dos estudantes quanto à possibilidade das radiações serem nocivas à saúde. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos que a grande maioria dos estudantes de ambos os turnos identifica a possibilidade de danos à saúde causados pelas radiações eletromagnética mesmo sem compreender como isso é possível ou de que forma elas afetam os organismos.

A fim de identificar se os estudantes tinham conhecimento de aplicações das radiações eletromagnética, fiz o questionamento cujos resultados são apresentados na figura 20.

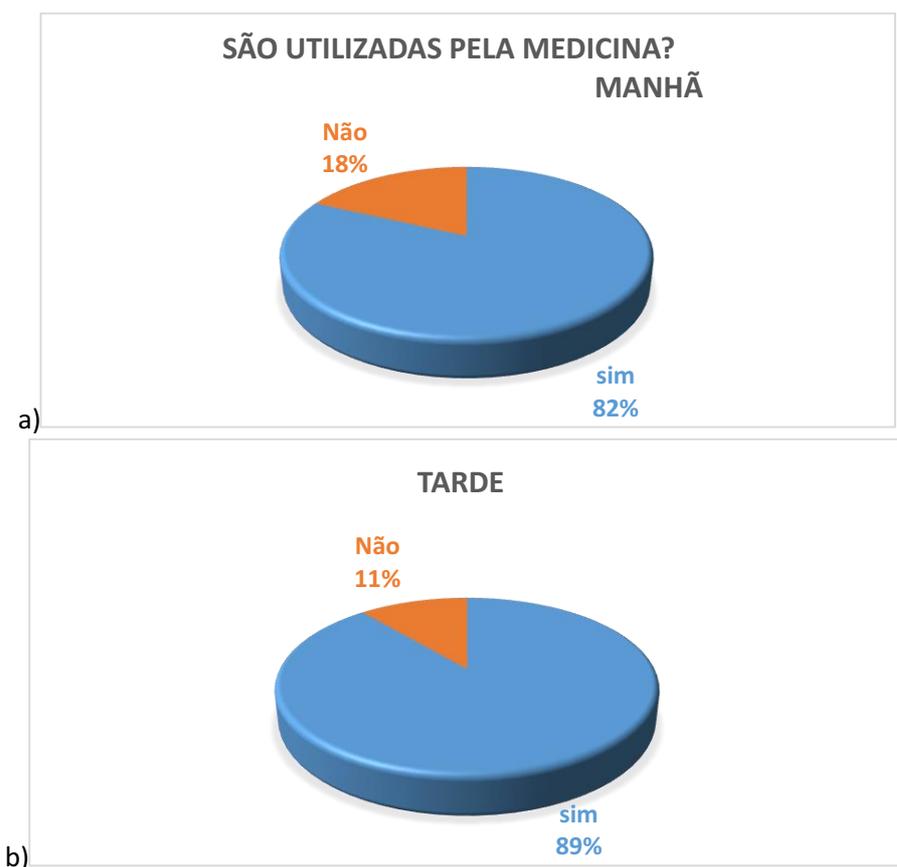


Figura 19: Opinião dos estudantes quanto ao uso das radiações pela medicina. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos que a maioria dos estudantes, de ambos os turnos, acreditam que elas sejam utilizadas pela medicina, embora a maioria deles não soubesse citar exemplos de radiações eletromagnética.

O próximo questionamento busca identificar a consciência ou não de já terem sido expostos a algum tipo de radiação. O resultado é apresentado na figura 21.

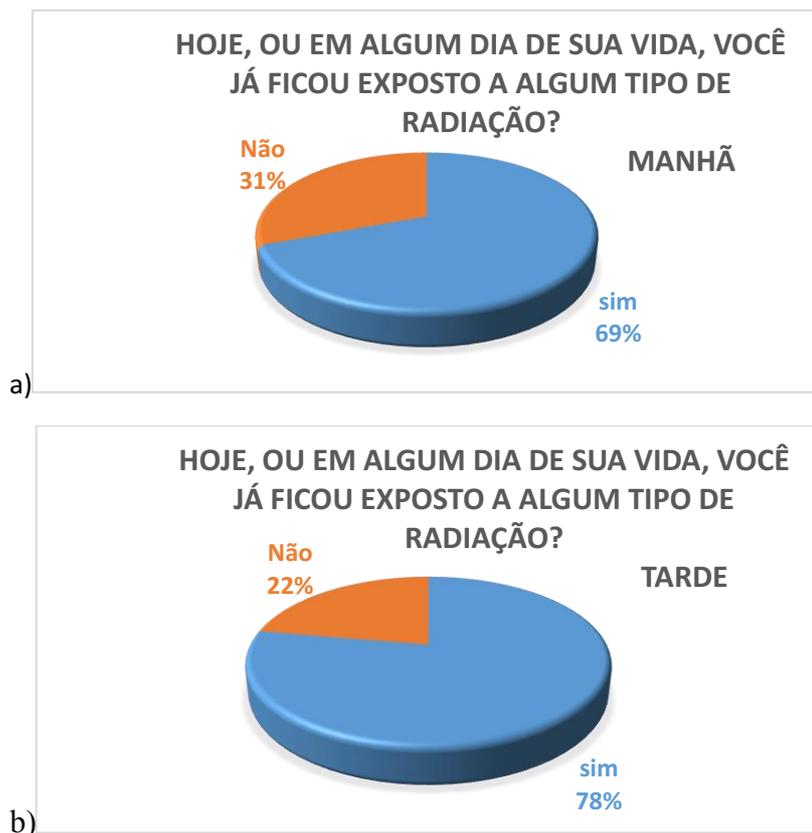


Figura 20: Você já expos ou se expõe a radiação? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Fica claro que há uma quantidade significativa de estudantes que não percebem a presença das radiações eletromagnética a eventos cotidianos. Foi pedido, no caso de uma resposta afirmativa a este questionamento, que dissessem quais radiações eles já foram expostos. Suas respostas estão expostas na figura 22.



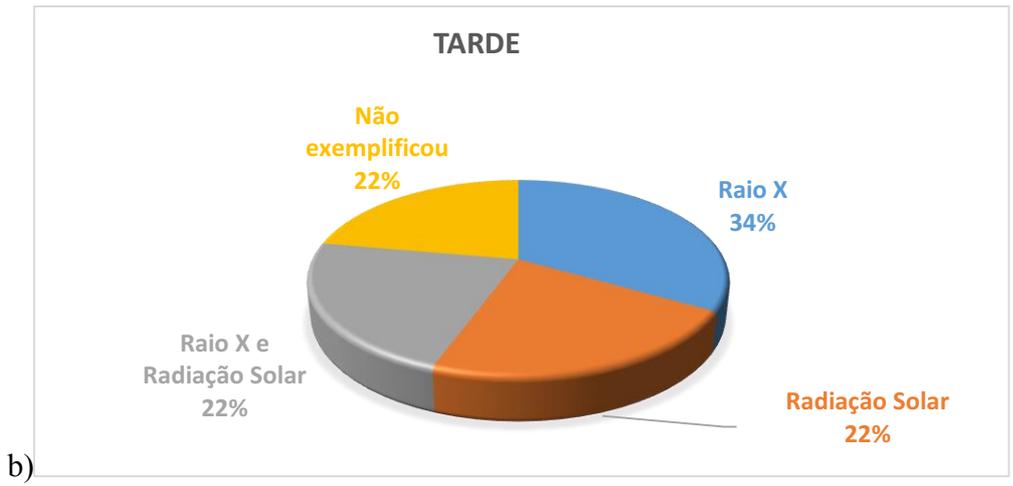


Figura 21: Exposição à Radiação, exemplos dados pelos estudantes. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos uma clareza e coerência nos exemplos citados pelos estudantes que responderam o questionamento anterior afirmativamente, em ambos os turnos.

Nas próximas questões objetivo perceber se os estudantes relacionam calor, temperatura com as radiações eletromagnética. O primeiro questionamento neste sentido, tem seu resultado apresentado na figura 23.



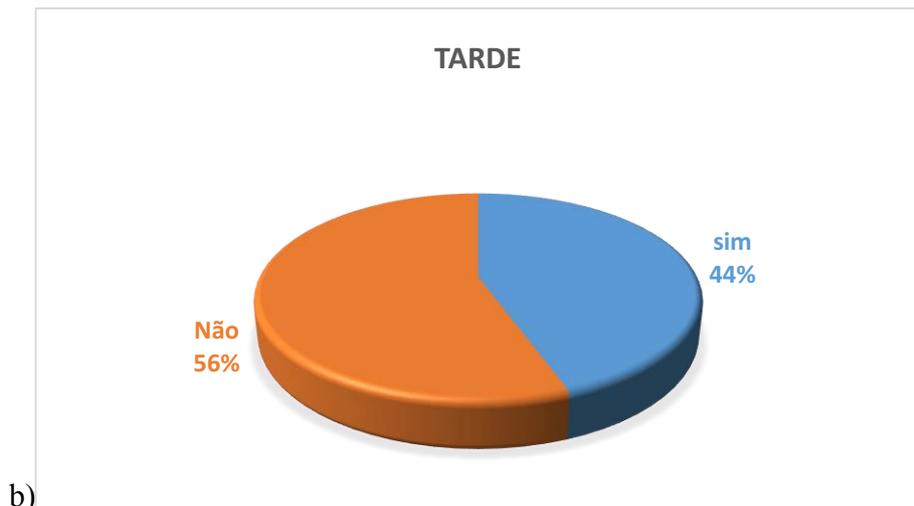


Figura 22: Possibilidade de ligação entre os conceitos de temperatura e as radiações. a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos que a maioria dos estudantes de ambos os turnos não faz qualquer relação entre os conceitos de temperatura e as radiações eletromagnética. Para aqueles que responderam que havia relação entre os conceitos foi perguntado qual relação, e em ambos os turnos nenhum estudante respondeu qual seria a possível relação entre os conceitos. A partir da análise da possibilidade de relações entre conceitos é que as respostas dos estudantes, passaram a se diferenciar entre os turnos de estudo, contrariando as minhas previsões, pois acreditei que essa diferença de opinião iria se mostrar clara desde o início da pesquisa.

Então questionei a possibilidade de relação entre o conceito de calor e as Radiações eletromagnética e suas respostas estão apresentadas na figura 24.



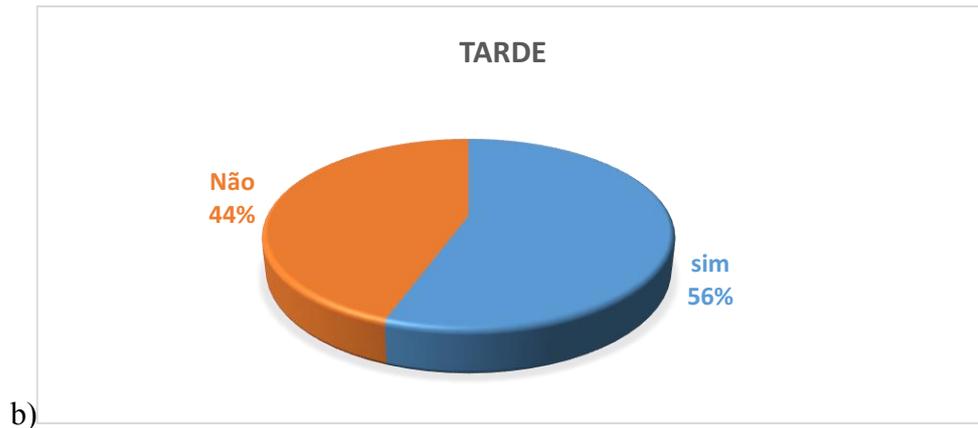


Figura 23: Há relação entre os conceitos de calor e as radiações eletromagnética? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Aos estudantes que responderam que havia relação entre os conceitos de calor e as radiações eletromagnética foi perguntado qual seria esta relação e em ambos os turnos eles não responderam ou relacionaram os conceitos o que evidencia que a resposta afirmativa ao questionamento foi intuitiva sem realmente fazerem uma relação concreta entre os conceitos.

Encerrando este levantamento os questioneei quanto a possibilidade de relação entre os conceitos de calor e de temperatura, suas respostas estão apresentadas na figura 25.



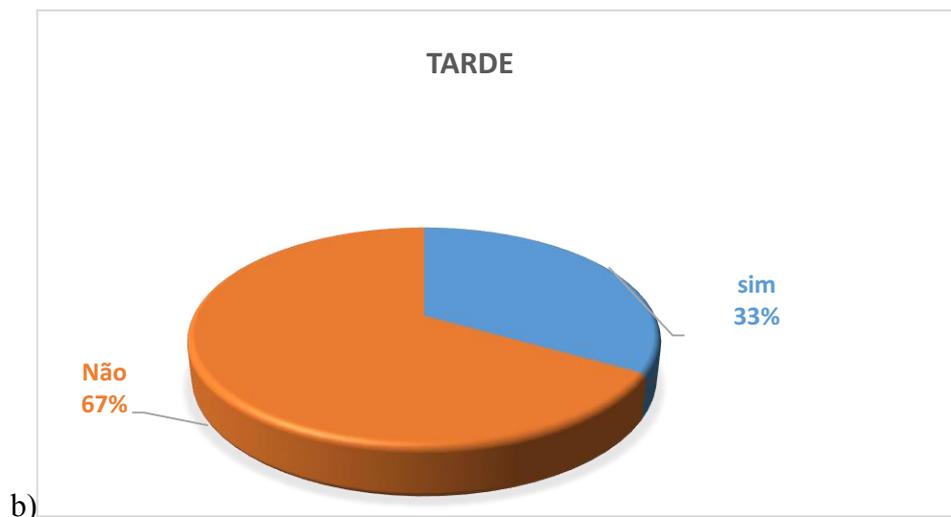


Figura 24: Calor e Temperatura tem mesmo significado teórico? a) estudantes do turno da manhã b) estudantes do turno da tarde

Percebemos que não são tão poucos assim os estudantes que pensam que calor e temperatura tem mesmo significado teórico e objetivo que ao final da aplicação desta SD todos os estudantes tenham se apropriado do conhecimento teórico que diferencia essas duas grandezas Físicas distintas. Essa foi uma questão muito problematizada e debatida durante a semana de implementação.

Esta análise foi feita na segunda à noite, dia 22 de janeiro, sem o intuito de quantificar ou qualificar e corrigir as respostas dadas pelos estudantes, mas sim possibilitar uma visão geral e organizada, com o objetivo de explorar e problematizar os temas envolvidos nessa SD abordando sempre os conhecimentos prévios dos estudantes, nos encontros seguintes.

Após a aplicação deste questionário, ainda no auditório, teve início a palestra ministrada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Dytz intitulada “Radiações Ionizantes: Riscos e Benefícios”.

Entre muitos assuntos apresentados pela Prof<sup>a</sup>. Aline, durante a palestra, figura 26, destacarei aqueles momentos de maior participação dos estudantes, entre eles, as fontes de pequena atividade e isentas dos requisitos de proteção radiológica (fontes seladas com atividade menos que  $1\mu\text{Ci}$ ) que continham alguma quantidade de material radioativo e o detector Geiger Müller levado pela professora, ilustrados na figura 27, para que os estudantes pudessem conhecer o detector e visualizar a detecção da radiação presente nas amostras. Os estudantes se mostraram envolvidos pelo tema. Notava-se a total atenção deles durante as falas da professora. Como muitos queriam perguntar e participar durante a palestra ficou determinado que após o

término da mesma iria se abrir um tempo para questionamentos e logo após iríamos iniciar um debate. As amostras circularam pelos estudantes para que todos pudessem olhar.



Figura 25: Fontes radioativas com atividades inferiores a 1  $\mu\text{Ci}$  e Medidor Geiger Müller.



Figura 26: Prof<sup>a</sup>. Aline ministrando a palestra para os estudantes do turno da tarde.

Após, saliento o momento em que a professora mostra para eles o símbolo internacional, que alerta a presença de radiação, foi impactante constatar que a maioria dos estudantes de ambos os turnos não tinha conhecimento deste símbolo.

Dos tópicos questionados e debatidos ao final da palestra, saliento pelo turno da manhã: energia; Hiroshima e Nagasaki; Chernobyl; acidente de Goiânia; efeitos biológicos; meia vida; aplicações das radiações; conservação de alimentos; irradiação/ contaminação; aplicações na medicina; radiologia medica e odontológica; radioterapia; medicina nuclear. A participação da Prof<sup>a</sup>. Quenie Castro de Biologia contribuiu nas considerações sobre efeitos biológicos e conservação dos alimentos. A Prof<sup>a</sup>. Angela Dantas discutiu a ionização sob o olhar detalhado da Química. O que contribuiu no desenvolvimento da atividade enriquecendo assim

a vivência dos estudantes, propiciando assim condições para que houvesse um aprendizado significativo dos conceitos abordados.

No turno da tarde, saliento: energia; usina termonuclear de Angra 1 e 2; produção de lixo radioativo; acidente em Fukushima ocorrido em 2011 devido ao terremoto; eles discutiram durante o debate sobre as bombas atômicas, possibilidade de uma guerra nuclear e o destino do planeta.

Este primeiro encontro foi muito produtivo e acredito que tenha causado uma desacomodação nas concepções prévias apresentadas pelos estudantes no questionário aplicado, atingindo assim o objetivo principal desta palestra, indo ao encontro das proposições de Smith e Anderson:

Os Professores devem coletar os conceitos dos estudantes; fornecer uma base relevante de observações e experimentação; desafiar as concepções espontâneas dos estudantes com questões apropriadas que ajudem o estudante a entender a maior força e utilidade da nova concepção. (Smith e Anderson, 1983 apud Carvalho, 1989, p.60)

Segundo Freire (2011, p.120) respeitar a leitura de mundo do estudante, não significa concordar com ela nem tão pouco impor a sua. Tão pouco é um jogo tático utilizado pelo educador procurando ser simpático ao educando. É a maneira correta que tem o educador de tentar superar a visão ingênua e transforma-la em visão crítica do mundo e seus fenômenos. Assim, causando uma mudança no olhar de cada estudante.

Ao preparar os questionamentos feitos aos estudantes, me questionei quanto a sua obviedade, porém ao fazer as análises de suas respostas, percebi que não é insignificante a parcela de estudantes que não tem um conhecimento sobre este tema de tamanha importância em suas vidas e na vida em sociedade. Fica evidenciado assim a importância de abordagens como está na formação para a cidadania, pois muitos deles relataram durante o debate que já haviam feito exames radiológicos sem proteção, direito este do cidadão, que só poderá ser exigido se o mesmo possuir conhecimento sobre o assunto.

Mostrando também que, apesar de termos receio em desenvolver conceitos específicos partindo de temas gerais e abrangentes, não é algo tão difícil assim, e os estudantes são capazes de compreender o fenômeno de forma geral e a partir do desse geral chegar ao entendimento das competências específicas ligadas ao tema alcançando os objetivos aos quais este primeiro encontro se propôs.

#### 4.2.2 Segundo Encontro: Aula expositiva / dialógica

No dia 23 de janeiro, no turno da manhã, as turmas 201,202 e 203 com 20 estudantes em média e as turmas dos cursos técnicos integrado 521, 621 e 622, que possuem em média 10 alunos cada, foram levadas ao escritório modelo da escola que é um espaço amplo e recebeu os 90 estudantes que participaram do segundo dia de implementação dessa SD. No mesmo dia, no turno da tarde, repeti esta ação com os estudantes das turmas 205, 206 e 207 com em média 20 estudantes, totalizando 60 estudantes, mostrados na figura 28 (turmas da manhã) e na figura 29 (turmas da tarde).

Foram necessários 10 minutos para que todos se acomodassem no escritório modelo, logo após foi entregue o material impresso com imagens que consta no apêndice 3 Plano de Aula 2, contendo 10 figuras, com o objetivo de contextualizar os temas temperatura e calor. Neste material os estudantes fizeram associação dos conteúdos ministrados de forma dialógica e expositiva as figuras que eles entenderam estarem associadas aos conceitos apresentados pela professora.

Novamente este encontro foi um encontro interdisciplinar com a participação das professoras Quenie e Angela, que enriqueceram a abordagem dos temas temperatura, calor e seus processos de transferências.



Figura 27:Aula dialógica expositiva no escritório modelo turno da manhã

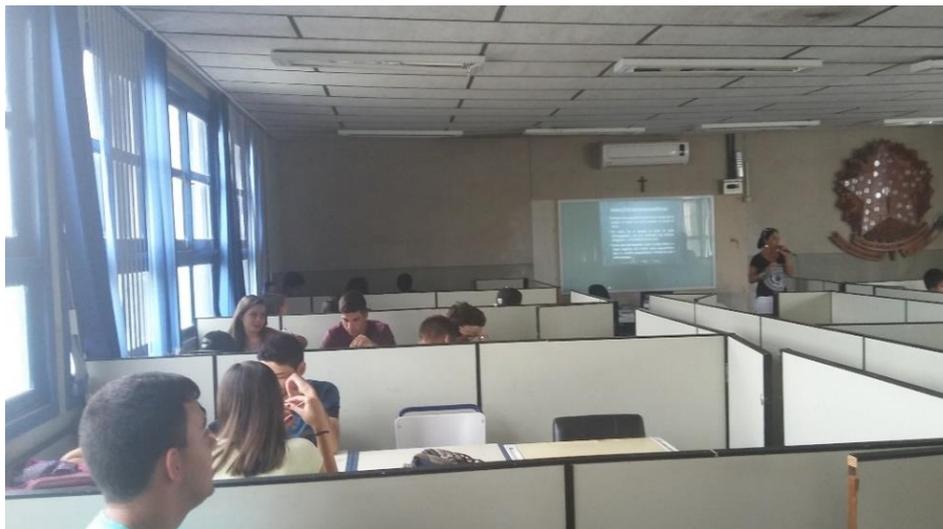


Figura 28: Aula dialógica expositiva no escritório modelo turno da tarde

Das contribuições interdisciplinares gostaria de ressaltar algumas importantes colocações das colegas, durante a definição Física da grandeza temperatura foi falado pela prof<sup>a</sup>. Quenie sobre a febre em termos fisiológicos, e sobre a função da transpiração humana. A professora também falou sobre outros mecanismos reguladores de temperatura em outros animais, como os cães, que usam a língua e os coxins das patas, as conhecidas “almofadinhas” para regularem a temperatura corporal via transpiração.

Durante a minha explicação sobre o conceito de calor a professora contribuiu falando também sobre a tosa dos pets que não deve ser feita pois o pelo é um isolante térmico natural do animal e impede tanto a perda quanto o ganho de calor. Falou também nos animais que não possuem mecanismos reguladores de temperatura e por isso precisam buscar alternativas naturais para estabilizarem a temperatura de seus corpos, esses animais são chamados pecilotérmicos como os anfíbios e répteis (animais de sangue frio) que tomam banhos de sol sobre pedras, os peixes que se colocam a diferentes níveis de profundidade nas colunas de água, de forma a encontrar a temperatura ideal, animais, no deserto, que se enterram debaixo da areia durante o dia. Construindo um viés com as colocações da colega, utilizei os exemplos dela para que estudantes realizassem análises de como em cada exemplo estava ocorrendo a transferência de calor, assim como desenvolvi o conceito de calor específico utilizando o exemplo dos animais que vivem no deserto.

Das contribuições da prof<sup>a</sup>. Angela saliento a colocação sobre a quebra Química dos alimentos que ocorre no estômago, obtendo assim energia que possibilita o controle de temperatura do nosso corpo. Este foi um momento em que a interdisciplinaridade ocorreu em

plenitude de seu conceito pois a digestão é um fenômeno fisiológico, que ocorre através de muitas reações Químicas e seu resultado é energia utilizada pelo corpo nos fenômenos físicos. Problematizei as unidades nutricionais dos alimentos que são as mesmas unidades de energia e calor. Mesmo com todo conhecimento acadêmico que possuo, seria quase impossível construir a interdisciplinaridade sem o auxílio das duas colegas da área da natureza, dessa forma a clareza e a propriedade de conceitos construíram um alicerce sólido no devido trabalho.

Na última meia hora deste encontro foi organizado um debate, mediado pelas professoras, sobre os temas abordados. Os estudantes expressaram de forma dialógica seus entendimentos e dúvidas sobre os assuntos abordados. Minha ideia inicial era de ao final da aula recolher o material produzido pelos estudantes para análise de suas produções, porém como eles sabiam que a atividade que encerrava a série dos 5 encontros iniciais desta SD era o jogo de tabuleiro com perguntas que deveriam ser respondidas por eles, pediram para ficar com o material para estudo e entregar somente no final da semana temática e assim foi feito.

Busquei nas orientações curriculares e nos documentos oficiais encontrar algum registro sobre o uso de material visual no ensino de Física e não encontrei, direcionei então a busca a artigos relacionados e encontrei apenas um que se referia ao uso de materiais audiovisuais no ensino de ciências.

Segundo Rosa (2018) em seu artigo intitulado “O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências” ressalta que o vídeo, o slide, a transparência e as figuras em geral, são representações bidimensionais de um mundo tridimensional e que devemos ter alguns cuidados ao utilizarmos estes tipos de recursos. Cuidados estes que considerei ao selecionar as imagens e ao aplica-las também. Entre eles: o nível em que as ideias são colocadas é adequado ao grupo ao qual se pretende apresentar o material visual, os exemplos apresentados são realmente significativos para aqueles estudantes, estes foram os pontos que considerei ao escolher o grupo de imagens utilizadas neste segundo encontro.

Uma imagem por si só não é capaz de definir um conceito, porém uma vez tendo sido apresentado o conceito, o estudante poderá liga-lo a uma imagem que o defina de forma significativa para ele, objetivo este pretendido com a referida prática aplicada neste momento de implementação da SD.

O objetivo desta prática foi a de que as imagens assumissem o papel de organizadores prévios, pois segundo Ausubel:

Para que haja uma assimilação significativa do novo conteúdo, é necessário que exista na estrutura cognitiva um ou mais conceitos aos quais o novo conceito se ligue de forma significativa, os subsunçores. Quando este(s) conceito(s) não existe(m), uma alternativa é usar um material instrucional que estabeleça essa ponte conceitual entre o novo conceito e a estrutura cognitiva, chamado de organizador prévio. Um audiovisual é uma boa alternativa para ser usado como organizador prévio. (AUSUBEL, 1969 apud MOREIRA, 1983)

Analisando o material produzido pelos estudantes, percebi um grande número de associações dos conceitos apresentados dialogicamente as figuras, ilustradas nas figuras 30 e 31. O que mais me impressionou foi que eles foram capazes de atribuir explicações próprias e sem erros conceituais as imagens apresentadas no material entregue a eles.



Figura 29: Material de imagens / segundo encontro turno da manhã



Figura 30: Material de imagens / segundo encontro turno da tarde

As figuras que constam no apêndice 3, plano de aula 2, são coloridas porém o material recebido pelos estudantes era preto e branco devido a questão econômica de se fazer xerox colorido.

Percebemos pelas fotos acima que o turno da tarde coloriu o seu material além de ter utilizado para o objetivo proposto nesta atividade.

Buscando uma forma de analisar esta produção apresento as tabelas 2 e 3, onde após uma leitura atenta do material produzido pelos estudantes procurei organizar as associações dos conceitos as suas respectivas figuras buscando perceber os objetivos alcançados com esta atividade.

Figura	Associou apenas o conceito.	Associou e enunciou o conceito.	Não houve nenhuma associação.
2.1 condução do calor em uma barra metálica.	36%	50%	14%
2.2 correntes de convecção terra/mar.	36%	58%	6%
2.3 Fogo/ Bule/ Frigideira	20%	60%	20%
2.4 Madeira em brasa e fogo.	36%	24%	40%
2.5 Água fria e água quente	56%	40,5%	3,5%
2.6 Homem de branco e outro de preto ao sol	31%	38%	31%
2.7 Tirinha do Calórico	24%	21%	55%
2.8 Tirinha do Calvin	20,5%	45%	34,5%
2.9 Ferro de passar roupa	66,5%	26%	7,5%
2.10 Equilíbrio Térmico	15%	55,5%	29,5%

Tabela 2: Material visual produzido pelo turno da manhã

Figura	Associou apenas o conceito.	Associou e enunciou o conceito.	Não houve nenhuma associação.
2.1 condução do calor em uma barra metálica.	36%	6%	58%
2.2 correntes de convecção terra/mar.	53%	6%	41%
2.3 Fogo/ Bule/ Frigideira	6%	18%	76%
2.4 Madeira em brasa e fogo.	59%	6%	35%
2.5 Água fria e água quente	65%	23,5%	11,5%
2.6 Homem de branco e outro de preto ao sol	18%	76%	6%
2.7 Tirinha do Calórico	18%	0%	82%
2.8 Tirinha do Calvin	18%	52%	30%
2.9 Ferro de passar roupa	6%	59%	35%
2.10 Equilíbrio Térmico	47%	47%	6%

Tabela 3: Material visual produzido pelo turno da tarde

Os estudantes participaram e perguntaram durante toda a aula, mostrando-se interessados e curiosos com relação aos conceitos que foram abordados. Perguntas como: Porque os moradores de rua dormem em papelões e se cobrem com jornais? É por estarmos cedendo energia (calor) para o meio ambiente que comemos mais no inverno?

Fiz uma brincadeira com eles no final da aula onde eu ficava contando uma estória cheia de situações cotidianas onde há ocorrência de um ou mais processos de transferência de calor e eles tinham que dizer a qual(is) processo(s) de transferência de calor aquela situação estava associada. Foi divertido e gratificante ver a participação e o entusiasmo dos estudantes em querer, e na maioria das vezes conseguir, fazer análise correta do processo. Quando um deles errava os outros se preocupavam em explicar, o porquê do erro, e qual era a resposta correta da análise.

Ao analisar detalhadamente o resultado da aplicação desta prática, percebi que quando selecionei as imagens apresentadas no material ainda não tinha feito um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes, isto fica evidenciado nos resultados de interação com as imagens. Aquelas imagens que faziam parte de seus cotidianos, observamos uma interação maior com o material. O objetivo das imagens era de que elas atuassem como subsunçores e podemos ver, analisando a tabela 2 e 3, que algumas delas atingiram o objetivo a qual se propunham, outras nem tanto. As figuras onde havia uma mensagem escrita (tirinhas) a interação com a imagem foi muito menor, não houve um relacionamento dos conceitos Físicos a interpretação da mensagem expressa na tirinha, expressando assim a dificuldade que os estudantes apresentam nas atividades que envolvam interpretação e escrita. Pelo turno da tarde notamos um número expressivo de alunos que não interagiram com o material. Lastimo muito a falta de tempo para realizar uma análise detalhada desta produção que me surpreendeu positivamente ao perceber como esta prática tão óbvia e talvez simplista obteve um resultado tão autônomo e contundente.

### 4.2.3 Terceiro Encontro: Aula expositiva / dialógica

No dia 24 de janeiro, no turno da manhã, as turmas 201,202 e 203 e as turmas dos cursos técnicos integrado 521, 621 e 622 foram levadas a uma das salas de aula dos cursos técnicos que possui ar condicionado e é uma sala mais ampla, recebendo os estudantes que participaram do terceiro dia de implementação dessa SD. No mesmo dia, no turno da tarde, repeti esta ação com os estudantes das turmas 205, 206 e 207.

Foram necessários 10 minutos para que todos se acomodassem na sala de aula, logo após foi entregue o material impresso com imagens que consta no apêndice 3 Plano de Aula 3, contendo 8 figuras, com o objetivo de contextualizar os conceitos envolvidos no ensino da ondulatória. Neste material os estudantes fizeram associação dos conteúdos ministrados de forma dialógica e expositiva as figuras que eles entenderam estarem associadas aos conceitos apresentados pela professora.

Novamente este encontro, mostrado nas figuras 32 e 33, foi um encontro interdisciplinar com a participação das professoras Quenie e Angela, que enriqueceram a abordagem dos temas.



Figura 31: Terceiro encontro turno da manhã



Figura 32: Terceiro encontro turno da tarde

Das contribuições interdisciplinares deste encontro gostaria de destacar algumas colaborações das colegas. Ao definir fisicamente as grandezas frequência e período foi feito pela prof<sup>a</sup>. Quenie uma correlação com período gestacional dos animais e da frequência com a frequência dos batimentos cardíacos que são mantidas por impulsos elétricos emitidos pelo nodo sinoatrial. Ao salientarmos que a definição de um conceito é a mesma em diferentes áreas e só está sendo aplicado na análise de fenômenos distintos fazemos com que o estudante perceba a significância da aprendizagem deste conceito.

Durante a minha explicação sobre o conceito de ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas citei os exemplos som e luz respectivamente e a professora contribuiu explicando sobre a audição e a visão humana. Ao dialogar sobre o fenômeno de reflexão que no caso do som é o eco a professora contribuiu falando sobre o funcionamento do nosso cérebro e o porquê de nós só identificarmos esse fenômeno se houver um espaço de tempo de 1/10 de segundo. Ela também salientou que os morcegos são praticamente cegos e utilizam um “sonar” para voar, emitindo ondas sonoras na faixa do ultrassom e desviando obstáculos a partir da captação da reflexão destas ondas sonoras. Quando expus a faixa de frequência audível aos seres humanos a professora acrescentou faixas de frequências audíveis a outros animais, enriquecendo assim a exposição dos conceitos físicos. Ao explicar o fenômeno de reflexão das ondas foi diferenciada a reflexão especular e a reflexão difusa bem como as duas leis da reflexão. Ao explicar o fenômeno da dispersão da luz branca e o porquê de visualizarmos as cores a professora Quenie dialogou com os estudantes sobre a nossa visão e também sobre a visão dos cães e as cores que eles visualizam e o porquê. Foi questionado pelos estudantes a questão do daltonismo e se essa era uma anomalia genética, assunto este decorrido pela colega. Ao dialogar com os estudantes sobre o fenômeno da dispersão da luz branca fiz demonstração

do fenômeno utilizando dois prismas que circularam pela sala, para que eles interagissem, os estudantes olharam os colegas através dele, fizeram selfies utilizando o prisma na frente da câmera de seus celulares, como mostra a figura 34.



Figura 33: Foto com prisma na lente / Reflexão, refração e dispersão

A foto à cima mostra os fenômenos de reflexão, refração e dispersão da luz branca, demonstração feita em sala de aula durante desenvolvimento teórico destes conceitos.

Uma das alunas do turno da tarde escreveu a seguinte mensagem no material visual produzido neste encontro: “Gostei muito da aula, prefiro e aprendo melhor com este tipo de aula. O que eu mais gostei foi da pedra (prisma) porque eu sempre vi só quatro cores no arco-íris e na aula eu descobri que eram sete e pude vê-las através da pedra.”

Durante a explicação do fenômeno ondulatório da refração fiz a demonstração da ilusão de ótica causada pelo desvio da luz ao passar de um meio menos refringente para um meio mais refringente, que pode ser observado na figura 35.



Figura 34: Refração da luz ao trocar de meio com diferentes índices de refração

Durante as explicações teóricas a prof<sup>a</sup>. Angela contribuiu explicando a polaridade da molécula da água e o porquê da elevação da temperatura dos alimentos ao interagirem com as ondas eletromagnéticas na faixa de frequência do micro-ondas, energia cinética das moléculas. Usei esta discussão para problematizar a questão de ser o micro-ondas uma fonte ou não de calor.

Ao discorrer sobre a diferenciação entre radiações ionizantes e não ionizantes a colega Angela explicou o que é e como ocorre a ionização de elementos químicos facilitando a compreensão dos estudantes deste fenômeno.

Antes de dar início ao debate do dia, fiz novamente a brincadeira contando outra história cheia de situações cotidianas onde as ondas eletromagnéticas estavam presentes e desta vez eles tinham que dizer a qual onda do espectro eletromagnético o fenômeno estava associado. Foi divertido e gratificante ver a participação, inclusive das colegas, e o entusiasmo dos estudantes em querer, e na maioria das vezes conseguir, fazer análise correta do processo. Quando um deles errava os outros se preocupavam em explicar, o porquê do erro, e qual era a resposta correta da análise.

Na última meia hora deste encontro foi organizado um debate, mediado pelas professoras, sobre os temas abordados. Os estudantes expressaram de forma dialógica seus entendimentos e questionamentos sobre os assuntos abordados. O material produzido neste só foi entregue pelos estudantes ao final do quinto encontro dessa SD.

Busquei nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio registros sobre a realização de debates no ensino de Física e encontrei o seguinte registro: “uma estratégia que desperta o interesse dos alunos [...] é debate em sala de aula, individual ou em grupos.”

Como estratégia para abordagens dos temas saliento a seguinte orientação dos PCN+:

O processo ensino-aprendizagem é bilateral, dinâmico e coletivo, portanto é necessário que se estabeleçam parcerias entre o professor e os alunos e dos alunos entre si. Diversas são as estratégias que propiciam a instalação de uma relação dialógica em sala de aula e, entre elas, podemos destacar algumas que, pelas características, podem ser privilegiadas no ensino de Física. (Brasil. PCN+, 2002, p. 55-57)

Dentre as estratégias sugeridas pelos PCN+, estão o lúdico, a experimentação e as atividade de pesquisa e debates, estas sugestões são feitas para o ensino da Biologia porem com minha experiência docente sei que são estratégias validas no ensino da Física e fica evidenciado neste trabalho de pesquisa a importância do desenvolvimento de práticas como essa no ensino e na aprendizagem dos conceitos físicos, principalmente quando objetivamos uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados.

Analisando o material produzido pelos estudantes, percebi um grande número de associações dos conceitos apresentados dialogicamente com as figuras, como mostrado nas figuras 36 e 37. O que mais me impressionou foi que eles foram capazes, na sua maioria, de atribuir explicações próprias e sem erros conceituais as imagens apresentadas no material entregue a eles.

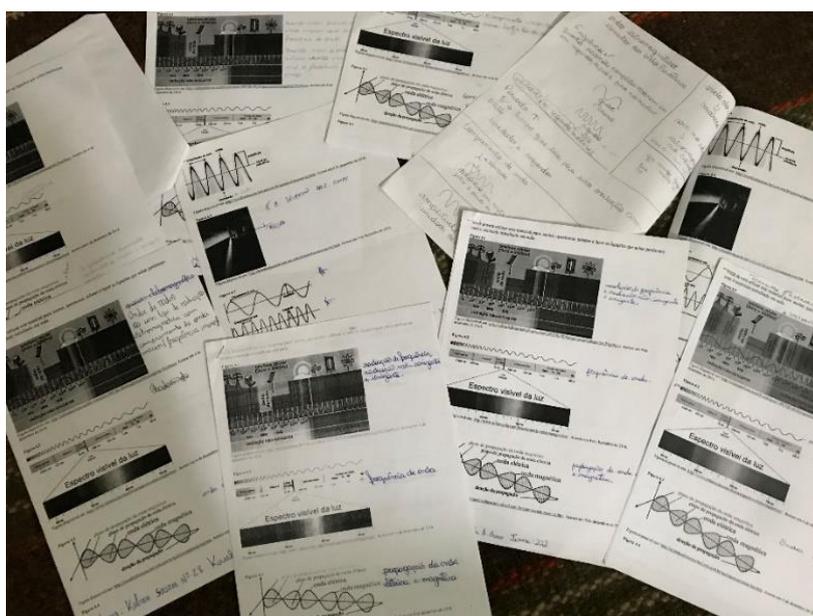


Figura 35: Material de imagens / terceiro encontro turno da manhã



Figura 36: Material de imagens / terceiro encontro turno da tarde

As figuras que constam no apêndice 3 plano de aula 3 são coloridas porem o material recebido pelos estudante era preto e branco devido a questão econômica de se fazer xerox colorido.

Percebemos pelas fotos das figuras 36 e 37, que houve uma interação maior com o material no turno da tarde, que além de ter associado os conceitos físicos as imagens também utilizaram folhas extras onde anotaram pontos que julgaram importantes durante a exposição dialógica dos conceitos abordados nesse encontro.

Buscando uma forma de analisar esta produção apresento as tabelas 4 e 5, onde após uma leitura atenta do material produzido pelos estudantes procurei, organizar as associações dos conceitos as suas respectivas figuras buscando perceber os objetivos alcançados com esta atividade.

Figura	Associou apenas o conceito.	Associou e enunciou o conceito.	Não houve nenhuma associação.
2.1 Espectro Eletromagnético.	36%	64%	0%
2.2 Espectro Visível.	28,5%	65,5%	6%
2.3 Onda eletromagnética.	21,5%	72,5%	6%
2.4 Elementos da onda periódica.	28%	72%	0%
2.5 Prisma / Dispersão.	19%	81%	0%
2.6 Antena.	16%	84%	0%
2.7 Frequências.	12,5%	87,5%	0%
2.8 Refração.	25%	69%	6%

Tabela 4: Ondas, material visual produzido pelo turno da manhã.

Figura	Associou apenas o conceito.	Associou e enunciou o conceito.	Não houve nenhuma associação.
2.1 Espectro Eletromagnético.	26,6%	66,6%	6,6%
2.2 Espectro Visível.	0%	86,7%	13,3%
2.3 Onda eletromagnética.	73,3%	20%	6,6%
2.4 Elementos da onda periódica.	0%	80%	20%
2.5 Prisma / Dispersão.	0%	86,6%	13,3%
2.6 Antena.	0%	86,6%	13,3%
2.7 Frequências.	0%	80%	20%
2.8 Refração.	0%	80%	20%

Tabela 5: Ondas, material visual produzido pelo turno da manhã.

Ao analisar detalhadamente o resultado da aplicação desta prática, percebi que houve um menor número de estudantes que não fizeram associações as imagens, e que uma maioria deles relacionou e com suas palavras enunciou o conceito Físico associado a figura, demonstrando assim um resultado melhor que do encontro anterior, isto pode ser atribuído a uma maior familiaridade dos estudantes com a atividade proposta, e fica evidenciado nos resultados de interação com as imagens apresentados nas tabelas 4 e 5. Observei também que o turno da tarde teve uma maior dificuldade a associar determinados fenômenos a suas imagens e atribuo esse resultado a diferenciação dos sujeitos desse processo, uma vez que os fenômenos e conceitos abordados neste encontro apresentam um nível de abstração maior e sua compreensão apresenta um nível de dificuldade maior que os abordados no encontro anterior.

O objetivo das imagens era de que elas atuassem como ferramenta pedagógica e como organizadores prévios objetivando a aprendizagem significativa que pode ser visualizada ao analisarmos as tabelas de resultados deste encontro, e fica mais evidente se fizermos uma análise comparativa entre os resultados dos encontros 2 e 3. Observamos uma melhoria significativa pelo turno da tarde onde houve uma redução expressiva no número de estudantes que não interagiram com o material e um número maior de estudantes que relacionou o conceito e o enunciou.

#### 4.2.4 Quarto Encontro: Mapas Conceituais

No dia 26 de janeiro, no turno da manhã, as turmas 201,202 e 203 e as turmas dos cursos técnicos integrado 521, 621 e 622 foram todas levadas ao auditório da escola que é um espaço amplo e recebeu o expressivo número de estudantes. No mesmo dia, no turno da tarde, repeti esta ação com os estudantes das turmas 205, 206 e 207.

No auditório, iniciei a aula corrigindo as questões da aula anterior e após dei início a este encontro que utiliza os mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem dos conteúdos de Física em nível médio.

Segundo Moreira (2010), podemos utilizar os mapas conceituais para dar uma visão geral do assunto estudado, sendo preferível usa-los quando os estudantes já possuem alguma familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados e de conceitos. Partindo desse pressuposto, foi desenvolvido no auditório da escola uma retomada dos conceitos físicos já trabalhados anteriormente através de mapas conceituais elaborados para este trabalho. O primeiro mapa, mostrado na figura 38, trazia o aquecimento global suas causas e consequências, o segundo mapa apresentado na figura 39 trazia apenas os conceitos de ondas eletromagnéticas e o terceiro, mostrado na figura 40, dava uma visão completa das relações entre os conceitos de calor e temperatura e também das ondas eletromagnéticas; dois conteúdos da Física trabalhados separadamente no Ensino Médio, mas intimamente conectados em seus significados.

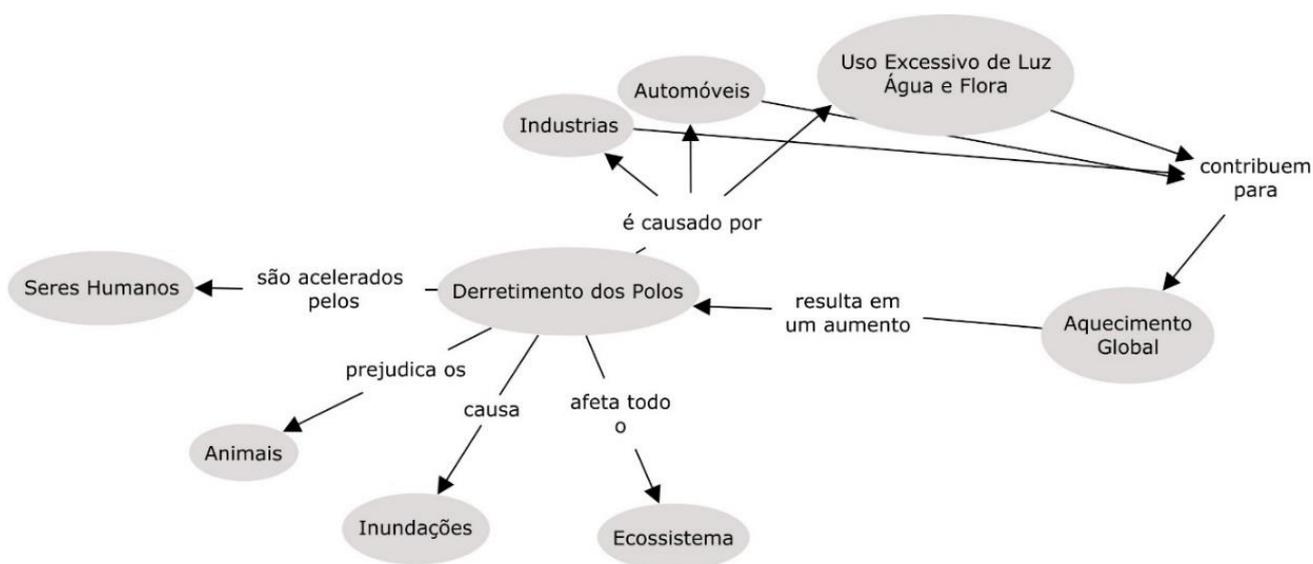


Figura 37: Mapa Conceitual Aquecimento Global Fonte: Elaborado pela autora.

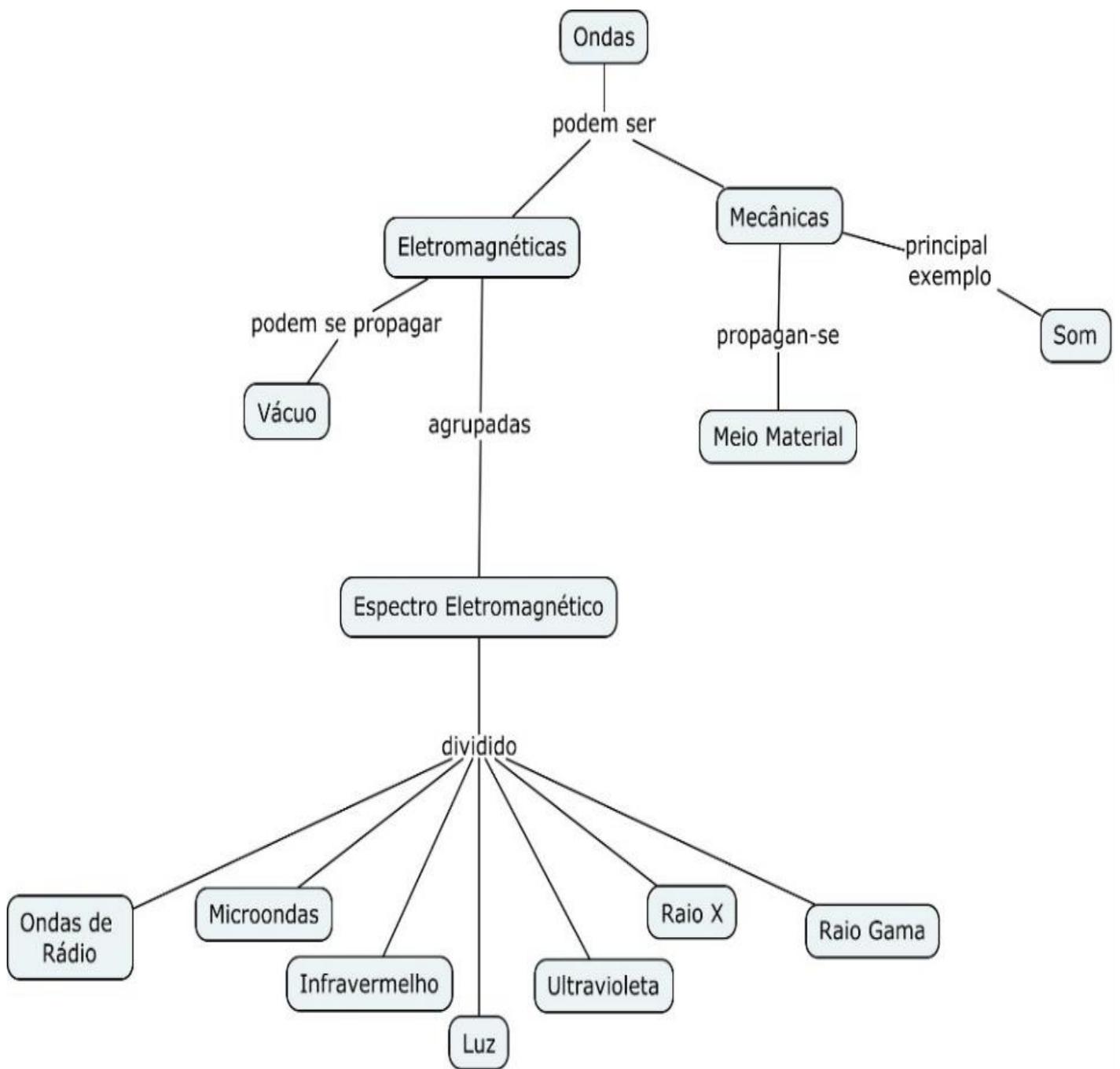


Figura 38: Mapa conceitual elaborado para este trabalho e que mostra os conceitos de ondas.  
 Fonte: Elaborado pela autora.

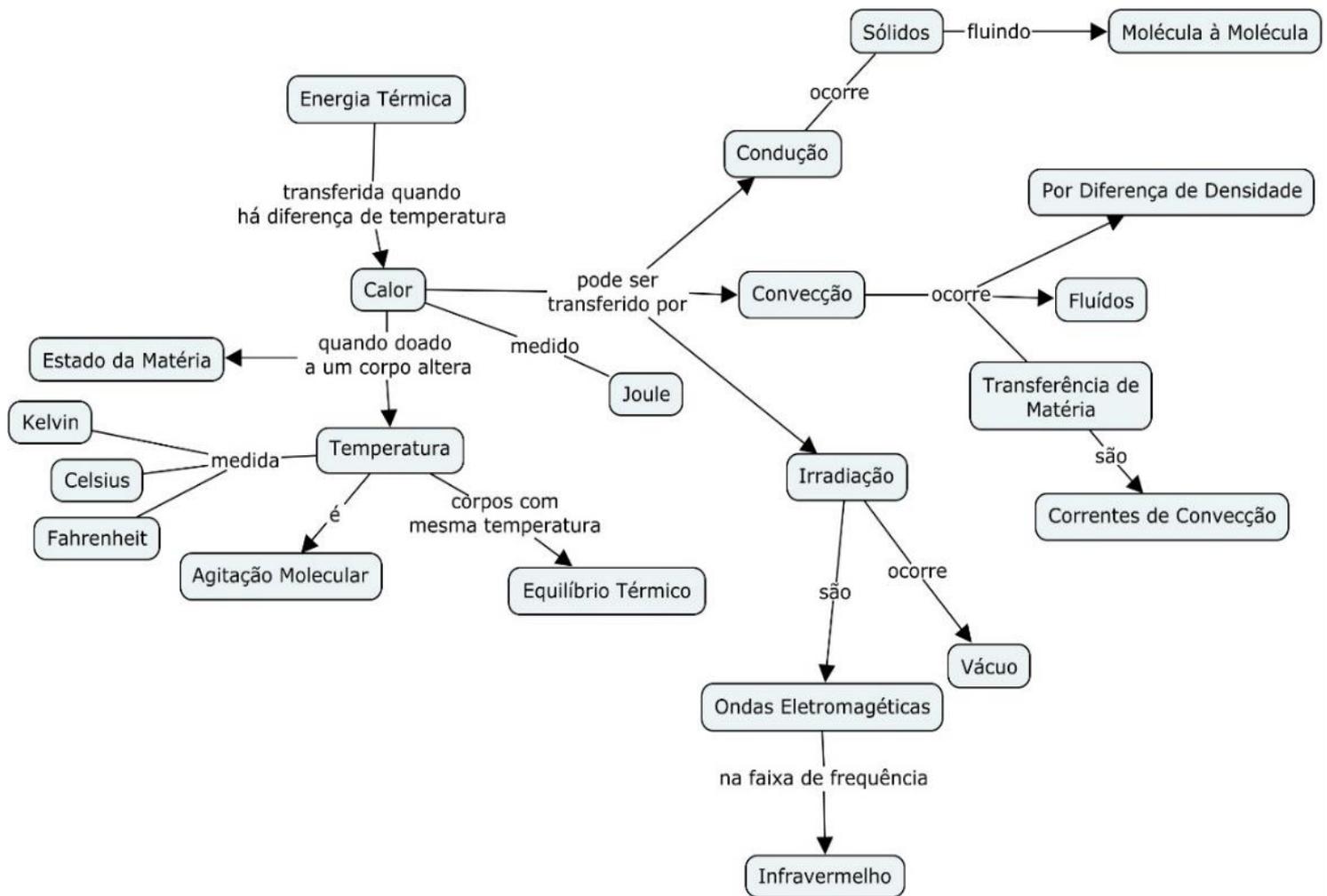


Figura 39: Mapa conceitual elaborado para este trabalho que mostra as relações entre as ondas eletromagnéticas e os conceitos de calor e temperatura.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Moreira (2010) os mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados e que são representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas, devem assim, facilitar a aprendizagem. Porém, diferentemente de outros materiais didáticos, eles não são autoinstrutivos e devem ser explicados pelo professor.

Sendo assim, após a retomada dos conteúdos em uma explicação utilizando os mapas que aparecem nas Figuras 38, 39 e 40. Os estudantes realizaram um debate sobre esses conceitos e como era um número muito grande de estudantes foram divididos em dois grupos, um grupo foi comigo para o laboratório de informática da escola e tiveram uma palestra, que pode ser visualizada no apêndice 4, sobre o que são os mapas conceituais, histórico e utilização

do CmapTools<sup>5</sup>(Cmaptools,2018), como ferramenta que possibilita e facilita o desenvolvimento dos mapas.

Em duplas ou trios, como mostra a figura 41, utilizando os computadores do laboratório, puderam então desenvolver o seu mapa conceitual de forma a estruturarem os conceitos desenvolvidos anteriormente.

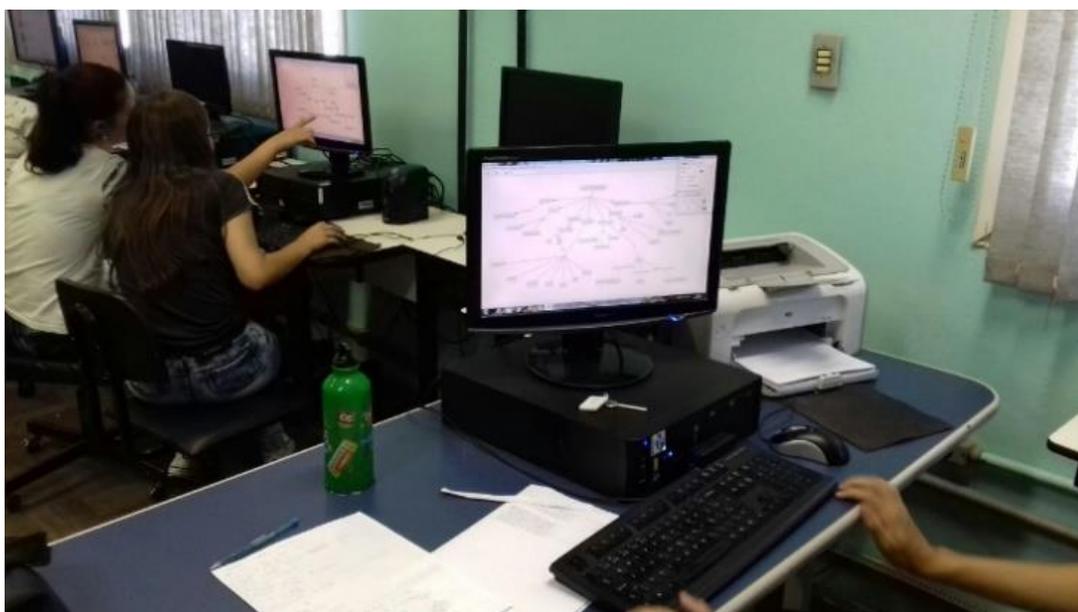


Figura 40: Duplas e trios produzindo seus mapas.

O outro grupo seguiu para um espaço aberto no pátio da escola, chamado pelos estudantes de quiosque, com a prof<sup>a</sup>. Quenie, e lá desenvolveram uma atividade onde deveriam desenhar algum momento vivenciado durante as aulas anteriores que foi marcante, algum conhecimento que foi adquirido por eles ou algo relacionado aos conceitos físicos trabalhados durante as aulas anteriores.

---

<sup>5</sup> CmapTools é uma ferramenta para elaborar esquemas conceituais e representá-los graficamente, ou seja, é um programa que lhe auxilia a desenhar mapas conceituais. O programa pode ser baixado gratuitamente da internet a partir de um destes links: <http://cmaptools.softonic.com.br/> – ativador de download, <http://cmap.ihmc.us/download/> – site oficial do programa. É necessário o cadastro no site.



Figura 41: Estudantes desenhando no quiosque da escola.

Infelizmente esse não foi um encontro interdisciplinar pois eu e a prof.<sup>a</sup> Quenie estávamos em espaços diferentes e a prof<sup>a</sup> Angela não pode comparecer a este encontro por motivos de saúde.

Foram necessários 30 minutos para realizar a correção das questões, a revisão dos conteúdos utilizando os mapas conceituais, a divisão do grupo e para que todos se encaminhassem aos espaços destinados e lá se acomodassem.

Este encontro teve por objetivos possibilitar aos estudantes a compreensão de um mapa conceitual, compreender e utilizar o programa CmapTools, formular seus próprios mapas e finalmente expressar a sua estruturação e correlação dos conceitos físicos trabalhados.

A atividade de desenho proposta aos estudantes teve como objetivo identificar os pontos de maior significância para cada um, dos vários momentos da implementação desta SD. Considerando a grande dificuldade dos estudantes na interpretação das questões e problemas de Física, vislumbro no estímulo ao desenho uma ferramenta importante no auxílio interpretativo dos fenômenos físicos estudados.





Figura 44: Produção visual dos estudantes do turno da tarde.

Podemos perceber que, na maioria da produção de ambos os turnos, houve além do desenvolvimento do desenho uma associação escrita aos conceitos físicos trabalhados. Em um primeiro momento houve uma grande resistência por parte dos estudantes a atividade proposta, pois acredito que eles não vislumbravam objetivos na atividade. Muitos disseram: “aula de artes agora”. Mas ao iniciarem a atividade perceberam que havia a necessidade de reflexão sobre os conceitos trabalhados para que pudessem criar seu desenho. A prof<sup>a</sup>. Quenie, que foi quem os acompanhou, relatou que muitos falaram: como é difícil isso; não sei o que desenhar; lembro de tantos momentos, mas não consigo expressá-los com desenho.

Atividades como esta que desacomoda o estudante, que instiga o pensamento e o desenvolvimento de outras capacidades são enriquecedoras, jamais teria pensado em propor este tipo de atividade, não fosse esta a maneira que eu encontrei de solucionar o problema espaço versus número de estudantes e resultou em trabalhos muito bons que estimularam a criatividade dos estudantes além de estimular a associação do conceito físico a um evento visual cotidiano.

Paralelamente a esta atividade o outro grupo de estudantes que estava comigo no laboratório de informática desenvolvia seus mapas conceituais, apresentando em sua grande maioria uma facilidade em operar o programa CmapTools, característica desta geração que opera muito bem as tecnologias. Um dos estudantes de um grupo disse: “Professora, adorei esse programa, posso desenvolver mapas para estudar todas as matérias, até para acompanhar

o campeonato brasileiro de futebol”. Demonstrando que eles realmente gostaram da atividade e se apropriaram da técnica de desenvolver mapas conceituais utilizando o programa CmapTools.

Os estudantes além de demonstrarem muito entusiasmo e prazer ao operarem o programa, em sua maioria produziram mapas conceituais que envolviam não só os temas mais gerais e abrangente como também utilizavam palavras que definiam as relações entre os conceitos até chegarem aos conceitos secundários ou mais específicos. Como resultado desta metodologia de aprendizagem significativa verificou-se que os mapas conceituais são eficientes como proposta diferenciada no processo avaliativo, confirmando a fala Moreira:

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo ponto de vista do aluno. (Moreira, 2010, P.17)

Apresento agora alguns dos mapas conceituais produzidos pelos estudantes, uma vez que quantificar ou classificar essa produção seria uma tarefa muito difícil, pois eles diferem muito entre si, e também porque através deles visualizamos as conexões e relações entre os conceitos físicos estudados de uma forma muito particular, atribuída por cada sujeito envolvido neste processo de ensino e de aprendizagem, confirmando a fala de Moreira:

O professor deve, verdadeiramente, atuar como mediador da construção dos alunos. Sua postura deve ser, de fato, construtivista. Sua participação não deve ser no sentido de verificar se o mapa está “certo ou errado. Isso é comportamentalismo, não construtivismo. Naturalmente, alguns mapas conceituais sairão muito pobres e poderão conter relações não aceitas no contexto da matéria de ensino, mas isso significa que podem ser melhorados, que devem sofrer modificações (sempre “negociadas”), não que estejam errados. (Moreira, 2010, p. 55)

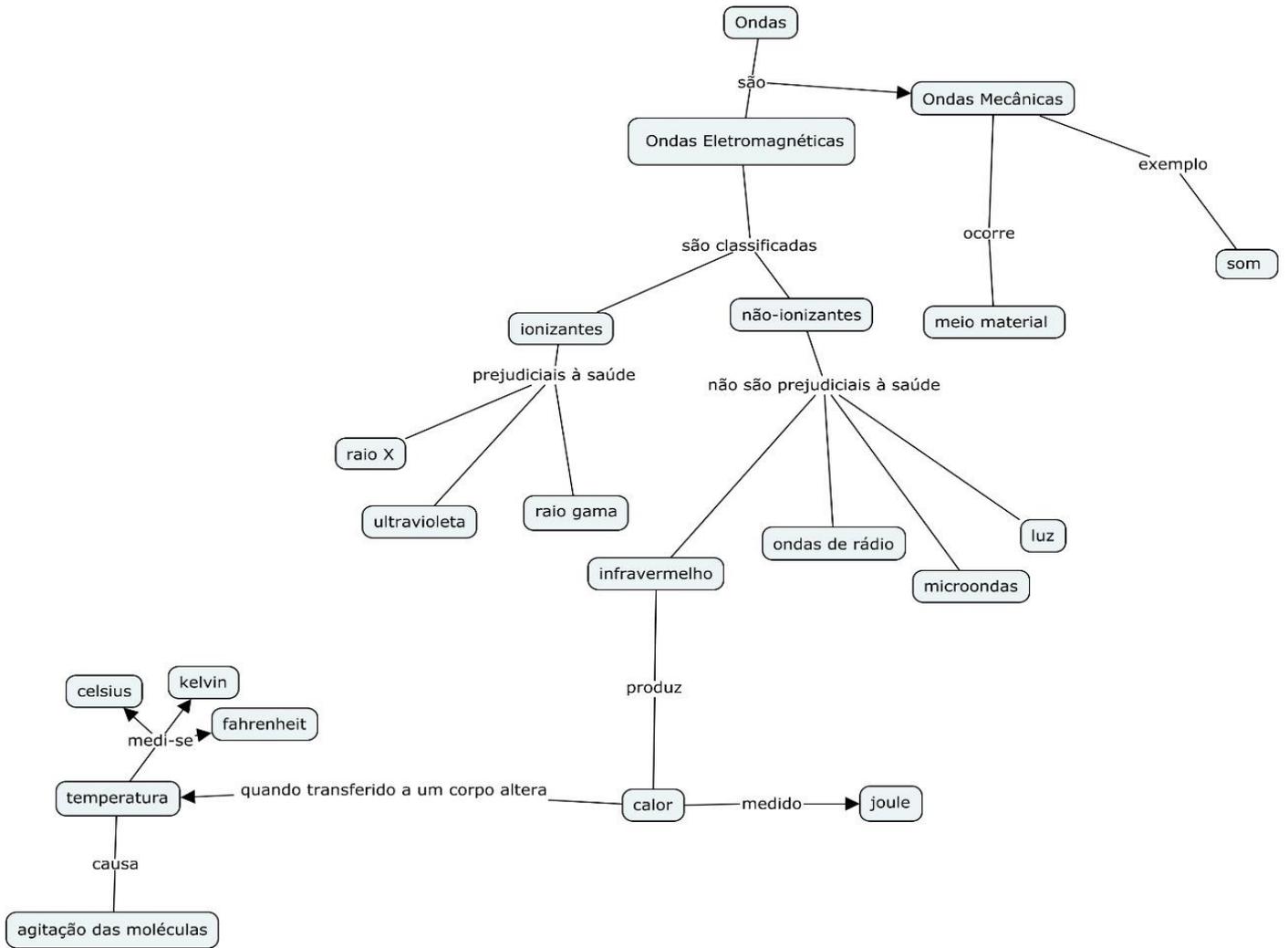


Figura 45: Mapa 1 produzido pelos estudantes

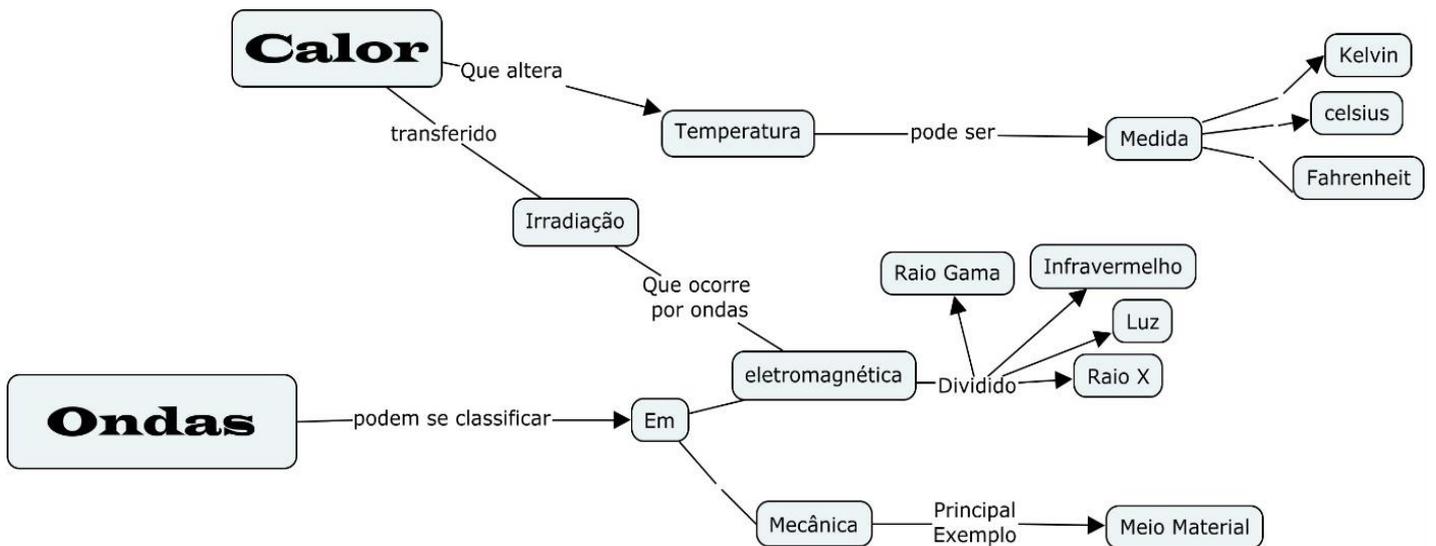


Figura 46: Mapa 2 produzido pelos estudantes

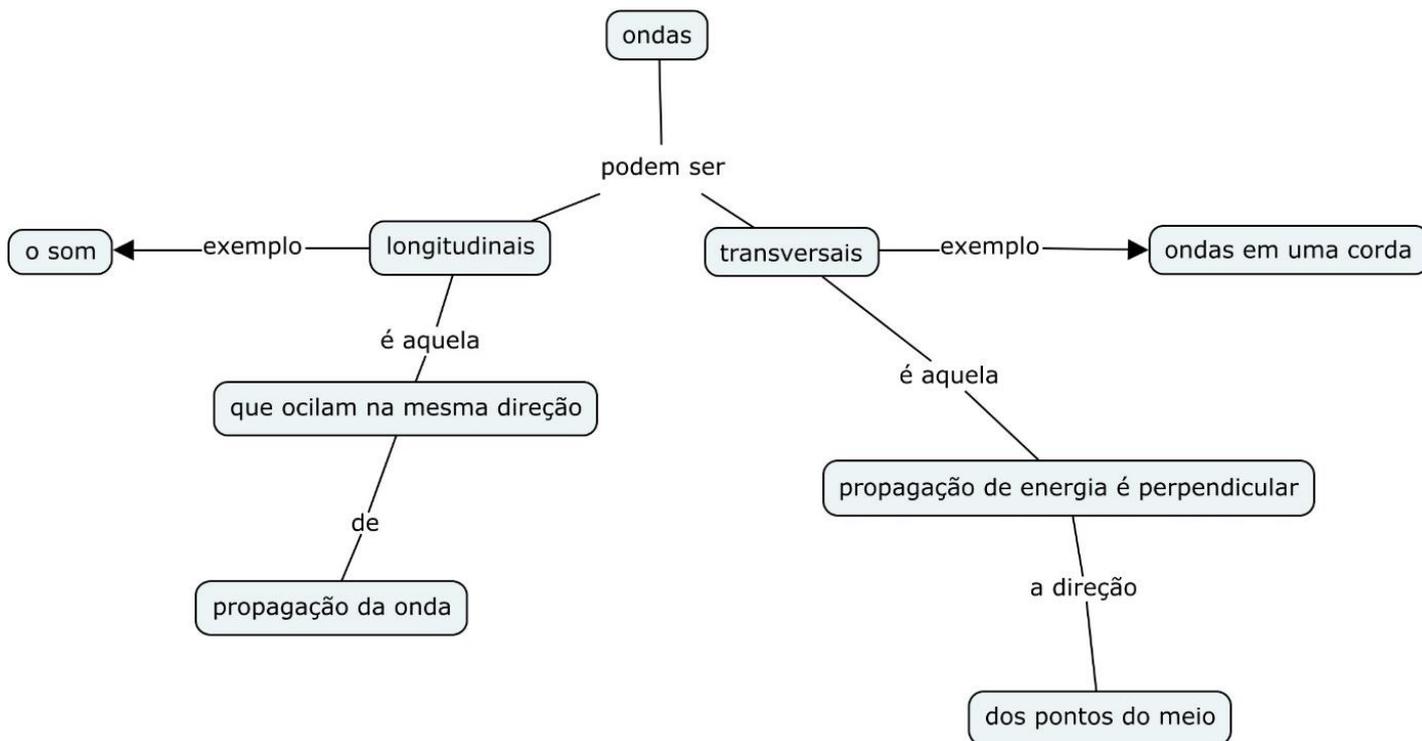


Figura 47: Mapa 3 produzido pelos estudantes

As figuras 46, 47 e 48 mostram exemplos dos mapas produzidos pelos estudantes, separei aqui três exemplos bem distintos de como os estudantes estruturam os conceitos, da importância atribuída por eles ao vasto leque de conceitos físicos desenvolvidos nessa SD. Houve produção de mapas mais bem estruturados que abrangiam um maior número de conceitos e uma correlação maior entre eles, outros mapas produzidos neste encontro podem ser visualizados pelo leitor nos anexos desta dissertação. Mas vejo que os objetivos desta atividade foram alcançados, e a produção dos estudantes foi muito boa levando em consideração de que a maioria deles nunca havia se quer ouvido falar em um mapa conceitual. Confirmando assim a fala de Moreira:

Seguramente, os mapas dos diferentes grupos serão diferentes, uns serão mais elaborados do que outros, mas é também quase certo que conterão aspectos comuns. O professor deverá trabalhar essa diversidade e ir acostumando aos alunos a aceitá-la. Os alunos estão muito acostumados ao “certo e ao errado”, mas os mapas conceituais vão por outro caminho. É preciso leva-los a confiar em seus mapas não porque estejam certos, mas porque são construções suas que podem ser melhoradas, reformuladas, enriquecidas à medida que aprendem significativamente. (Moreira, 2010, p. 56)

Esta atividade durou um tempo maior, 3 horas relógio, cada grupo teve 1 hora para produção artística e 1 hora para desenvolver os mapas conceituais. Enquanto um grupo estava no quiosque o outro estava no laboratório, passado uma hora, os grupos trocaram de atividade.

Atividades como essa, quando bem estruturadas, vão ao encontro das discussões atuais sobre qual Física queremos ensinar, saindo do padrão tradicional da Física das fórmulas sem compreensão e nos aproximando da Física que forma cidadãos aptos a pensar e analisar o seu papel na sociedade, bem como o papel da ciência na evolução desta, mostrando assim que Física também é cultura.

Apesar de ter sido um trabalho inquietante e nada fácil de desenvolver, foi muito significativo para os estudantes e gerou um material importante a ser avaliado em função dos relatos de seus envolvimento e percepções de forma motivadora. Os mapas conceituais produzidos pelos estudantes mostraram a estruturação dos conceitos trabalhados possibilitando identificar possíveis associações errôneas e demonstrando a sua compreensão dos conteúdos trabalhados. Este trabalho gerou um novo debate quando pedido, na última meia hora de aula, para que os autores explicassem seus mapas ao restante da turma. Os resultados obtidos mostraram que o uso de mapas conceituais se mostrou uma ferramenta pedagógica e avaliativa muito eficiente e inovadora, quando utilizada de forma consciente e comprometida por nós educadores. Eles foram utilizados nessa SD como avaliação formativa e recursiva que é, ao mesmo tempo, um mecanismo de ensino e de aprendizagem. Essa ferramenta facilitou a compreensão de que a Física não é uma ciência compartimentada, cada conceito ensinado por nós é parte que possibilita o entendimento do todo, assim ficou demonstrado por este trabalho que apesar de ser mais difícil para o educador este tipo de abordagem é facilitadora da compreensão por parte do estudante do fenômeno físico como um todo. “Mapas conceituais são instrumentos de aprendizagem de conceitos. O importante é o processo de construí-los, não o resultado final”. (Moreira, 2010, p. 56)

#### **4.2.5 Quinto Encontro: O lúdico no ensino de Física**

No dia 27 de janeiro, no turno da manhã, as turmas 201,202 e 203 e as turmas dos cursos técnicos integrado 521, 621 e 622, foram levadas ao auditório da escola que é um espaço amplo e recebeu os estudantes que participaram do quinto dia de implementação dessa SD. No mesmo dia, no turno da tarde, repeti esta ação com os estudantes das turmas 205, 206 e 207. Este não foi um encontro interdisciplinar, pois ambas as colegas estavam afastadas por motivos de saúde, muitos estudantes faltaram nesta sexta feira, o que acabou facilitando a aplicação desta prática, pois sozinha o desenvolvimento da prática com um número tão expressivo de estudantes seria uma tarefa bastante difícil e desgastante.

No auditório, quando comecei a explicar a atividade lúdica, os estudantes pediram para que fosse feito um debate sobre os conteúdos trabalhados, de maneira que eles revisassem e retirassem possíveis dúvidas ou entendimentos errôneos, pois sabiam que, no jogo que era a atividade proposta deste encontro, eles teriam que responder perguntas oralmente.

Assim fizemos o debate que durou trinta minutos e logo após expliquei que iríamos jogar um jogo no pátio da escola, que este jogo possuía regras, e as expliquei. A descrição completa do jogo e suas regras encontra-se no apêndice 4, plano de aula 6. Trata-se de um jogo de tabuleiro, grande o suficiente para que os estudantes, representantes de cada grupo, fossem os peões do jogo, podendo caminhar pelo tabuleiro conforme número sorteado no dado.

Os estudantes foram divididos em dois grandes grupos, enquanto metade deles se organizava em 4 grupos menores para jogar a outra metade respondia o questionário pós teste e produzia um relato escrito sobre sua opinião acerca das atividades propostas por essa SD.

Este jogo foi primeiramente desenvolvido por mim e por duas alunas da graduação no tempo em que fui professora supervisora no projeto Pibid, orientadas pela Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Dytz, este trabalho encontra-se publicado nos anais do V seminário institucional do Pibid, da Univates (ANAIS DO V SEMINÁRIO, 2015, p. 275), em sua versão original foi aplicado apenas utilizando perguntas sobre termodinâmica, e o tabuleiro que desenvolvemos foi feito em papel pardo, confesso que não gostei muito da funcionalidade desse primeiro tabuleiro, pois além de muito grande, o que dificultava seu transporte, por ser de papel, e a aplicação do jogo ocorrer no pátio da escola, e o vento ser uma constante em nossa cidade, dificultou sua aplicação. Tivemos que prender com pedras e pedaços de pau, para que o tabuleiro não voasse. Resolvi então criar um novo tabuleiro, que igualmente utilizasse material barato, porem fosse mais leve e de fácil transporte, mais colorido para parecer mais atrativo.

Assim criei um tapete de eva, apresentado na figura 49, na forma de um tabuleiro, possuindo vinte casas sendo a primeira a partida e a última a chegada, grande o suficiente para que os alunos fossem os peões do jogo. A turma foi dividida em quatro grupos, e cada grupo elegeu um representante que foi o seu peão no jogo.

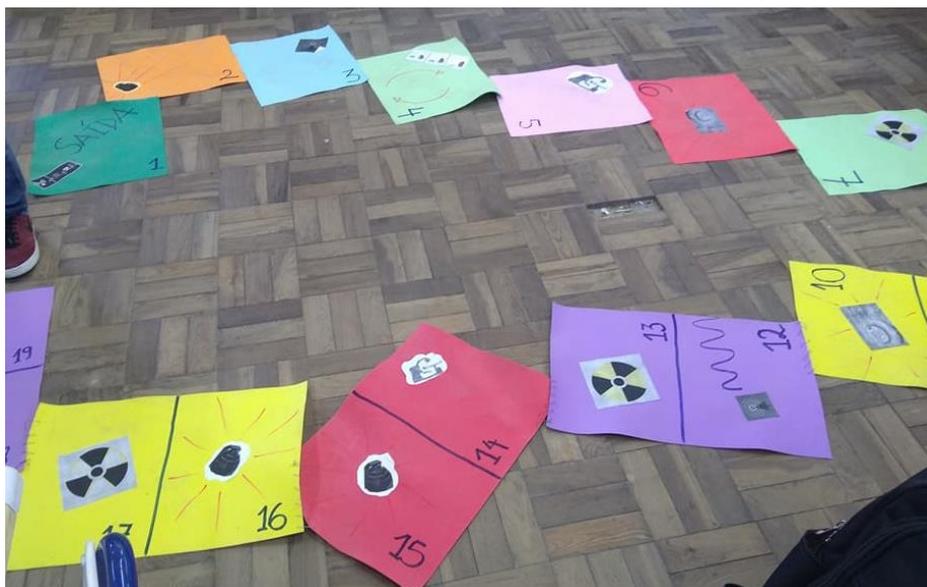


Figura 48: Tabuleiro do jogo.

Cada representante lançou o dado uma vez e assim foi decidido a ordem dos jogadores do maior ao menor número sorteado no dado. O dado, apresentado na figura 50, foi feito pela autora utilizando um cubo mágico, para que fosse suficientemente grande para que os outros participantes pudessem ver o número sorteado. O primeiro grupo a jogar lançou o dado e avançou no tabuleiro o número de casas que obteve no sorteio do dado.

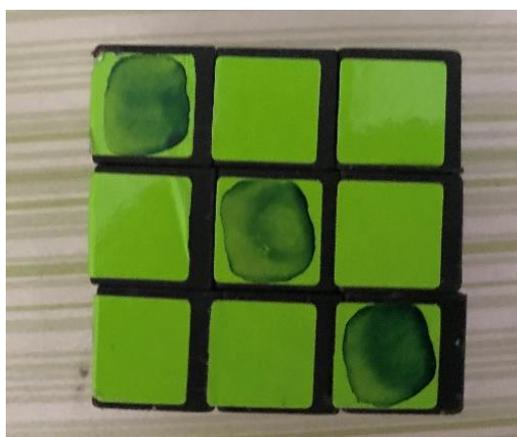


Figura 49: Dado utilizado no jogo.

Como nos jogos de tabuleiro, dependendo da casa em que estiverem posicionados terão que responder perguntas sobre os conteúdos trabalhados podendo assim avançar ou retroceder no tabuleiro. As perguntas utilizadas no jogo foram desenvolvidas pela autora, utilizando as referências apresentadas no plano desta aula, e encontram-se transcritas no apêndice 4, plano de aula 6, foram escritas em fichas de eva colorido como mostra a figura 51, e eram escolhidas ao acaso pelos estudantes quando necessário.

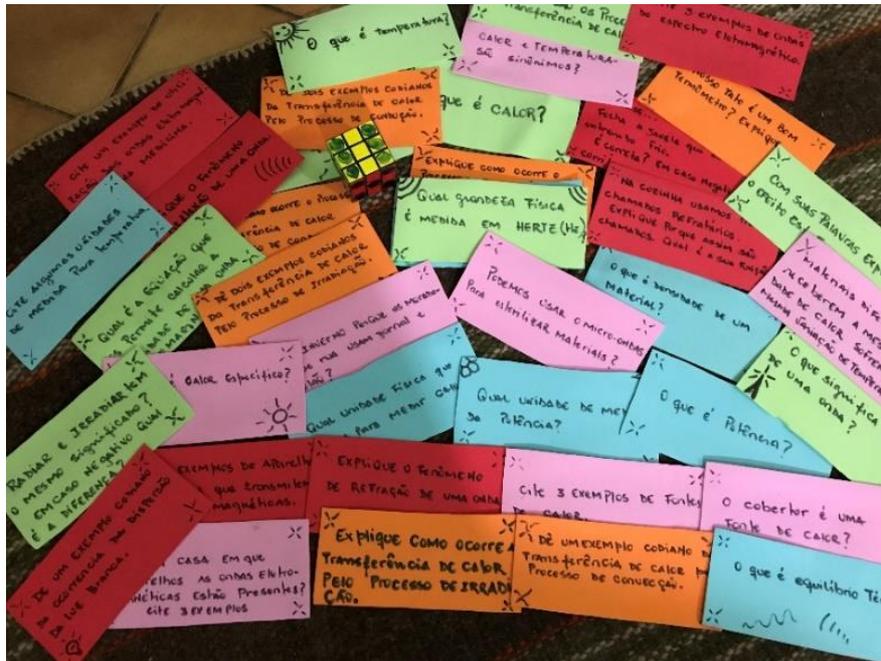


Figura 50: Questões utilizadas no jogo.



Figura 51: Alunos do turno da manhã jogando.



Figura 52: Entrega da premiação ao grupo vencedor do turno da tarde.

O vento não deu trégua e novamente o tapete teve que ser preso com pedras e paus para não voar, como no turno da tarde o número de estudantes era significativa menor, o jogo foi aplicado na sala de aula.

Foi muito divertido o desenvolvimento dessa prática, mostrando-se uma alternativa eficiente como método avaliativo. Ao desenvolver esse jogo, me perguntei se não era uma atividade infantil para ser feitas com adolescentes e adultos, porém constatei que não importa a idade que temos, as atividades lúdicas são sempre divertidas, os jogos despertam o espírito de competição, os estudantes estudaram muito para se preparem para o jogo e o resultado foi que praticamente não houve perguntas com respostas erradas, alcançando assim o objetivo ao qual essa atividade se propôs. Conforme as indicações das orientações curriculares para o Ensino Médio que ressalta:

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (Lodi, 2008, p. 28)

Todos os estudantes que participaram da atividade lúdica foram premiados, o grupo que ganhou o jogo recebeu uma caixa de bis, o segundo lugar recebeu meia caixa de bis, o terceiro lugar recebeu a outra metade e o quarto lugar recebeu balas.

Todos os estudantes de ambos os turnos tiveram uma hora para aplicação da atividade lúdica e uma hora para responderem o questionário pós teste e produzir seu relato acerca das atividades desenvolvidas nessa SD, enquanto um grupo desenvolvia uma atividade o outro desenvolvia a outra.

Analisando os relatos escritos pelos estudantes constatei que a maioria apontou a atividade lúdica como a atividade que mais gostou de participar de todas as atividades propostas nesta SD. Esta atividade foi avaliada como uma prova oral que quando apresentada na forma de uma atividade lúdica foi realmente muito bem aceita pelos estudantes.

Os relatos escritos pelos estudantes foram individuais, totalizando 61 relatos pelo turno da manhã e 20 relatos pelo turno da tarde, ao fazer a leitura detalhada desses relatos elenquei alguns pontos comuns, dentre eles ressalto:

- “As aulas foram diferentes, porque incluíram aulas mais práticas, que ajudam a entender todo e qualquer conteúdo, e isso deveria ser feito novamente”.

- “As aulas da semana auxiliaram no nosso aprendizado e desenvolvimento, ajudando também a diminuir a vergonha na hora das apresentações na frente dos outros”.

- “Essas aulas que foram dadas na semana temática deveriam ser aplicadas nas aulas normais, onde cada turma na sua sala seria mais fácil de entender os conteúdos e assim seria bem mais produtivo”.

- “Eu aprendi muita coisa, as aulas foram bem produtivas porque todo mundo interagiu, mas poderia ser mais produtiva se tivesse mais jogos”.

- “Se tivesse mais semanas assim seria legal, porque todas as turmas perguntam e trocam ideias novas, assim enriquece os debates”.

- “Foi ótimo, adorei o último dia, quando colocamos em prática o aprendizado da semana. Espero que possamos continuar a ter aulas desta forma”.

- “Eu gostei bastante das aulas, achei que foi diferente de tudo que já tínhamos feito, gostei principalmente do jogo que fizemos, gostei principalmente do jogo que fizemos”.

- “Gostei bastante pois me fez aprender coisas que eu nem imaginava, aproximou os alunos de outras turmas e o resultado foi ótimo. Parabéns pelas ideias e a maneira de trabalhar com a gente”.

- “Achei as aulas boas, com a palestra me explicando muitas coisas que eu não sabia, e podemos debater com alunos de outras turmas, fora o ar condicionado que é uma maravilha”.

- “Eu gostei bastante, achei mais fácil de aprender assim, gostei muito de aprender sobre as radiações, calor e temperatura, achei que aprendi mais assim do que nas aulas normais, foi divertido e interativo”.

- “Na minha opinião as aulas foram boas, uma coisa que não é do meu gosto é termos que ter aulas até março, sei que os professores precisam cumprir as horas aula, mas vários colégios não cumpriram e já estão em férias e nós ainda estamos aqui. De qualquer forma eu só tenho que aceitar porque eu estudo aqui de resto foi bom”.

Destaquei esta última fala, por que ela esteve presente em alguns dos relatos, onde notamos uma revolta gerada pela recuperação dos dias de greve, mas Freire nos alerta que:

Se há algo que os educadores brasileiros precisam saber, desde a mais tenra idade, é que a luta em favor do respeito aos educadores e à educação inclui que a briga por salários menos imorais é um dever irrecusável e não só um direito deles. A luta dos professores em defesa de seus direitos e de sua dignidade deve ser entendida como um momento importante de sua prática docente, enquanto prática ética. (Freire, 2011, p.65)

Acredito que os objetivos alcançados por essa SD seriam maiores se ela tivesse sido aplicada durante os períodos normais de aula, pois os estudantes teriam um tempo maior para acomodação dos subçunsores, e por este motivo estou implementando novamente essa SD para que possa comparar os resultados de ambas. Porém não posso deixar de destacar os pontos positivos que ocorreram na implementação, durante a semana temática, tais como a interatividade entre as turmas como foi relatado pelos próprios estudantes, a possibilidade de esta ter sido uma proposta interdisciplinar, e a maior carga horária para desenvolvimento da mesma.

Em nenhum momento foi minha intenção aplicar um questionário pós-teste, pois não acredito ser essa a melhor maneira de analisarmos os objetivos alcançados em práticas de ensino e de aprendizagem. Os objetivos alcançados por essa SD se mostram claros nos relatos dos encontros de sua implementação e nos relatos dos estudantes, a função do questionário pré-teste era de fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, e não de avaliá-los, o questionário pós-teste aplicado na implementação desta SD foi o mesmo pré-teste e só foi aplicado como alternativa para viabilizar a divisão do grande número de estudantes, possibilitando atividades distintas que viabilizaram a aplicação da prática proposta para este encontro. Sendo assim não irei analisa-los quantitativamente.

#### 4.2.6 Sexto Encontro: A experimentação no ensino de Física

Este último encontro ocorreu individualmente, cada turma em seu respectivo horário de aula, em ambos os turnos, nas duas semanas seguintes aos cinco primeiros encontros. Utilizou-se esta metodologia em função da capacidade do número de alunos no laboratório. Por este motivo este acabou sendo o último encontro, pois na configuração original desta SD seria este o quinto encontro.

Os estudantes foram divididos em grupos de seis participantes e ainda na sala de aula foi feito um levantamento dos seus conhecimentos prévios sobre calor, calor específico, energia e também sobre o funcionamento do micro-ondas, ondas eletromagnéticas, frequência e potência elétrica na forma de um debate sobre o assunto, esta atividade inicial levou 30 minutos. Após este momento inicial os estudantes foram levados para o laboratório da escola que já estava com todo material necessário para o desenvolvimento atividade previamente organizado nas bancadas.

O material utilizado neste experimento foi composto de: termômetros, copo béquer graduado plástico que pode ser levado ao micro-ondas, água, balança de precisão, glicerina. Este material encontra-se disponível no laboratório da escola.



Figura 53: Micro-ondas da cozinha da escola, levado para o laboratório para o experimento.

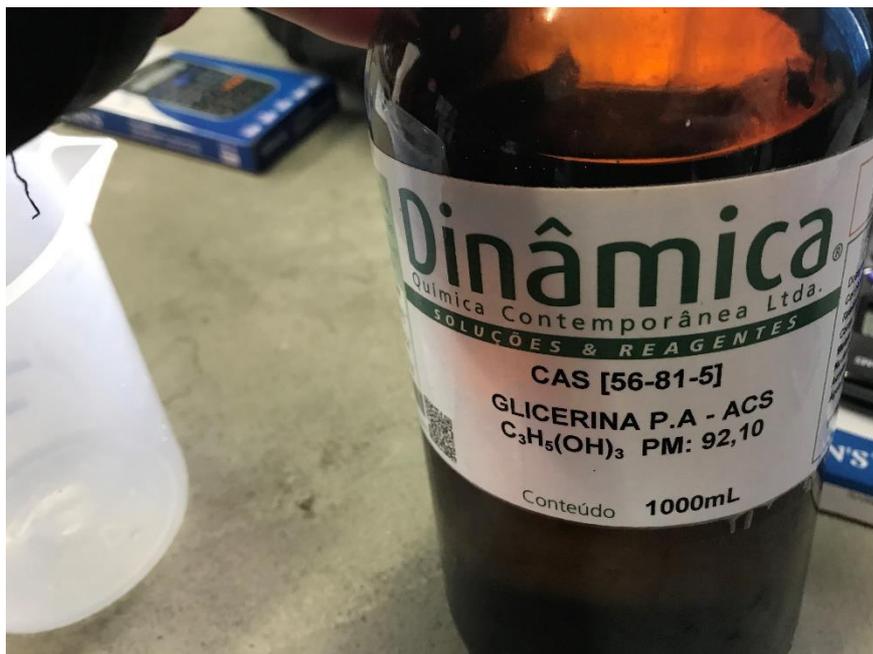


Figura 54: Glicerina e béquer utilizados no experimento.

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio encontramos a seguinte orientação:

Trabalhar em grupo dá flexibilidade ao pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão do trabalho e responsabilidades, e na comunicação com os colegas. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina e o desenvolvimento de autonomia, e o automonitoramento. (Lodi, 2008, p.27)

Por se tratar de um roteiro experimental relativamente grande e levando em consideração estas orientações decidi que seria mais proveitoso realizar o trabalho em grupos, facilitando também o atendimento aos grupos.

O roteiro experimental desenvolvido para esta atividade começa com um texto motivacional que conta a história e o funcionamento do micro-ondas aparelho doméstico que faz parte do dia-a-dia dos estudantes e pode ser visualizado no apêndice 5 plano de aula 5.

Ao chegarmos e nos acomodarmos no laboratório, foi entregue o roteiro experimental para os grupos e fizemos a leitura e problematização da história contada no texto, O texto intitulado O Forno de Micro-ondas e foi extraído com adaptação do livro A Física na Cozinha escrito por Gerson Witte e Alencar Migliavacca.

Após este momento inicial que dispendeu vinte minutos de nosso tempo teve início a atividade experimental que foi norteada pelo roteiro e que trazia algumas orientações gerais, e os grupos teriam que decidir como fariam suas medidas.

A atividade consistia em primeiramente colocar uma certa quantidade de água dentro do recipiente próprio para micro-ondas; registrar a sua massa, usando a balança, ou o seu volume e no caso de utilizar o volume calcular a massa por meio da densidade da água. Deixar essa água repousar cerca de 5 minutos dentro do recipiente para que fosse atingido o equilíbrio térmico e, após esse intervalo de tempo, registrar a temperatura da água obtida mediante o termômetro do laboratório. Colocar o micro-ondas na potência máxima; essa é a potência que se buscou obter por meio do experimento e pode ser comparada com aquela fornecida pelo fabricante. Os estudantes colocaram o recipiente com água dentro do micro-ondas e marcaram o tempo de aquecimento. Após retirarem o recipiente com água do micro-ondas registraram com auxílio do termômetro a nova temperatura da água. Como os estudantes conheciam o valor do calor específico da água, calcularam então a potência real fornecida pelo forno de micro-ondas da escola, utilizando a equação  $Q = m.c.(T_f - T_i)$  e considerando que toda energia produzida pelo forno foi absorvida pela água na forma de energia térmica utilizaram a equação da potência para calcular e comparar com a potência fornecida pelo fabricante. Essas medidas foram repetidas várias vezes alterando a massa de água utilizada, e o tempo de permanência no forno, preenchendo a tabela 6, a fim de obter um valor médio para a potência do forno.

Massa (kg)	$T_i(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$T_f - T_i(\text{K}^*)$	Q (J)	$\Delta t$ (s)	Potência (W)

Tabela 6: Tabela do roteiro preenchida pelos estudantes



Figura 55: Estudantes aguardando o equilíbrio térmico para fazer a leitura da temperatura da água.

Ao comparar o valor obtido com o valor fornecido foi perguntado aos grupos, a que poderíamos atribuir a diferença de valores. Dentre as hipóteses levantadas pelos grupos destaco a possibilidade de escape das ondas eletromagnéticas por problemas na carenagem e também a possibilidade de problemas elétricos ou mecânicos por muita utilização do aparelho, uma vez que o micro-ondas da escola é bastante antigo e utilizado muitas vezes ao dia pelos funcionários, professores e estudantes que almoçam na escola e nele esquentam sua comida. Então os estudantes testaram a hipótese de escape colocando um celular dentro do forno de micro-ondas desligado fecharam a porta e ligaram para este telefone que tocou mesmo estando dentro da carenagem que tem como função impedir a entrada ou saída de ondas eletromagnéticas (gaiola de Faraday) confirmando a hipótese de um dos grupos.

No horário de almoço na escola, o forno de micro-ondas é muito concorrido, e como sua potência está reduzida quase a metade, o tempo de aquecimento dos alimentos é bem maior, e isso faz com que haja filas e brigas para seu uso. Uma das estudantes disse: “ Agora quando o diretor ficar dizendo que a gente demora muito para aquecer nosso almoço, vou dar uma aulinha de Física para ele”.

Uma vez obtida a medida da potência real deste forno utilizado para a prática, o próximo problema que os grupos teriam que resolver era descobrir o calor específico da glicerina. A ideia inicial do roteiro era de confirmar a potência encontrada utilizando água,

fazendo as mesmas medidas utilizando a glicerina, mas os estudantes quiseram calcular o calor específico da glicerina, alegando que se os cálculos da potência estivessem certos eles encontrariam um valor bem próximo ao valor tabelado do calor específico da glicerina. Como docente percebo o roteiro como um norteador da pesquisa experimental, acredito que ele deva ser flexível as investigações dos estudantes desde que elas sejam pertinentes.

Em seus relatórios os grupos tiveram de comparar a variação de temperatura sofrida pela água e pela glicerina quando utilizaram a mesma massa destas substâncias e mesmo tempo de aquecimento, e atribuir uma causa a possível diferença se houvesse. Alguns grupos perceberam de imediato que a glicerina era um óleo e que elevaria sua temperatura bem mais rapidamente que a água. Como no início da aula experimental, passei algumas regras básicas de uso do laboratório e de seus materiais, uma das estudantes disse: “Cuidado, não coloquem a glicerina por muito tempo de aquecimento no forno, porque vocês podem quebrar o termômetro do laboratório”. Demonstrando o cuidado que eles têm, com o material que é de uso coletivo, e o gosto que eles têm pelas aulas experimentais.

Os estudantes além de demonstrarem muito entusiasmo e prazer ao desenvolverem o experimento, em sua maioria produziram relatórios bem estruturados que envolviam não só os cálculos, apresentavam explicações teóricas contundentes do fenômeno observado evidenciando a aprendizagem dos conceitos físicos envolvidos no experimento e nas aulas dialógicas/expositivas anteriores. Como resultado desta metodologia de aprendizagem significativa verificou-se que a experimentação é uma ferramenta eficiente como proposta diferenciada no processo de ensino dos conteúdos de Física.

Muitas são as capacidades desenvolvidas por meio da experimentação entre elas: ouvir, observar, inquirir, comparar, recolher dados, organizar, usar os instrumentos e cuida-los, discutir, relatar, escrever, com uma atividade relativamente simples conseguimos atingir muitos objetivos de ensino. Segundo Marta Morais e Maria Hilda Andrade:

[...] são muitos os experimentos que podem ser utilizados no ensino de ciências e devem ser desenvolvidos pelos alunos, segundo um roteiro mais ou menos detalhado e previamente elaborado pelo professor, a serem realizados antes das aulas teóricas, visando introduzir e explorar os temas, ou depois, para simples verificação do que foi exposto; e aquelas que podem ter um caráter indutivo, em que os estudantes podem controlar variáveis e descobrir ou redescobrir relações funcionais entre essas variáveis, ou dedutivo, quando eles têm a oportunidade de testar certas predições da teoria.(Morais; Andrade, 2010, p.55)

Esta atividade teve um caráter indutivo e dedutivo e mostrou que experimentos simples como esse, quando bem estruturados, vão ao encontro das discussões atuais sobre qual Física queremos ensinar, saindo do padrão tradicional da Física das fórmulas sem compreensão

e nos aproximando da Física que forma cidadãos aptos a pensar e analisar o seu papel na sociedade, mostrando assim que Física também é cultura e pode e deve ser aplicada no dia-a-dia destes estudantes, que acabam sendo disseminadores do conhecimento científico em suas casas e em suas comunidades.

Cumprindo assim sua função formadora que segundo Marta Morais e Maria Hilda Andrade ressaltam:

[...] um experimento no qual o aluno é apenas espectador, ou aquele em que ele segue um roteiro previamente estabelecido, sem ter participado de nenhuma de suas etapas (identificação do problema, levantamento de hipóteses, sugestão de verificação dessas hipóteses, observação e coleta de dados, discussão, etc.) , não cumprira sua função formadora. (Morais; Andrade, 2010, p.55)

Apesar de ter sido um trabalho inquietante e nada fácil de desenvolver, foi muito significativo para os estudantes. Os roteiros experimentais produzidos pelos grupos mostraram a estruturação dos conceitos trabalhados possibilitando identificar possíveis associações errôneas e demonstrando a sua compreensão dos conteúdos trabalhados. Esta atividade gerou um novo debate quando pedido para que os autores explicassem ao restante da turma como descobririam o calor específico de uma outra substância qualquer, quais seriam seus procedimentos experimentais, quais grandezas os grupos iriam variar e como fariam seus cálculos. Os resultados obtidos mostraram que o uso da experimentação mostrou-se uma ferramenta pedagógica muito eficiente, quando utilizada de forma consciente e comprometida por nós educadores, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes e utilizando roteiros abertos onde o estudante tem que encontrar uma solução a determinado problema proposto pelo roteiro e não simplesmente reproduzir um experimento como se o roteiro fosse uma receita de bolo onde na maioria das vezes o estudante não compreende ou não associa o procedimento experimental aos conceitos físicos trabalhados em sala de aula. Essa ferramenta facilitou a compreensão de que a Física não é uma ciência compartimentada, cada conceito ensinado por nós é parte que possibilita o entendimento do todo, assim ficou demonstrado por esta prática que apesar de ser mais difícil para o educador este tipo de abordagem é facilitadora da compreensão por parte do estudante do fenômeno físico como um todo.

## Capítulo 5: Conclusões Finais

Ao refletir sobre todas as vivências que tive, desde os primeiros momentos em que essa SD foi tomando forma, durante o desenvolvimento de alguns trabalhos realizados para as disciplinas deste mestrado, até o momento da escrita desta dissertação, percebi o quanto a minha prática docente se alterou. Essa mudança da minha prática docente ocorreu no sentido de perceber que podemos e devemos desenvolver metodologias de ensino da Física para o Ensino Médio, que promovam a aprendizagem significativa utilizando ferramentas de ensino e aprendizagem como as que foram utilizadas nesta SD, a fim de tornar mais significativas as vivências educacionais destes estudantes.

Não estou afirmando que devemos utilizar em todas as aulas e avaliações o lúdico ou os mapas conceituais, e sim que devemos eleger momentos em que a utilização de ferramentas de ensino e de aprendizagem diferenciadas podem estimular e facilitar o processo de aprendizagem dos conceitos físicos que queremos ensinar. Confirmado pela fala de Moreira:

É claro que a aprendizagem significativa de conceitos não depende somente de mapas conceituais. Ela pode ocorrer, e de fato ocorre, sem mapas conceituais. O que se está argumentando aqui é que a aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz e que os mapas conceituais podem ajudar muito nesse processo. (Moreira, 2010, p. 78)

Inicialmente esta proposta previa o uso dos mapas conceituais no segundo, terceiro e quarto encontros, porém mediante as circunstâncias atípicas de sua implementação, se fez necessárias adaptações que impediram o desenvolvimento desta SD no seu formato original, esse é um dos motivos pelos quais essa pesquisa não se encerra aqui.

A possibilidade de realização e incentivo aos debates foi uma ferramenta que auxiliou muito o alcance dos objetivos propostos nessa SD, esta não era uma prática habitual em minhas aulas e me surpreendeu perceber o quão produtivo foi a realização dos debates que ocorreram durante a implementação dessa SD. Para que se possa debater é necessário refletir sobre o assunto, e Freire nos alerta que devemos buscar uma educação que propicie ao estudante a reflexão sobre seu próprio poder de refletir, e que tenha sua instrumentalidade no desenvolvimento desse poder, na explicitação de suas potencialidades, dando a ele a capacidade de opção.

O desenvolvimento deste produto educacional exigiu-me reflexão sobre os fazeres pedagógicos e sobre a prática diária que acabamos por desenvolver-la mecanicamente,

muitas vezes sem nem nos darmos conta disto. Durante minhas reflexões, se tornou claro, e todo processo se fez diferente, a partir da percepção de que todos somos sujeitos em formação, inacabados, estamos envolvidos no processo educacional como um todo, que segundo Freire:

[...] quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimentos, conteúdos, nem *formar* é ação pela qual um sujeito criador dá forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado. Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objetos um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. (Freire, 2011, p. 25)

Refletindo sobre as práticas interdisciplinares, percebi que elas promovem a aprendizagem não apenas aos estudantes, mas também aos docentes envolvidos no processo, e esta é uma afirmativa pessoal pois também me incluo como sujeito e aprendiz deste processo. Muitos conhecimentos aprendidos durante a implementação desta SD foram incorporados a minha prática docente tornando-a mais rica no domínio das outras áreas da ciência da natureza, e sou muito grata as colegas de área pelas contribuições que enriqueceram este projeto.

No exercício da profissão não há valia maior, que ao final de uma aula os estudantes venham te agradecer pelo aprendizado, durante a implementação desta SD tive o privilégio de ser agradecida não só pelos estudantes, mas também por colegas de profissão pelos aprendizados que elas tiveram durante os encontros interdisciplinares.

A aplicação desta SD ter ocorrido durante a recuperação da greve em uma semana atípica teve seus prós e contras, como ponto positivo e enriquecedor saliento sua aplicação ter sido interdisciplinar, como ponto negativo acredito ter sido uma carga muito grande de conceitos em um espaço de tempo muito curto, não havendo assim o tempo necessário para acomodação dos subsunçores. Por este e outros motivos estou repetindo sua aplicação no ano letivo de 2018 para comparar os objetivos alcançados nas diferentes modalidades de implementação. Também pretendo fazer uma análise qualitativa mais detalhada a fim de ter uma maior precisão quanto aos objetivos alcançados, pois segundo Freire:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses quefazer se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade. (Freire, 2011, p.30)

Foi durante análise dos relatos escritos pelos estudantes que percebi o quão significativo tinha sido para aprendizagem deles, cada um de nossos encontros, vivências que

não nos damos conta da importância, mas que serão levadas por muitos por toda vida e neste sentido nós docentes somos detentores do poder de tocar o próximo no sentido de incentivar o seu desenvolvimento. Pedi para que, nestes relatos, eles destacassem o encontro de maior importância para suas aprendizagens. A maioria deles apontou o jogo como o encontro mais importante seguido do encontro experimental e dos mapas conceituais, comprovando assim que práticas lúdicas e experimentais são facilitadoras do ensino e da aprendizagem dos conteúdos de Física.

Além da questão das práticas interdisciplinares a aplicação deste produto comprovou que podemos, com algum esforço, tornar nossas aulas mais atrativas e mudar a rotina do nosso cotidiano, valorizando por nós docentes nosso fazer e incentivando nossos alunos para o conhecer, despertando a curiosidade e um fazer diferenciado, quebrando a rotina das aulas expositivas e seguindo os conceitos de que professores são orientadores para o conhecimento e não os detentores soberanos desse conhecimento.

## REFERÊNCIAS

[V SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DO PIBID UNIVATES, 2017] ANAIS DO V SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DO PIBID UNIVATES, III SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE DOCÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: SER PROFESSOR: DESAFIOS E POSSIBILIDADES, 2015, Lajeado. **Ser professor: desafios e possibilidades**. Porto Alegre: Evangraf, 2015. 485 p. Disponível em: <[https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/130/pdf\\_130.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/130/pdf_130.pdf)>. Acesso em: 5 ago. 2017.

[AUSUBEL, 1980] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução para o português de Eva Nick et al., da 2ª edição de Educational psychology: a cognitive view. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

[BARRETO, 2013] BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. **Física Aula por Aula: volume 2**. 2. ed. São Paulo: Fdt, 2013. 304 p.

[BARRETO, 2013] BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. **Física Aula por Aula: volume 3**. 2. ed. São Paulo: Fdt, 2013. 320 p.

[BÔAS, 2013] BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **Física 2**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 320 p.

[BRASIL, 2000] BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2000.

[BRASIL, 2002] BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

[CARVALHO, 1989] CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Física: Uma Proposta Para Um Ensino Construtivista**. São Paulo: Epu, 1989. 62 p.

[CMAPTOOLS, 2018] CMAPTOOLS, site: <<http://www.cp2.g12.br/blog/labre2/programas-e-tutoriais/cmap-tools>>. Acesso em 23 de maio de 2018.

[DIAS, 2012] DIAS, G., NILSON M., **Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino**. Educar em Revista [en linea] 2012, (Abril-Junio) : [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155023661010>> ISSN 0104-4060.

[FERREIRA, 2017] FERREIRA, M. S., SELLES, S. E., **A Produção Acadêmica Brasileira Sobre Livros Didáticos em Ciências: Uma Análise em Periódicos Nacionais**. Disponível em : <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL020.pdf>> Acesso em dezembro de 2017.

[FREIRE, 1983] FREIRE, Paulo. **Educação como prática de liberdade**. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 150 p.

[FREIRE, 2011] FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011. 143 p.

[FREIRE, 1987] FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987. 218 p.

[GASPAR, 2016] GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: volume 2**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. 400 p.

[GASPAR, 2016] GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: volume 3**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. 400 p.

[GUIMARÃES, 2017] GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física: volume 2**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2017. 376 p.

[GUIMARÃES, 2017] GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física: volume 3**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2017. 384 p.

[HEWITT, 2002] HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p. Tradução de: Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina.

[LDB, 2016] LDB – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 12<sup>a</sup>.ed. atualizada até 8/6/2016, Centro de Documentação e Informação. Edição Câmara. Brasília, 2016.

[LODI, 2008] LODI, Lucia Helena, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica Diretoria de Concepções e Orientações Curriculares para Educação Básica Coordenação Geral de Ensino Médio Tecnológica. Orientação Curriculares para o Ensino Médio. **Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

[LUZ, 2000] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física: Ensino Médio**: volume 2. São Paulo: Scipione, 2000. 360 p.

[LUZ, 2000] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física: Ensino Médio**: volume 3. São Paulo: Scipione, 2000. 416 p.

[MIGLIAVACCA, 2014] MIGLIAVACCA, A., WITTE, G. A. O Forno de Micro-ondas. **A Física na Cozinha**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 88 p.

[MORAIS, 2010] MORAIS, Marta Bouissou; ANDRADE, Maria Hilda de Paiva. **Ciências Ensinar e Aprender**. Belo Horizonte: Dimensão, 2010. 128 p.

[MOREIRA, 2010] MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010. 80 p.

[MOREIRA, 1992] MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais no Ensino de Física**. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1992. 44p: il.(Textos de Apoio ao Professor de Física; n.3)

[MOREIRA, 2010] MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Centauro, 2010. 196 p.

[OLIVEIRA, 2010] OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em Contextos: pessoal, social, histórico;** volume 2. São Paulo: Fdt, 2010. 496 p.

[OLIVEIRA, 2010] OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em Contextos: pessoal, social, histórico;** volume 3. São Paulo: Fdt, 2010. 528 p.

[PELIZZARI, 2002] PELIZZARI, Adriana ; KRIEGL, Maria de Lurdes ; PIRIH Baron, Márcia; LUBI FINCK, Nelcy Teresinha; DOROCINSK, Solange Inês. **TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL.** Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

[RAMALHO JÚNIOR, 1993] RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física:** Termologia, Óptica e Ondas 2. 6. ed. São Paulo: Moderna, 1993. 528 p.

[ROSA, 2018] ROSA, Paulo Ricardo da Silva, **O USO DOS RECURSOS AUDIOVISUAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Campo Grande, v. 17, n.1, p.33-49, abr.2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6784/6249>. Acesso em: 20 abril. 2018.

[SANTANA, 2013], Marcelo da Fonsêca.; ERENILDO João Carlos. **Regularidades e Dispersões no Discurso da Aprendizagem Significativa em David Ausubel e Paulo Freire,** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V3(1), pp. 12-22, 2013.

[VILLATORRE, 2009] VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física.** São Paulo: Saraiva, 2009. 166 p.

[YAMAMOTO,2017] YAMAMOTO, Kazuhito; FUCE, Luiz Felipe. **Física Para o Ensino Médio:** volume 2. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. 400 p.

[YAMAMOTO, 2017] YAMAMOTO Kazuhito; FUCE, Luiz Felipe. **Física Para o Ensino Médio:** volume 3. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. 400 p.

[PNLD, 2016] Plano Nacional do Livro Didático  
Site:<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em 16 de junho de 2016.

[MNPEF, 2018] Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Site:<<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas>>. Acesso em 26 de abril de 2018.

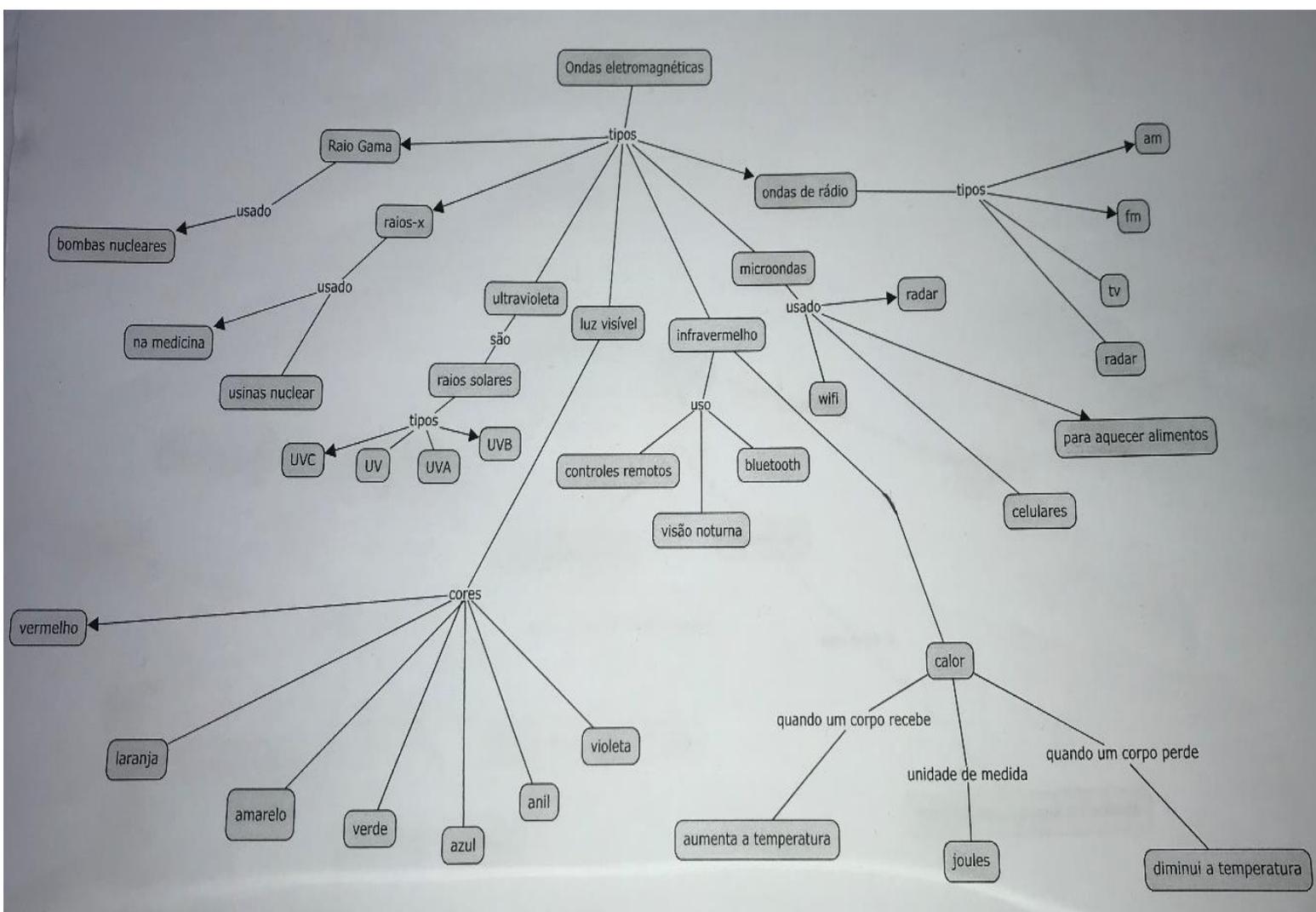
[BNCC, 2018] Base Nacional do Currículo Comum Site:<<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>>. Acesso em 1 de maio de 2018.

## ANEXOS

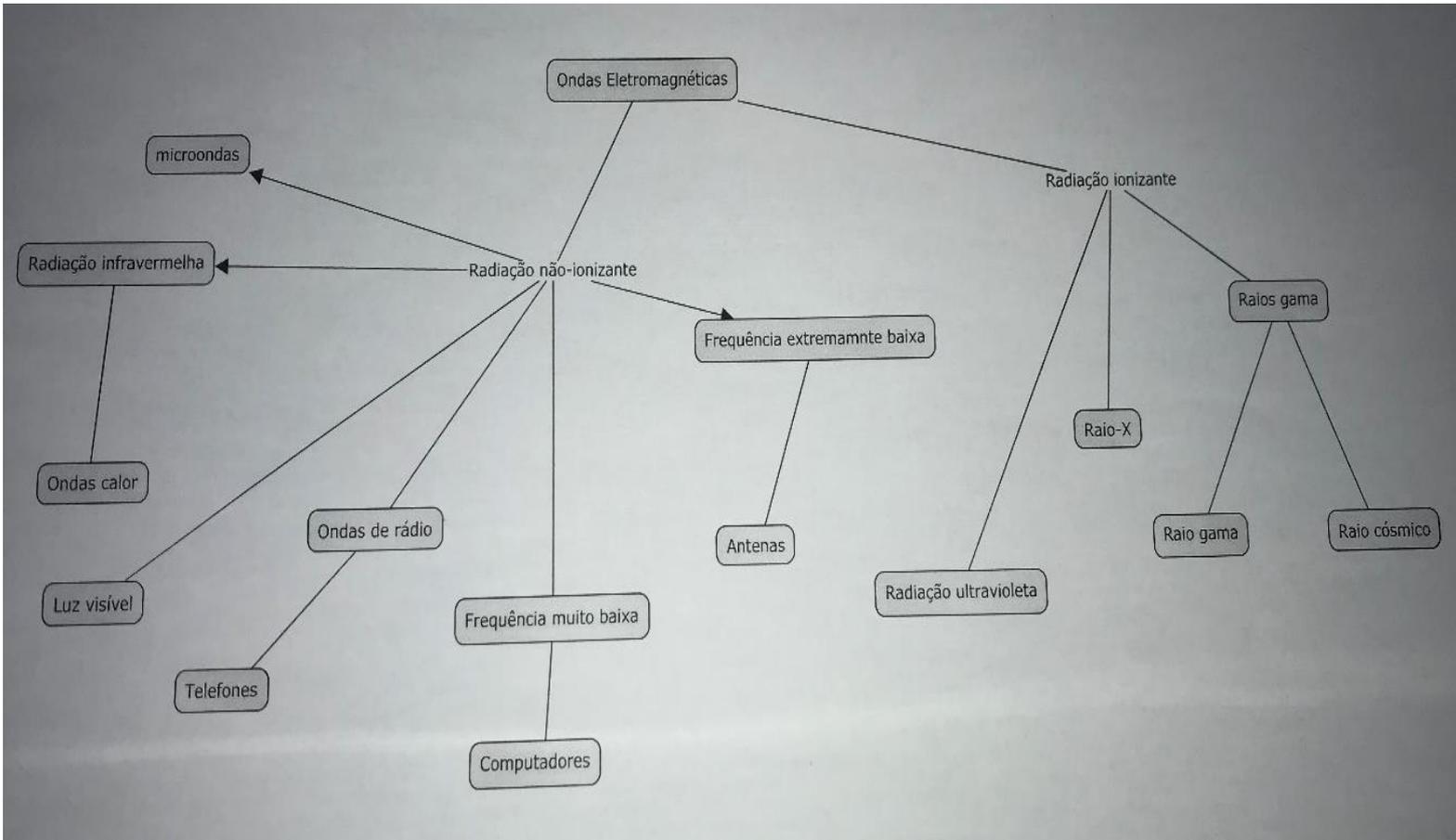
Apresento aqui doze mapas conceituais, desenvolvidos pelos grupos de estudantes, de ambos os turnos, durante o 4º encontro de implementação desta SD.

Observamos que alguns dos mapas estão mais bem estruturados e apresentam uma inter-relação maior entre os conceitos físicos abordados durante as aulas expositivas dialógicas. Porém outros mostram a Física compartimentada, onde o estudante não consegue relacionar os conceitos entre si, comprovando que mesmo quando trazemos propostas bem estruturadas e objetivos específicos a serem alcançados, dificilmente atingimos a totalidade dos estudantes com as propostas inovadoras que trazemos para as aulas.

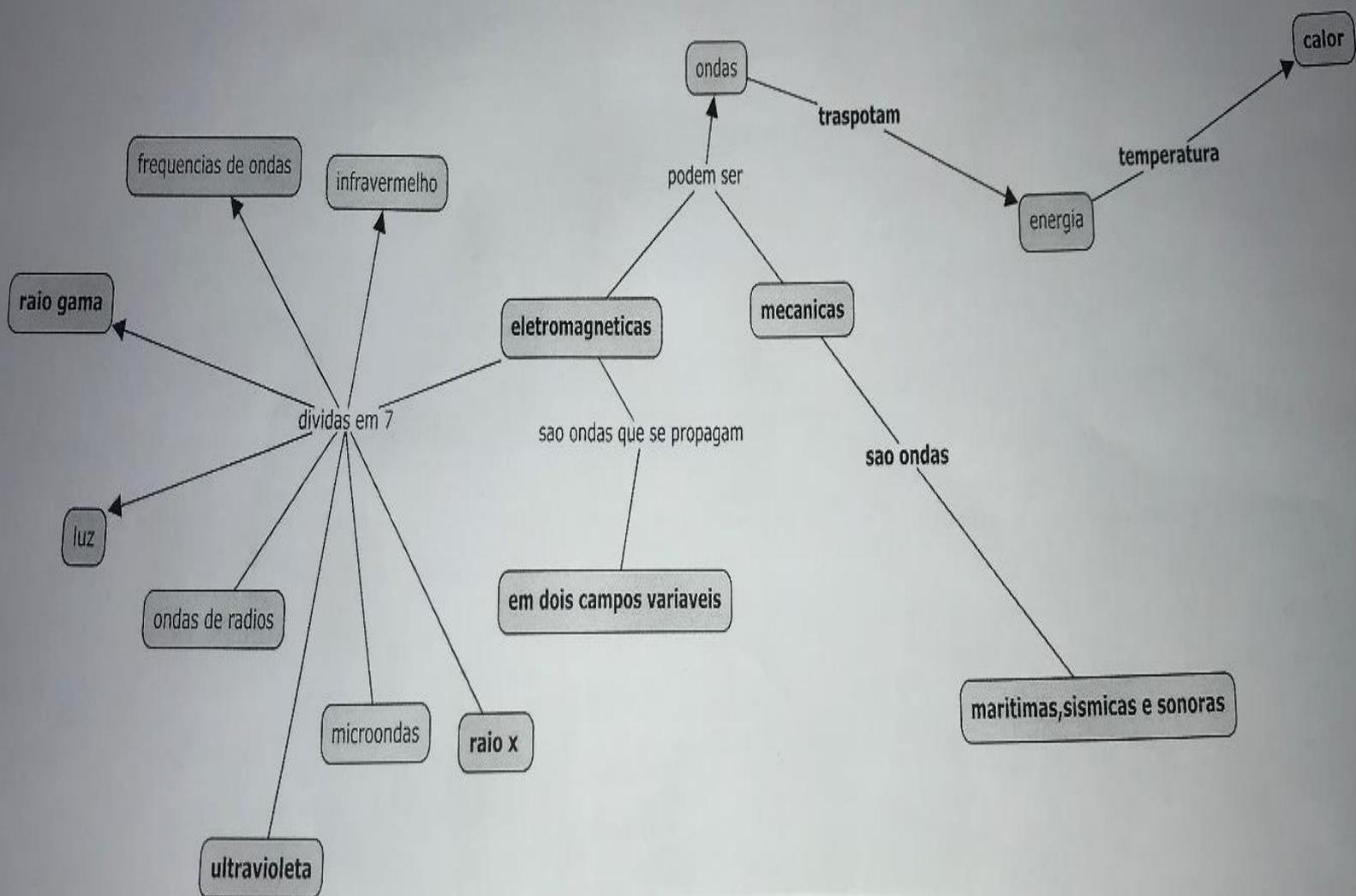
Os mapas 1, 3, 5, 7, 8 e 9 apresentam bem estruturados o que não se percebe nos mapas 2, 4, 6, 10, 11 e 12. Foi desafiador a construção destes mapas por parte dos estudantes, mas muito importante para que eles percebessem as inter-relações entre os conceitos trabalhados durante as aulas.



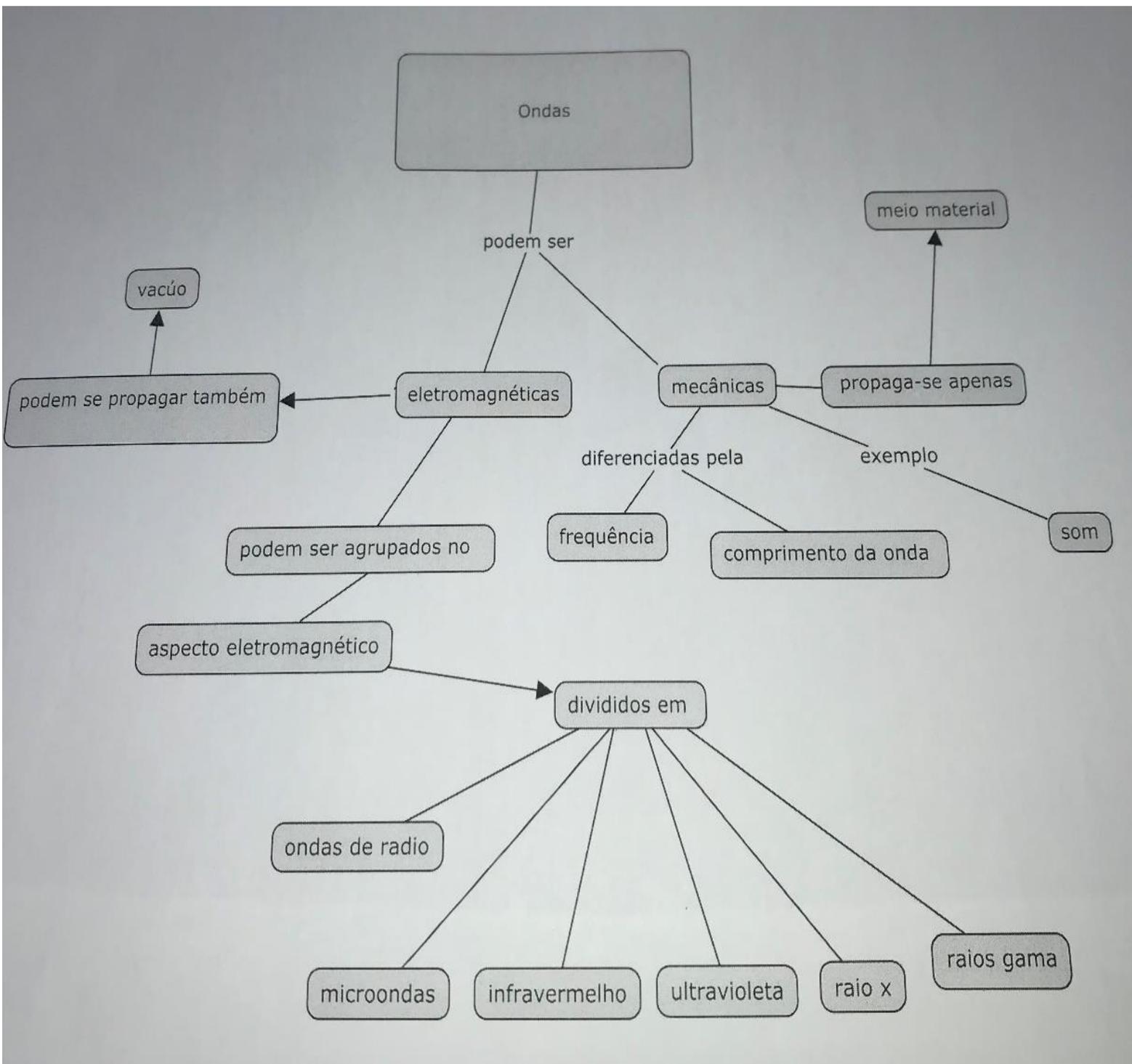
Mapa produzido pelo grupo 1



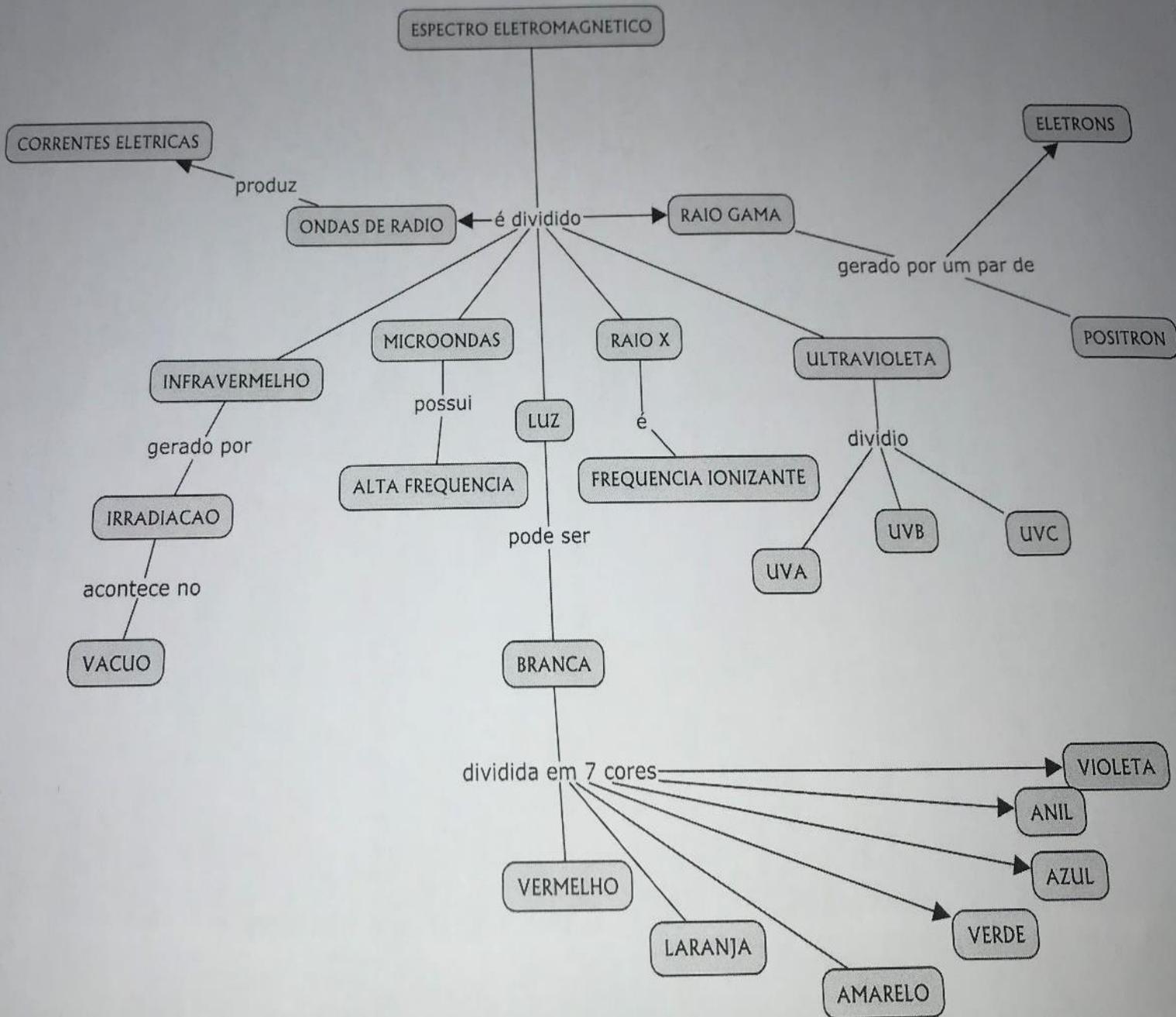
Mapa produzido pelo grupo 2



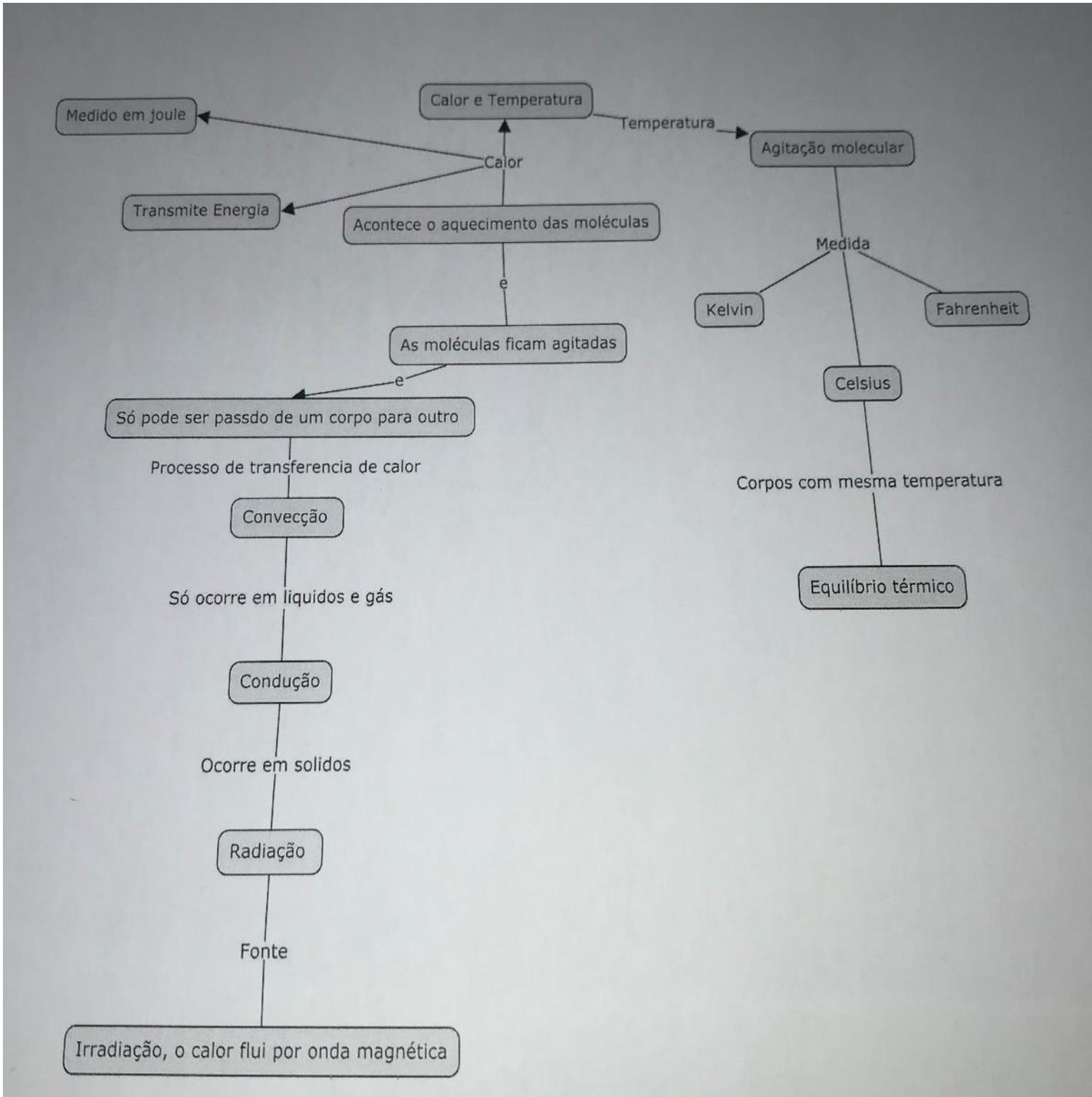
Mapa produzido pelo grupo 3



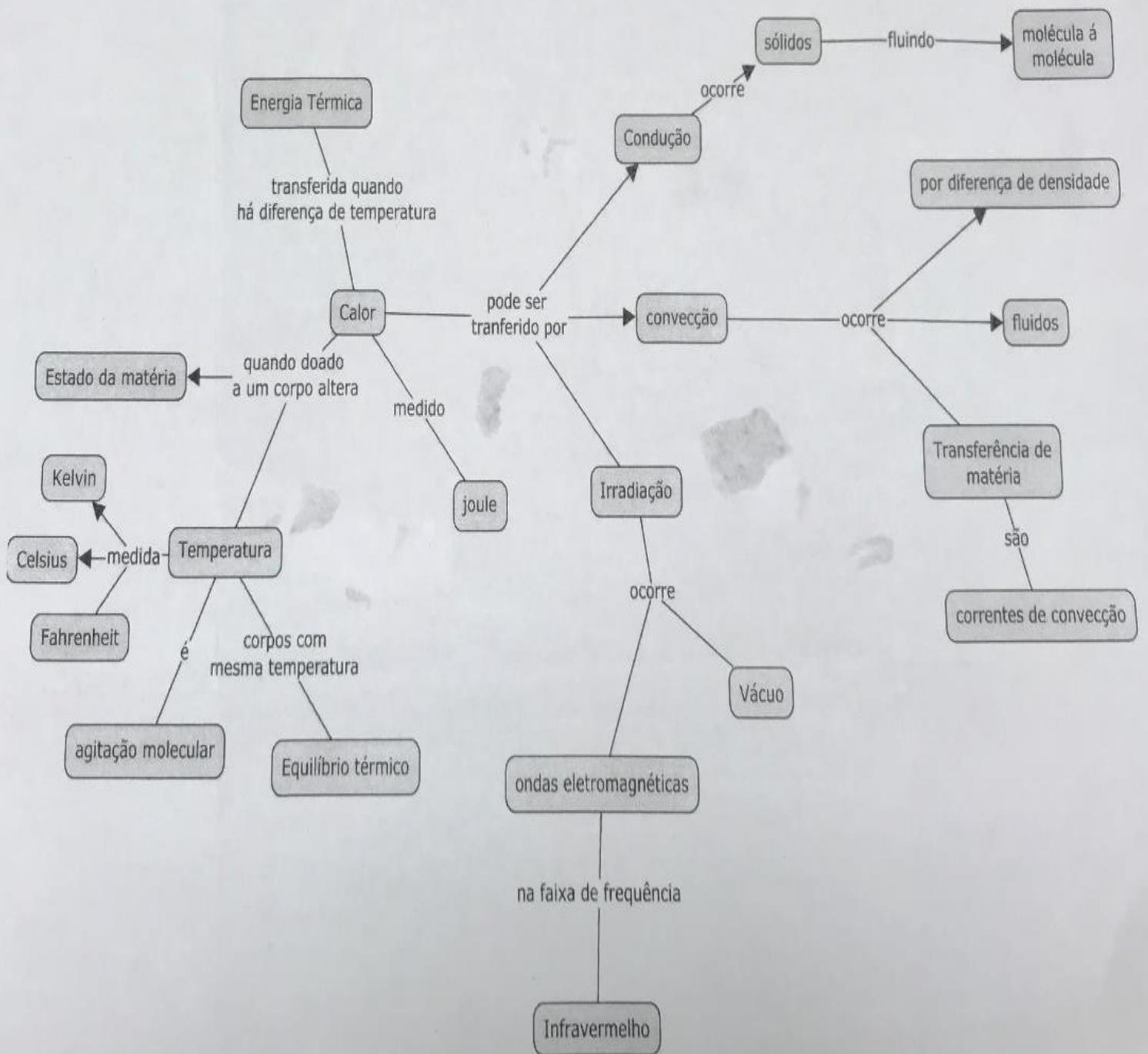
Mapa produzido pelo grupo 4



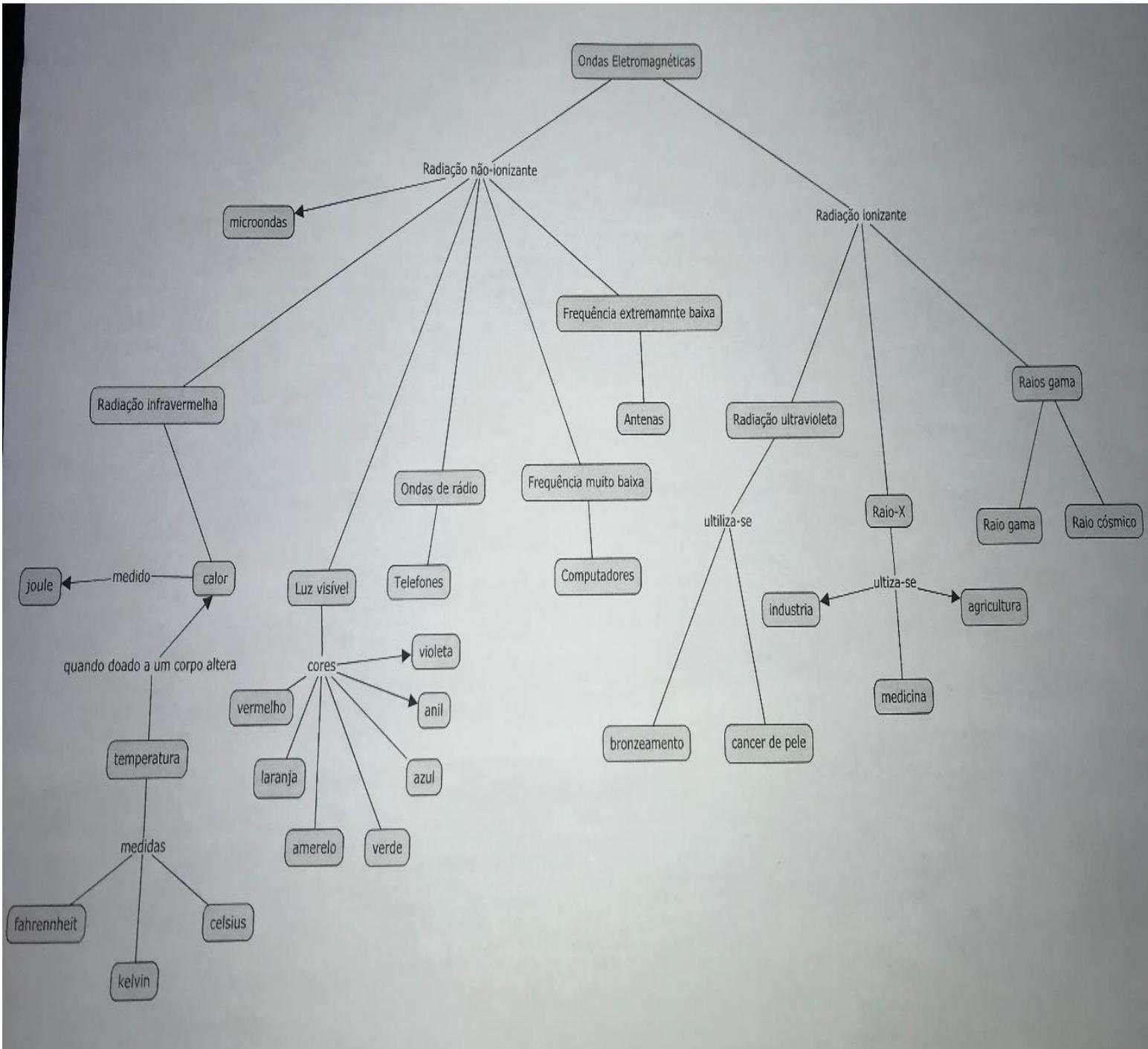
Mapa produzido pelo grupo 5



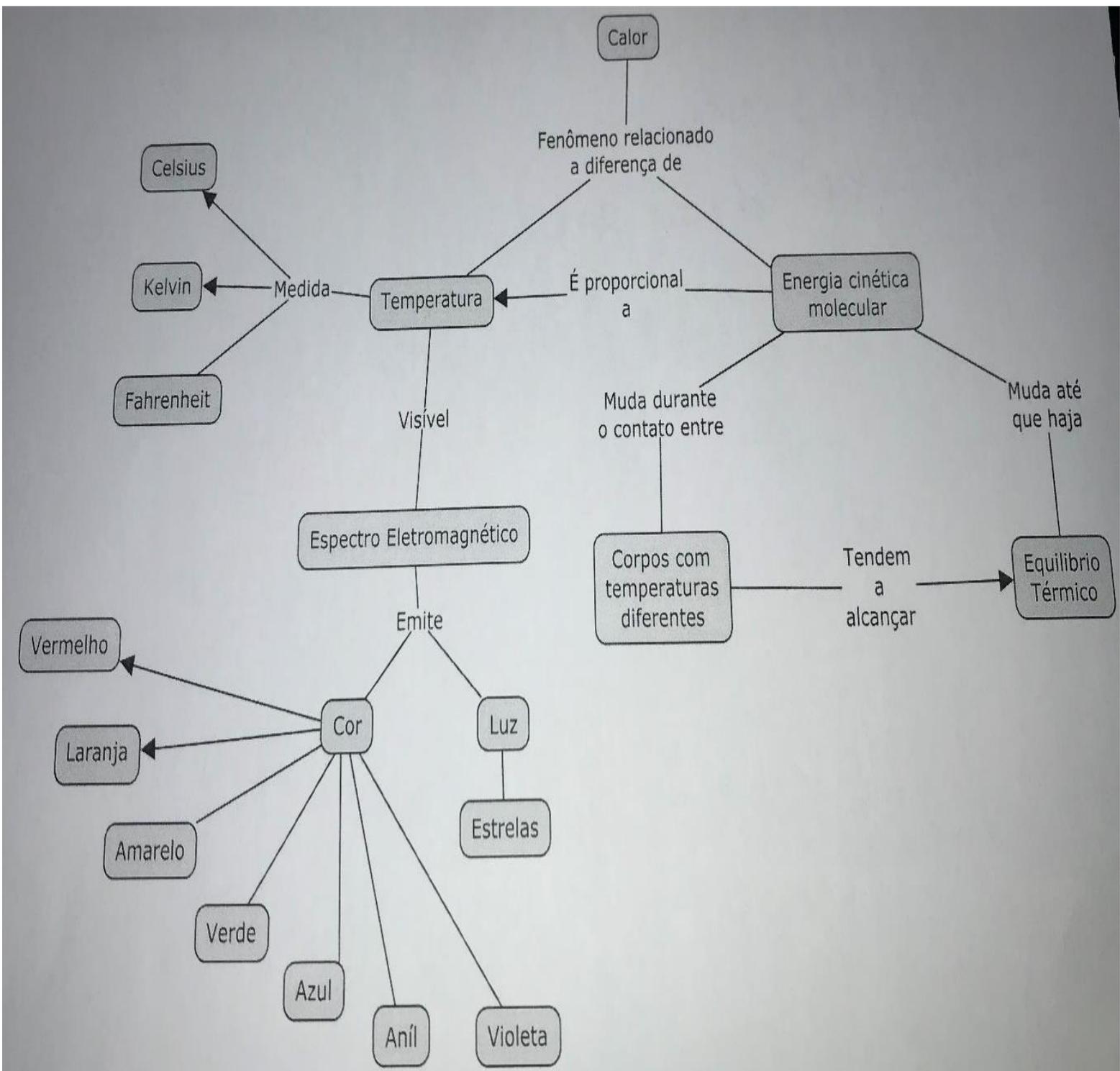
Mapa produzido pelo grupo 6



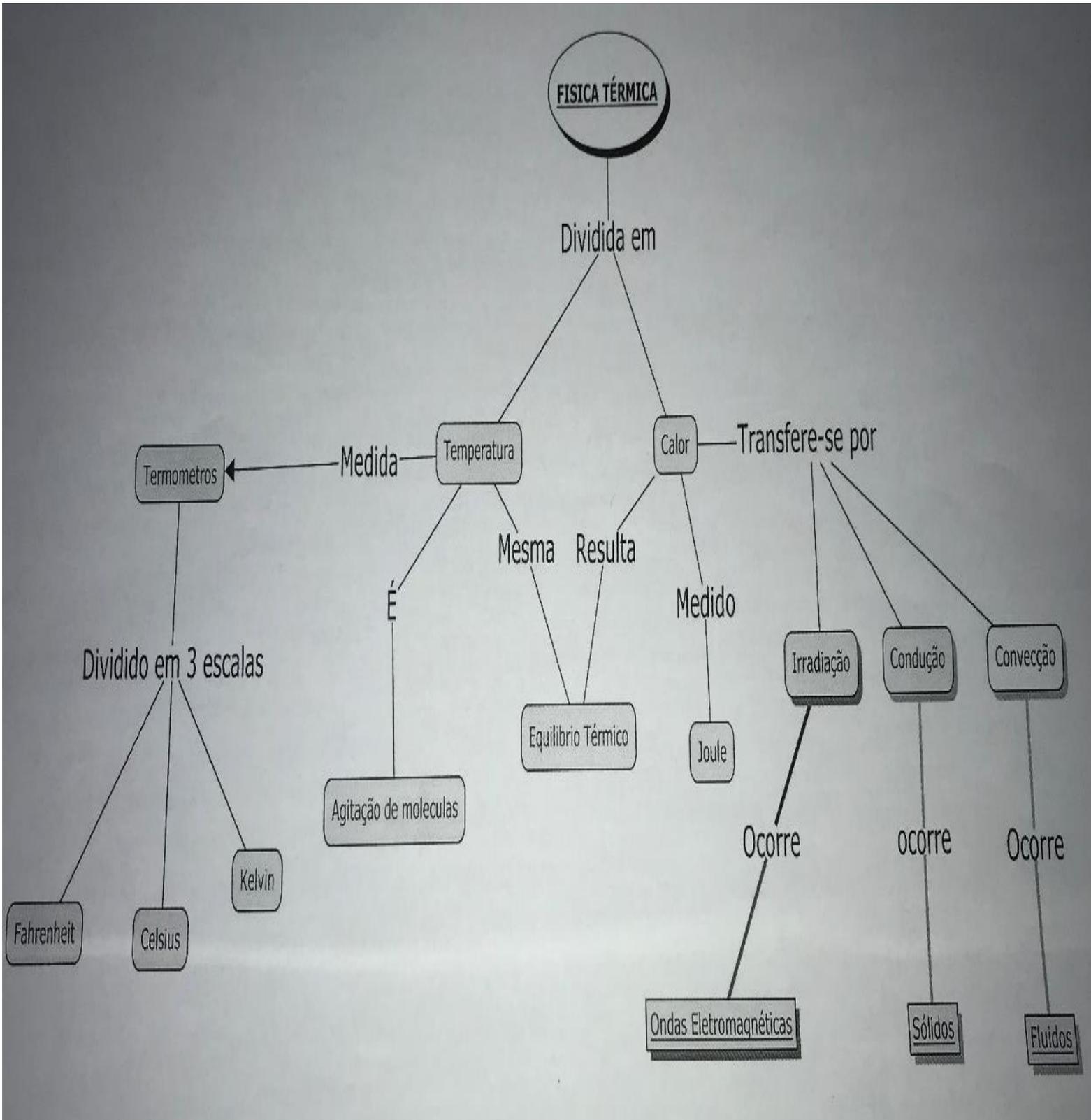
Mapa produzido pelo grupo 7



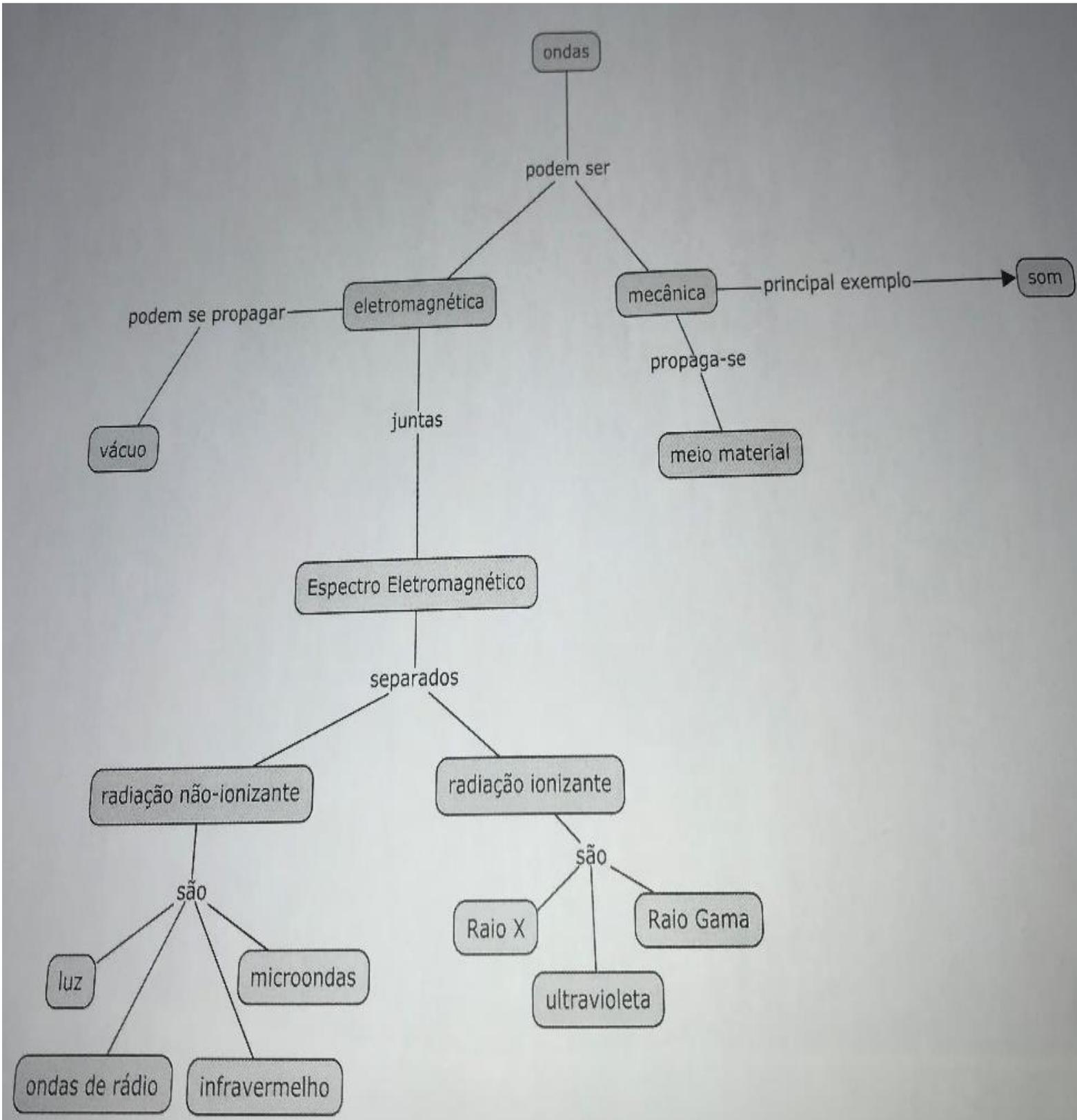
Mapa produzido pelo grupo 8



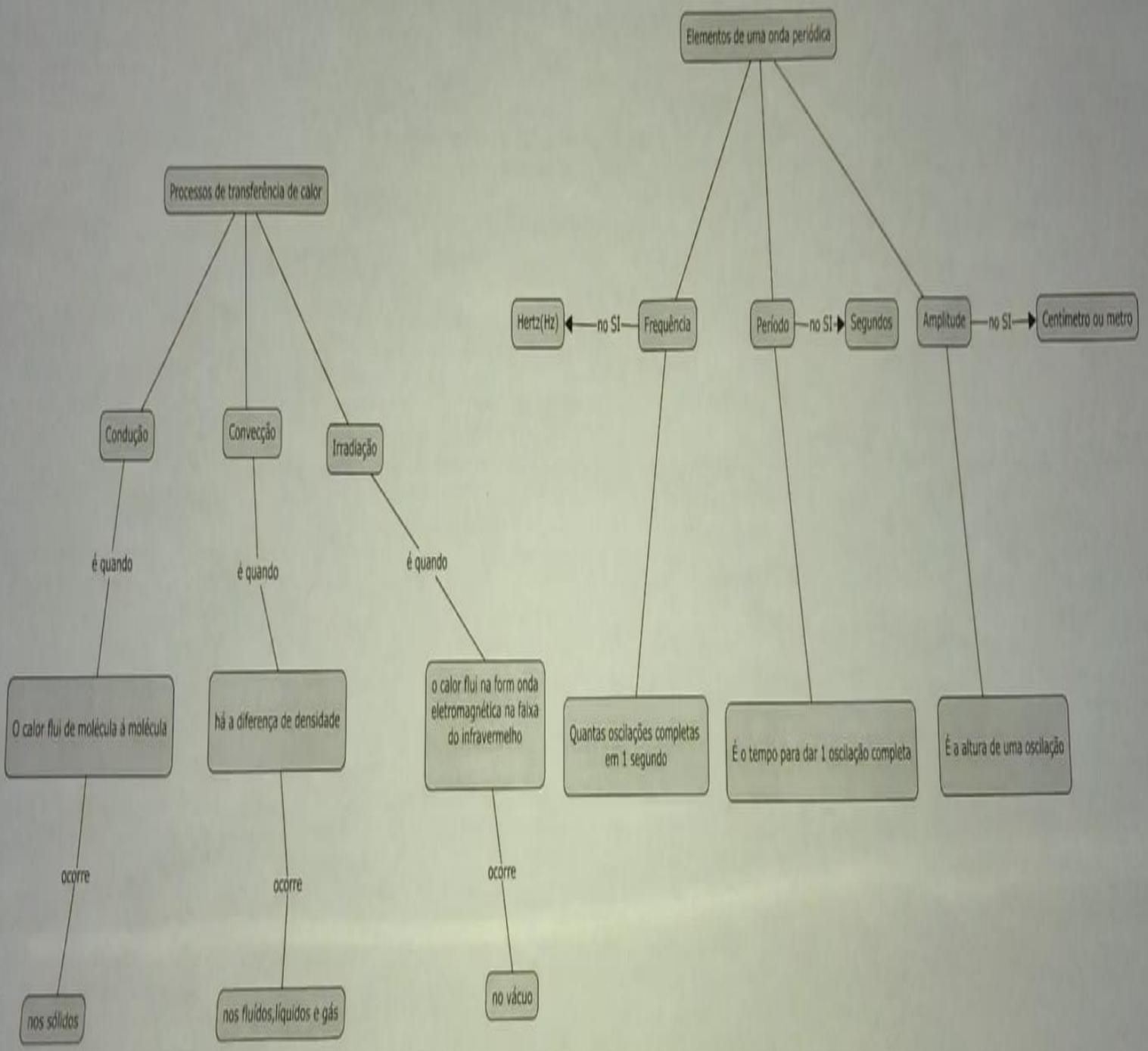
Mapa produzido pelo grupo 9



Mapa produzido pelo grupo 10



Mapa produzido pelo grupo 11



Mapa produzido pelo grupo 12

## Apêndice 1: Planejamento das Aulas

A tabela 7 apresenta o planejamento resumido das aulas desta SD, possibilitando ao leitor uma visão dinâmica da aplicação deste produto.

Tabela 7: Planejamento das Aulas

Horas Aula (50 min)	Data (2018)	Título	Objetivos	Conceitos Físicos	Recursos e Estratégias Metodológicas
3	22/1	“Radiações: riscos e benefícios”	Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes; Apresentar o tema gerador dessa SD;	Espectro eletromagnético; Radiações ionizantes;	Aplicação do questionário; Palestra que apresentou o tema gerador;
3	23/1	Temperatura, calor e seus processos de transferência.	Compreender: Calor, temperatura, processos de transferência de calor e equilíbrio térmico; Associar estes conceitos a eventos cotidianos e aos temas atuais;	Calor; temperatura, processos de transferência de calor; aquecimento global; efeito estufa;	Livro didático; Recursos Visuais; Quadro negro; Giz; Debates;
3	24/1	Ondas Eletromagnéticas	Compreender as grandezas Físicas associadas a onda; Introduzir conceitos ondulatórios de forma contextualizada; Compreender os fenômenos ondulatórios;	Espectro Eletromagnético; Frequência; Amplitude; Período; Comprimento de onda; Velocidade; Reflexão; Refração; Dispersão; Aplicações das Ondas Eletromagnéticas;	Livro didático; Recursos Visuais; Quadro negro; Giz; Debates;
3	25/1	Mapas conceituais	Compreender mapa conceitual; Compreender e utilizar o CmapTools; Relacionar os conteúdos ministrados;	Todos apresentados anteriormente;	Recurso Multimídia; Laboratório de Informática; Uso de software (CmapTools);
3	Fevereiro	Vivenciando a Física	Compreender calor específico; Compreender o funcionamento do micro-ondas;	Calor específico e Temperatura, Frequência, Comprimento de onda e velocidade de onda.	Texto Motivacional; Material impresso; Material utilizado no Experimento;
3	26/1	O lúdico e a Física	Avaliar a aprendizagem;	Todos apresentados anteriormente;	Jogo didático;

## Apêndice 2: Apresentação do tema gerador

### Plano de Aula 1

#### **Radiações: Riscos e Benefícios.**

**Tempo Previsto:** Três aulas de 50 minutos.

**Conteúdos:** espectro eletromagnético – radiações ionizantes

#### **Objetivos de ensino:**

Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de radiações eletromagnética, calor e temperatura e suas relações.

Verificar o modelo de associação que os alunos realizam das radiações eletromagnética com temperatura e calor.

Apresentar teoricamente o tema gerador desta sequência didática, para que os alunos observem a diferença e a relação destes conceitos.

#### **Metodologia:**

**1ª Parte (20 minutos)** – As turmas de segundo ano foram levadas para o auditório da escola, onde receberam um questionário com onze questões, onde sete são de múltipla escolha e quatro são discursivas. Os alunos tiveram quinze minutos para responde-las individualmente. O objetivo específico desta atividade foi fazer um levantamento prévio dos conhecimentos que eles possuíam à cerca do tema gerador bem como sua ligação com os conteúdos específicos.

#### **“Radiações eletromagnética” O que Você sabe sobre elas?**

1) Você já ouviu falar sobre radiações eletromagnética?

( ) Sim ( ) Não

Em caso afirmativo quais são os tipos de radiação de que você já ouviu falar? Cite-os.

2) Elas estão presentes no seu dia a dia?

( ) Sim ( ) Não

3) Você as reconhece utilizando tato, olfato, audição, visão ou paladar?

( ) Sim ( ) Não

4) As radiações eletromagnética são:

- Benéficas;
- Maléficas;
- Benéficas e maléficas;

- 5) São encontradas na natureza?  
 Sim  Não
- 6) Causam danos a nossa saúde?  
 Sim  Não  podem causar danos ou não
- 7) Podem ser utilizadas pela medicina?  
 Sim  Não
- 8) Hoje, ou em algum dia de sua vida, você já ficou exposto a algum tipo de radiação?  
 Sim  Não  
Em caso afirmativo qual (is)?
- 9) Você acha que há relação entre o conceito de temperatura e as radiações eletromagnética?  
 Sim  Não  
Em caso afirmativo qual (is)?
- 10) Você acha que há relação entre o conceito de calor e as radiações eletromagnética?  
 Sim  Não  
Em caso afirmativo qual (is)?
- 11) Em seu entendimento calor e temperatura tem o mesmo significado teórico?  
 Sim  Não

**2ª parte (60 minutos)** – Palestra sobre o tema “Radiações: Riscos e Benefícios”, que foi ministrada, no auditório da escola, pela orientadora deste projeto, Profª Aline Ditz, com objetivo de introduzir o assunto, contextualizar, despertar a curiosidade, esclarecer dúvidas.

**3ª parte (40 minutos)** – Ainda no auditório os estudantes foram divididos em grupos de dez participantes, para debaterem entre eles as informações recebidas durante a palestras, após foi solicitado para que cada grupo expressasse de forma descritiva os pontos que acharam mais importantes e interessantes da palestra, assim como as principais mudanças que ocorreram em seus conhecimentos prévios.

**4ª parte (30 minutos)** – Cada grupo elegeu um participante que fez a leitura do material produzido por eles para o grande grupo e assim sucessivamente, permitindo assim um debate à cerca dos conceitos que foram abordados, mediado pela professora das classes.

**Avaliação:**

Foi avaliada a participação dos estudantes nos debates e na palestra assim como o material escrito produzido pelos grupos.

Apêndice 3: Planos das aulas expositivas dialógicas.

## **Plano de Aula 2**

**Tempo Previsto:** Três aulas de 50 minutos.

**Conteúdo:** Calor e Temperatura.

Calor, temperatura, processos de transferência de calor, aquecimento global, efeito estufa.

### **Objetivos de ensino**

- Associar os conceitos de temperatura e calor.
- Possibilitar ao educando a compreensão do conceito de calor.
- Possibilitar ao educando a compreensão do conceito de temperatura.
- Possibilitar ao educando a compreensão dos processos de transferências de calor.
- Possibilitar que o educando relacione o processo de transferência de calor a seus eventos cotidianos.
- Possibilitar a compreensão do efeito estufa.
- Introduzir conceitos de calor e temperatura de forma contextualizada dando a ele a importância que possui em nosso cotidiano.
- Relacionar o conceito de calor e temperatura a eventos cotidianos dos educandos.

### **Procedimentos:**

#### *Atividade Inicial:*

Utilizando a sequência de figuras abaixo, figuras 2.1 a 2.11, inicie a aula fazendo um breve levantamento do conhecimento prévio dos alunos com relação aos conteúdos a serem abordados.

Você deverá utilizar este material para: anotar, questionar, debater e fazer as ligações que achar pertinente com o conteúdo trabalhado em aula.

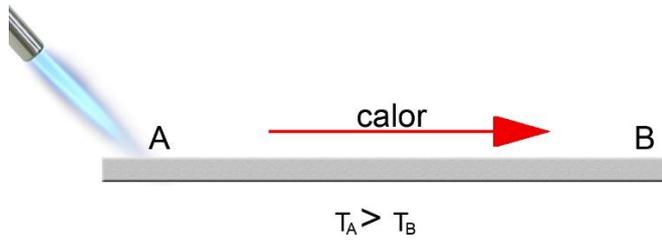


Figura 2.1 Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato



Figura 2.2 Fonte: Elaborada pelos estudantes.

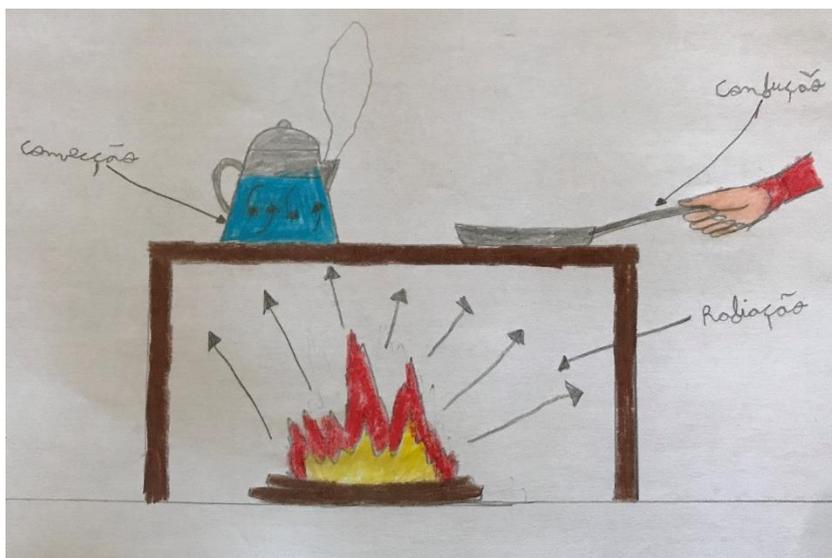


Figura 2.3 Fonte: Elaborada pelos estudantes.



Figura 2.4

Fonte: Foto da autora

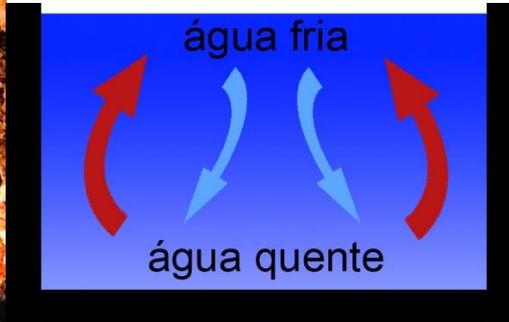


Figura 2.5

Fonte: Elaborado por Raphael Pereira Donato

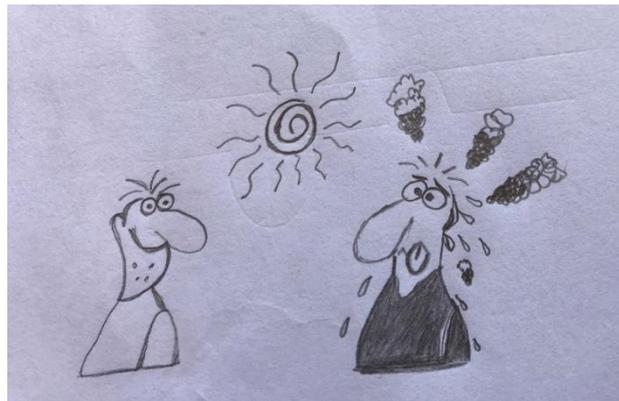


Figura 2.6

Fonte: Elaborado pela autora



Figura 2.7

Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 2.8

Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 2.9

Fonte: Fotos da autora

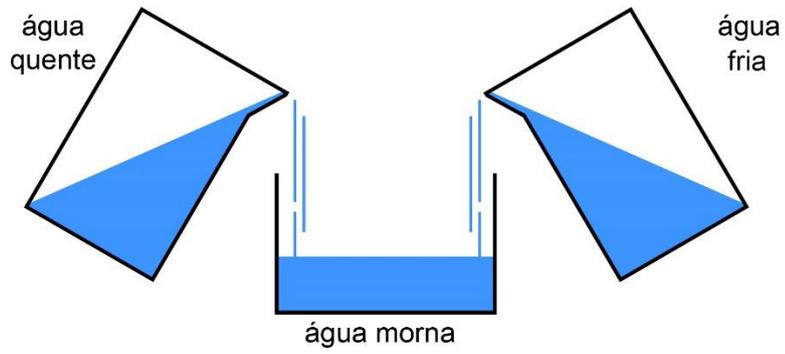


Figura 2.10

Fonte: Elaborado por Raphael Pereira Donato.

*Desenvolvimento:*

Ministrei os conceitos de temperatura, calor e seus processos de transferência, efeito estufa e aquecimento global de maneira descritiva e explicativa utilizando quadro, giz, livro da escola e as Figuras 2.1 a 2.11 como auxílio didático e pedagógico.

Os conceitos trabalhados foram:

**Calor:** “Na história da civilização ocidental, os gregos, já na antiguidade, debatiam a natureza do calor, propondo duas possibilidades: ele estaria associado a um tipo de fluido (calórico ou flogístico) ou à manifestação de vibrações das partículas que compõem os corpos. ” (Oliveira, 2010, p. 162)

**Teoria do Flogístico:** “Segundo essa teoria, proposta no século XVII e XVIII para explicar o aparecimento do fogo, o flogístico seria uma substância liberada pelos corpos durante a combustão. O fato de o fogo se apagar significava que todo o flogístico tinha sido consumido. Seguindo esse mesmo raciocínio, o motivo de um corpo não entrar em combustão se devia a ele não possuir flogístico. ” (Oliveira, 2010, p.163)

**Teoria do Calórico:** “Proposta no século XVIII, essa teoria definia o calor como uma substância que fluiria dos corpos quentes para os corpos frios. As variações de calórico estariam relacionadas às variações de temperatura nos corpos, ou seja, quanto maior a quantidade de calórico de um corpo, maior a sua temperatura e vice-versa. ” (Oliveira, 2010, p. 163)

**Calor:** “Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para um corpo de temperatura mais baixa. É importante observar que a matéria não *contém* calor. A matéria contém energia cinética molecular e possivelmente energia potencial, não calor. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor. (Como analogia, o trabalho também é energia em trânsito. Um corpo não contém trabalho. Ele realiza trabalho ou trabalho é realizado sobre ele). ” (Hewitt, 2002, p.270)

**Temperatura:** “A temperatura está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância. Mais especificamente, a temperatura é proporcional à energia

cinética média “translacional” do movimento molecular. As moléculas podem também rodar e vibrar, com energia cinética rotacional e vibracional correspondentemente associadas – mas esses movimentos não afetam diretamente a temperatura.

O efeito da energia cinética translacional versus a energia cinética rotacional e vibracional é verificado dramaticamente em um forno de micro-ondas. As micro-ondas que bombardeiam sua comida fazem com que determinada molécula da comida, principalmente as de água, oscilem invertendo sua orientação de um sentido para o outro, com uma energia cinética rotacional considerável. Porém as moléculas que oscilam não cozinham de fato a comida. O que eleva a temperatura e cozinha efetivamente a comida é a energia cinética translacional comunicada as moléculas vizinhas que ricocheteiam nas moléculas oscilantes de água. (Para visualizar isso, imagine um punhado de bolas de gude que são espalhadas, passando a voar em todas as direções, após colidirem com as lâminas gigantes de um ventilador.) Se as moléculas vizinhas não interagissem com as moléculas oscilantes de água, a temperatura da comida não seria diferente do que era antes do forno ser ligado. ” (Hewitt, 2002, p. 267)

**Quente e Frio:** É comum associarmos quente com muito calor e o frio a uma ausência de calor, mas na verdade quente e frio são apenas sensações que dependem de uma comparação entre as temperaturas de dois sistemas. Assim quente e frio se relaciona com a perda ou o ganho de calor e isso só ocorre se houver uma diferença de temperatura entre os sistemas analisados. Este é um ponto divergente na literatura utilizada nesta pesquisa. A definição utilizada nesta aula é a minha percepção do conceito quente e frio.

**Calor específico:** Você provavelmente já deve ter notado que alguns alimentos permanecem quentes por mais tempo que outros. Se você pegar uma torrada de dentro da torradeira elétrica e simultaneamente derramar sopa quente dentro de uma tigela, alguns minutos mais tarde a sopa ainda estará agradavelmente morna, enquanto a torrada terá esfriado. Analogamente, se você esperar um pouco antes de comer um pedaço quente de bife e uma concha de purê de batatas, ambos inicialmente a mesma temperatura, você descobrirá que a carne esfria mais rapidamente que a batata. Substâncias diferentes possuem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna. Se aquecermos uma panela com água no fogão, descobriremos que leva cerca de 15 minutos para que sua temperatura se eleve da temperatura ambiente até a temperatura de ebulição. Se fosse a mesma quantidade de prata ela demoraria menos de um minuto para sofrer a mesma variação de temperatura.

Sendo,  $Q$  a quantidade de energia recebida ou cedida por um sistema para variar sua temperatura em  $\Delta T$  de uma quantidade de massa  $m$ .

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde,  $c$  é o calor específico da substância, medido em  $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  ou no SI em  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ . O calor específico de qualquer substância é definido como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau. (Adaptado pela autora, Hewitt, 2002, p. 272)

**Processo de transferência de calor:** “ Para ocorrer troca de calor (energia) entre dois corpos, é necessário que exista uma diferença de temperatura entre eles. Assim, o calor se transfere do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura até que atinjam a mesma temperatura. A este estado comum dos corpos damos o nome de equilíbrio térmico. Quando os corpos se encontram em equilíbrio térmico não há fluxo de calor. O calor pode fluir de um corpo a outro de maneiras distintas: condução, convecção e radiação. “ (Oliveira, 2010, p.247)

**Condução:** “Quando uma molécula (de um sólido, de um líquido ou de um gás) começa a vibrar com mais intensidade, por causa do aumento de sua energia cinética (temperatura) ao receber calor de alguma fonte, ela transfere parte de sua energia as moléculas mais lentas a seu redor, através de colisões. A energia cinética molecular inicialmente concentrada no lado de maior temperatura de um dado corpo se redistribui até que todas tenham a mesma energia. Ou seja, ela é transferida pelas moléculas diretamente para suas vizinhas sem que haja deslocamento. ” (Oliveira, 2010, p.247)

**Convecção:** “A transferência de energia se dá por meio do deslocamento de massa (moléculas) nos líquidos e nos gases. Ou seja, o calor é transportado de um lugar para o outro pelo movimento de massa, de quantidade de matéria. Só ocorre em gases e líquidos uma vez que nos sólidos os átomos estão fortemente ligados em uma posição dentro de uma estrutura cristalina (em torno da qual só podem oscilar). Por exemplo, se colocarmos uma panela com água no fogo, o fluido em contato com a parte de baixo da panela é aquecido, suas moléculas começam a se mover mais rapidamente e a se afastarem umas das outras (Expansão Térmica). Assim, o volume aumenta e a densidade da água diminui e surge uma força de empuxo que a desloca para parte de cima da panela. Então o líquido mais denso que está a uma temperatura menor desce para o

fundo da panela e o ciclo se repete de modo que as correntes de convecção mantenham o líquido circulando fazendo a energia dentro da panela ser distribuída. ” (Oliveira, 2010, p.247)

**Radiação:** “Pense no calor que o Sol transfere continuamente para a Terra. Como não há um meio material entre eles, esse calor se propaga através de ondas eletromagnéticas, no processo que chamamos de Radiação. De forma mais abrangente, os corpos emitem radiações térmicas a qualquer temperatura, e, quanto maior ela for, maior será a intensidade de radiação emitida. O nosso corpo, por exemplo, emite radiações, assim como uma lâmpada acesa e um ferro de passar elétrico. Essas Radiações são ondas eletromagnéticas (principalmente radiações infravermelhas) capazes de se propagar em qualquer meio, inclusive no vácuo.

No momento em que a energia radiante incide num corpo, uma parte é absorvida por ele, outra parte pode ser transmitida através desse corpo e uma terceira parte é refletida.

Quando um corpo recebe radiação, ele se aquece proporcionalmente à sua capacidade de absorver energia, de modo que um corpo com boa capacidade de absorção é também um bom emissor de radiação. De maneira geral, corpos escuros possuem alta absorvidade e baixa refletividade (bons absorvedores e emissores), e corpos claros e polidos possuem baixa absorvidade e alta refletividade (maus absorvedores e emissores).” (Barreto, 2013, vol 2, p. 132-133)

**Aquecimento Global:** Tópico discutido utilizando texto apresentado no livro didático da escola intitulado “ Como os polos ajudam a manter o equilíbrio térmico da Terra? ”. (Barreto, 2013, p. 136)

**Efeito Estufa:** Tópico discutido utilizando texto apresentado no livro didático da escola intitulado “Aplicações da Radiação Térmica”. (Barreto, 2013, p. 133-134)

- Entreguei para cada estudante a sequência de figuras apresentadas, para que eles de forma escrita associassem as ideias conceituais do grupo a cada imagem.

*Fechamento:*

Fiz uma brincadeira com eles onde eu contei uma história cheia de situações cotidianas onde há ocorrência de um ou mais processos de transferência de calor e eles tinham que dizer a qual(is) processo(s) de transferência de calor aquela situação estava associada.

Organizei um debate com a classe sobre os conceitos desenvolvidos em aula, sua importância em nosso cotidiano, assim como sua importância ambiental. Foi discutido também a consciência ambiental necessária para a vida em sociedade e para o planeta.

### **Recursos:**

- Quadro e giz.
- Material impresso entregue aos estudantes.

**Avaliação:** Foram avaliados a lista de exercício do livro página 76 e 77, exercícios do 1 ao 7, da página 128 do 1 e 2, da página 131 do 1 ao 5 e finalmente da página 135 do 1 ao 7, totalizando 23 questões e o envolvimento da classe nos debates gerados. Os estudantes utilizaram o livro didático para resolução das referidas questões e suas respostas foram registradas em seus cadernos. A professora fez correção das mesmas na aula seguinte.

### **Exercitando os Conceitos:**

- 1) Sobre o conceito de calor alguns alunos de um curso de Física responderam:
  - a) É uma forma de medir a temperatura dos corpos.
  - b) É a energia que os corpos liberam quando atritados.
  - c) É a energia transferida entre corpos quando eles apresentam temperaturas diferentes.
  - d) É a temperatura transferida entre dois corpos.
  - e) É a energia cinética das moléculas de um corpo.Qual das respostas é correta?
  
- 2) Esses mesmos alunos, ao serem interrogados sobre o conceito de temperatura, responderam:
  - a) É a quantidade de calor armazenada por um corpo.
  - b) Se a temperatura de um corpo aumenta é porque ele cedeu calor para o meio externo.
  - c) Ao perder o calor armazenado em seu interior, a temperatura do corpo diminui.
  - d) Quando um corpo cede calor para o meio externo, sua temperatura diminui.
  - e) Nenhuma das respostas anteriores é verdadeira.Qual das respostas é correta?

- 3) Considere uma situação na qual um corpo M, à temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$ , é colocado em contato com outro corpo N, à temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , num local isolado termicamente do exterior. Nessas condições, responda:
- O que ocorre com a temperatura desses dois corpos, depois de determinado tempo?
  - Depois de algum tempo, os corpos atingirão um estado térmico comum? Em caso positivo, como é denominado este estado?
- 4) Ao medir a temperatura de um doente, o médico mantém o termômetro em contato com o corpo da pessoa doente durante alguns minutos. Há motivo para esta atitude?
- 5) É importante rever os conceitos de calor e de temperatura, pois são grandezas Físicas diferentes. Por isso, analise as afirmações seguintes e identifique as alternativas corretas.
- Temperatura é a medida do nível de energia interna de um corpo.
  - Calor é a energia térmica em trânsito, entre dois corpos ou sistemas, devido à existência de diferença de temperatura entre eles.
  - Após certo tempo, as temperaturas dos dois corpos igualam-se e o fluxo de calor é interrompido. Nesse instante, diz-se que os corpos estão em equilíbrio térmico.
- Somente I está correta.
  - Somente I e II estão corretas.
  - Somente II e III estão corretas.
  - I, II e III estão corretas.
  - Nenhuma está correta.
- 6) Um aluno verificou em um experimento de Termologia que, quando se coloca um corpo quente perto de um corpo frio, este se aquece à proporção que o corpo quente se esfria. Justifique esta conclusão<sup>6</sup>.
- 7) Verifique se a seguinte afirmação está correta e justifique sua resposta.

É através da sensação térmica que chegamos ao conceito de temperatura. Portanto, podemos usá-la como um critério seguro para medir o estado térmico de um sistema.

---

<sup>6</sup> Esta questão foi problematizada em sala de aula durante a correção dos exercícios, pela utilização de corpo quente e corpo frio. Foi perguntado aos alunos se está é uma afirmação correta? Discutimos o erro conceitual envolvido nesta questão.

- 1) A respeito do fluxo de calor através de uma parede, é correto afirmar:
- a) Não depende do material que constitui a parede.
  - b) É inversamente proporcional à área da parede.
  - c) É diretamente proporcional à espessura da parede.
  - d) É diretamente proporcional à temperatura entre as duas faces.
- 2) A função das roupas de lã usadas no inverno é:
- a) Transferir calor do ambiente para o corpo.
  - b) Impedir a entrada do frio do ambiente para o corpo.
  - c) Reduzir o calor transferido do corpo para o ambiente.
  - d) Ativar a circulação do sangue no organismo.
  - e) Reduzir a transpiração, evitando com isso as quantidades de calor necessárias para a evaporação do suor.
- 1) A respeito dos fornos utilizados nas cozinhas, explique:
- a) Por que as prateleiras são feitas na forma de grades e com materiais considerados bons condutores de calor?
  - b) Por que se utiliza poliuretano nas paredes dos fornos?
- 2) Por que o ar parado é frequentemente utilizado como isolante térmico?
- 3) Num planeta onde não existem fluidos não é possível a propagação de calor por<sup>7</sup>:
- a) Condução.
  - b) Convecção.
  - c) Irradiação.
  - d) Condução e convecção.
  - e) Convecção e irradiação.
- 4) Em certos dias, verifica-se o fenômeno de inversão térmica, que causa o aumento de poluição, pelo fato de a atmosfera apresentar maior estabilidade. Essa ocorrência é devida ao seguinte fato:
- a) A temperatura das camadas inferiores do ar atmosférico permanece superior à das camadas superiores.
  - b) A convecção força as camadas poluídas a circular.
  - c) A condutibilidade do ar diminui.
  - d) A temperatura do ar torna-se homogênea.
  - e) As camadas superiores do ar atmosférico têm temperatura superior à das camadas inferiores.

---

<sup>7</sup> Questão problematizada durante a correção, pois utiliza irradiação como processo de transferência de calor que foi ministrado em aula como processo de transferência de calor por radiação. Foi debatido a diferença conceitual existente entre as duas palavras.

- 5) A convecção é uma forma eficiente de transferência de calor e está presente na Natureza. Alguns exemplos disso são encontrados no revestimento do corpo de determinadas espécies de animais que procuram manter o equilíbrio térmico corporal, independentemente da temperatura ambiente, por meio do isolamento térmico. Sobre a convecção, é correto afirmar:
- I A gordura é um mau condutor de calor e, no caso das focas e das baleias, que tem espessas camadas de gordura, desempenha o papel de isolar o corpo das águas geladas.
  - II Os pelos que cobrem os corpos dos animais são formados por células mortas e são bons isolantes térmicos. Eles mantêm o ar retido junto da pele.
  - III As penas, embora funcionem como isolantes térmicos, quando eriçadas aumentam a camada de ar que fica retida próximo a pele e com isso aumenta a capacidade de isolar, termicamente, o corpo do meio.
- 1) Dois termômetros iguais marcam inicialmente a mesma temperatura, e um deles possui o bulbo escurecido. Se ambos forem colocados ao sol, o que podemos verificar depois de certo tempo em relação à temperatura de cada um?
- 2) Quando levamos a mão bem próxima a base de um ferro elétrico, sentimos a mão “queimar”. Isso acontece porque houve transmissão de calor entre o ferro e a mão, principalmente por:
- a) Condução.
  - b) Convecção.
  - c) Irradiação
  - d) Condução e convecção.
  - e) Convecção e irradiação.
- 3) Em que processo de transmissão de calor é predominante a transmissão por irradiação?
- a) De uma barra de gelo para um barril de chope colocado abaixo dela.
  - b) De um ferro de passar para o tecido a ser passado.
  - c) Da chama do fogão para a panela contendo água.
  - d) Do Sol para Lua.
- 4) A seguir você encontra quatro afirmações que se referem à transferência de energia de um corpo para outro. Verifique se elas são corretas:
- I. A transferência de energia por condução só ocorre se os corpos estiverem em temperaturas diferentes.
  - II. A transferência de energia por convecção ocorre em meios fluidos.
  - III. A convecção é a forma como o calor do Sol se propaga até a Terra.
  - IV. A transferência de energia por radiação não ocorre se os corpos estiverem no vácuo.
- 5) Uma garrafa térmica, do tipo das usadas para manter café quente, consiste em um recipiente de vidro de paredes duplas com vácuo entre as paredes. Essas paredes são espelhadas. O vácuo e as paredes espelhadas são usados para dificultar a transmissão de calor, estando relacionados com uma ou mais formas de transmissão. Assinale a alternativa que relaciona corretamente as características da garrafa térmica com as formas de transmissão de calor que essas características tentam impedir.

- a) Parede espelhada – condução; vácuo – radiação;
  - b) Parede espelhada – condução; vácuo – radiação e convecção;
  - c) Parede espelhada- radiação; vácuo condução e convecção;
  - d) Parede espelhada- radiação; vácuo radiação, condução e convecção;
- 6) O fato de usarmos roupas claras no verão é explicado porque elas:
- a) Propagam menos calor por condução.
  - b) Propagam menos calor por convecção.
  - c) Propagam menos calor por irradiação.
  - d) Absorvem mais calor.
  - e) Absorvem menos calor.
- 7) O chamado “efeito estufa”, devido ao excesso de gás carbônico presente na atmosfera, provocado pelos poluentes, faz aumentar a temperatura, porque:
- a) A atmosfera é transparente à energia radiante do Sol e opaca as ondas de calor.
  - b) A atmosfera é opaca à energia radiante do Sol e transparente para ondas de calor.
  - c) A atmosfera é transparente tanto para a energia radiante do sol como para as ondas de calor.
  - d) A atmosfera funciona como um meio refletor para a energia radiante e como meio absorvente para a energia térmica.

### **Referências:**

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 2, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 304 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**, 9ªed., Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

[OLIVEIRA, 2010] OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em Contextos: pessoal, social, histórico**; volume 2. São Paulo: Fdt, 2010. 496 p.

### **Plano de Aula 3**

**Tempo Previsto:** Três aulas de 50 minutos.

**Conteúdo:** Ondas Eletromagnéticas.

- Ondas eletromagnéticas, frequência, período, comprimento de onda, velocidade de onda, espectro eletromagnético, reflexão, refração, dispersão da luz branca, aplicações das ondas eletromagnéticas.

### **Objetivos de ensino**

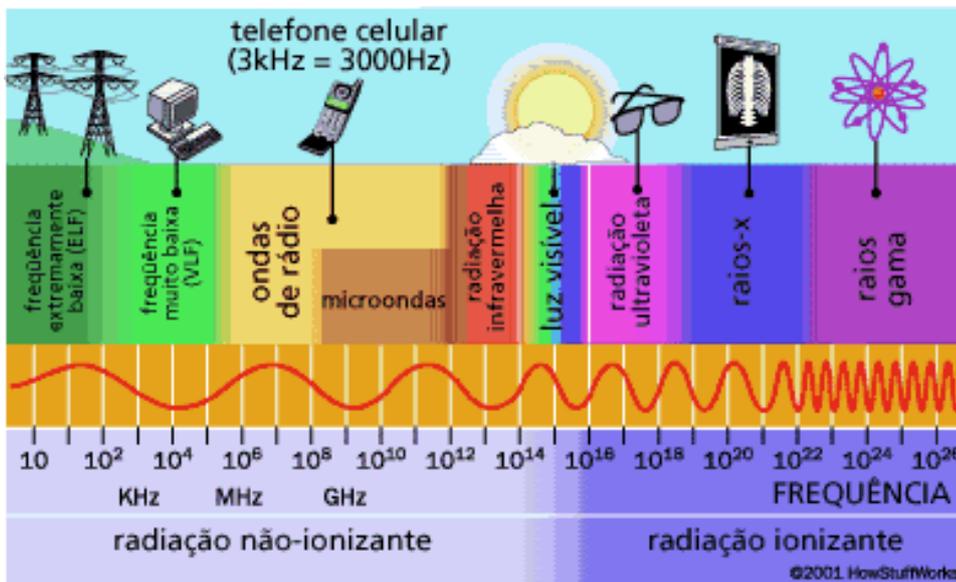
- Associar os conceitos de frequência e período e de comprimento de onda e velocidade de onda.
- Possibilitar ao estudante a compreensão do conceito de ondas, com ênfase nas ondas eletromagnéticas.
- Possibilitar ao estudante a compreensão das grandezas Físicas comprimento de onda e frequência envolvidas na equação que permite o cálculo da velocidade de uma onda.
- Possibilitar ao educando a compreensão dos conceitos de reflexão e refração relacionando esses conceitos ao efeito estufa e os fenômenos estudados anteriormente.
- Introduzir conceitos ondulatórios de forma contextualizada dando a ele a importância que possui em nosso cotidiano.
- Relacionar o conceito de ondas eletromagnéticas a eventos cotidianos dos estudantes.

### **Procedimentos:**

#### *Atividade Inicial:*

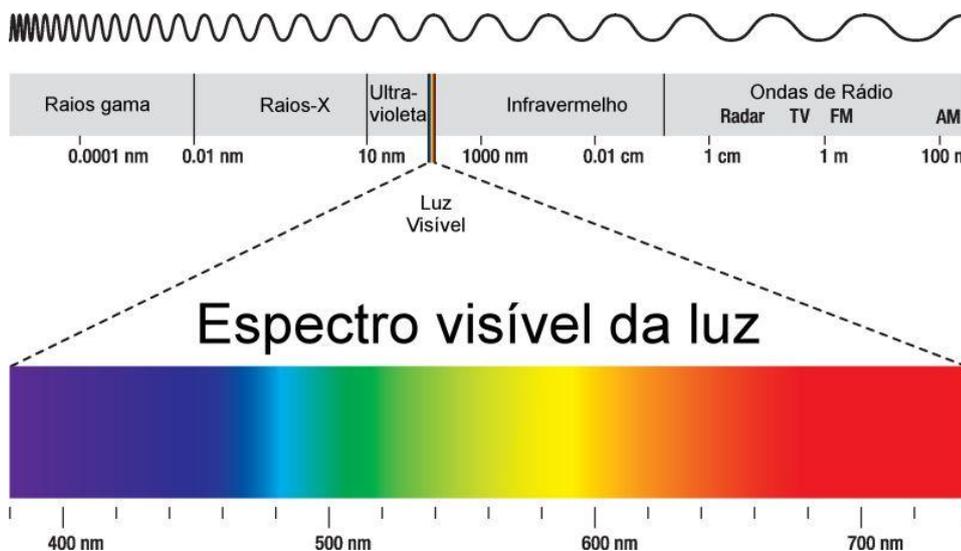
- Inicie a aula corrigindo as questões da aula passada e discutindo suas respostas e dúvidas.
- Utilizando a sequência de figuras, Figuras 4.1 a 4.8, fiz um breve levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes com relação aos conteúdos a serem abordados.

Você deverá utilizar este material para: anotar, questionar, debater e fazer as ligações que achar pertinente com o conteúdo trabalhado em aula.



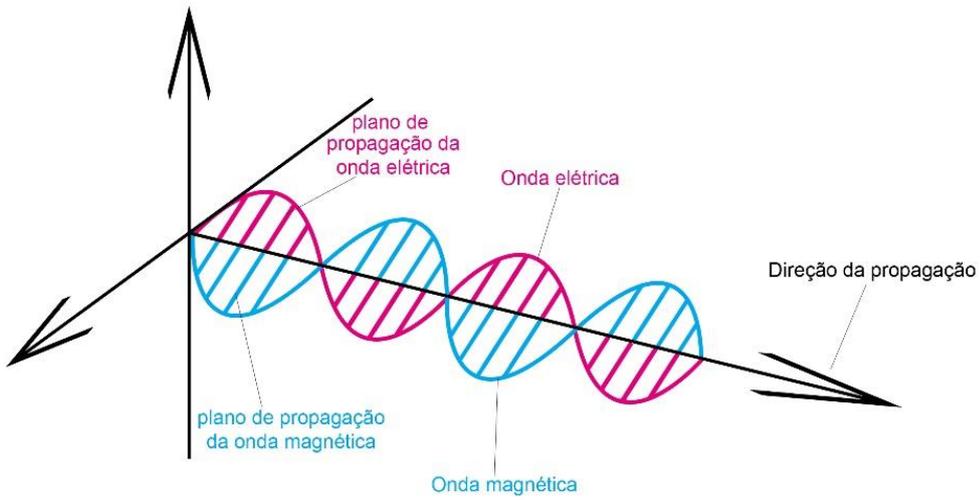
**Figura 3.1**

Figura disponível em: <http://refensdafisica.tumblr.com/post/19975814934/espectroelectromagn%C3%A9tico>. Acesso em 4 de dezembro de 2016.

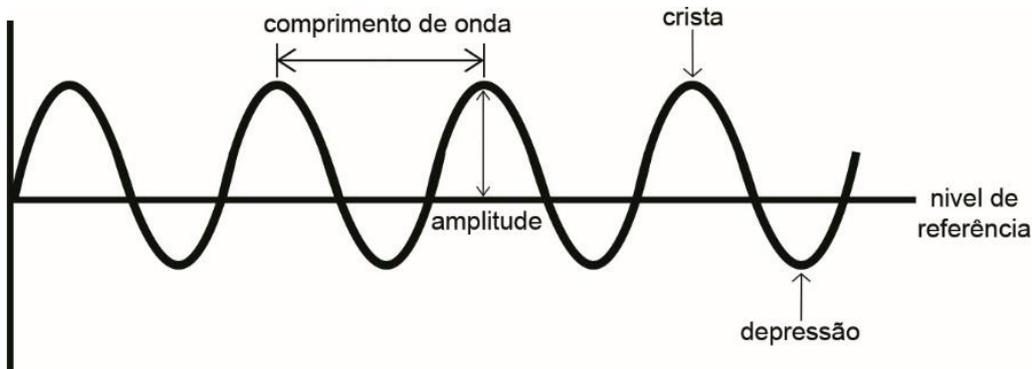


**Figura 3.2**

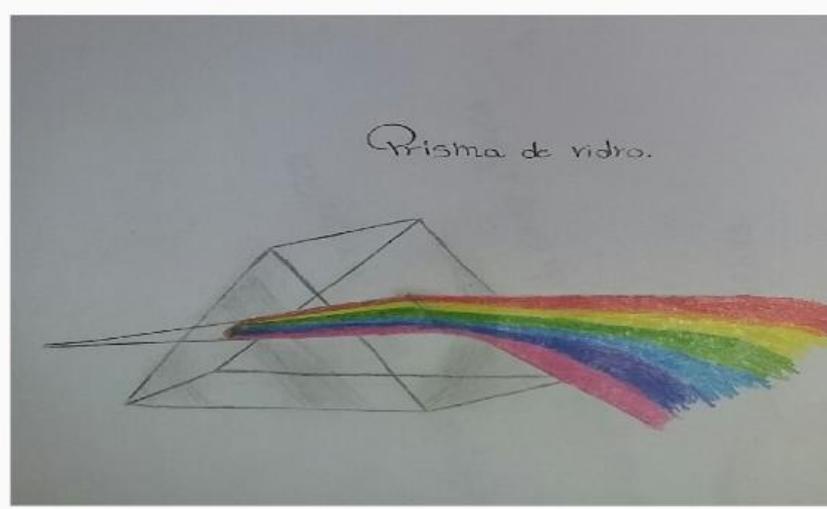
Figura disponível em: <http://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnético/>. Acesso em 4 de dezembro de 2016.



**Figura 3.3**  
 Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato



**Figura 3.4**  
 Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato

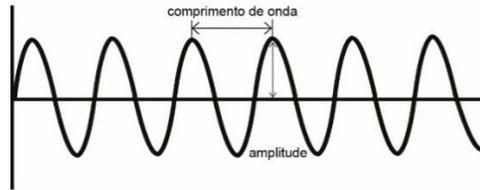
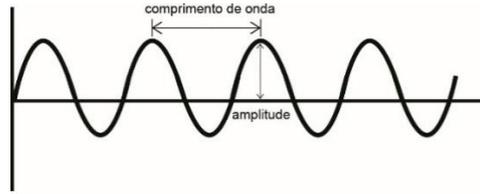


**Figura 3.5**  
 Fonte: Elaborado pelos estudantes



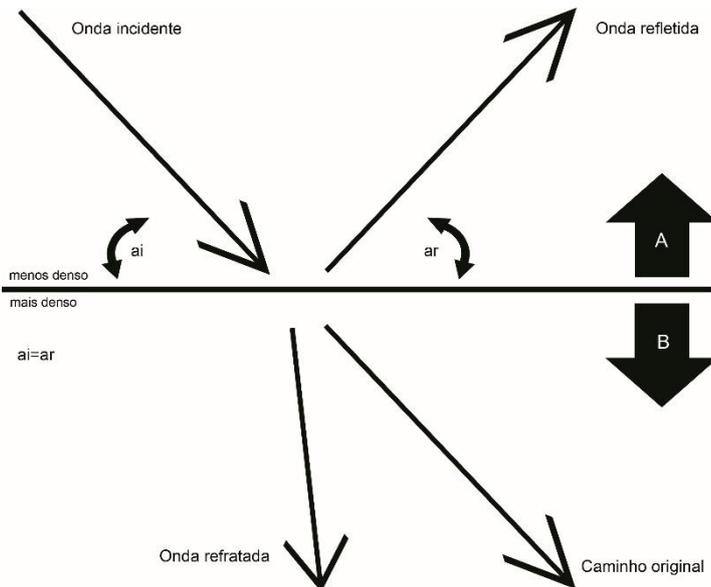
**Figura 3.6**

Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato



**Figura 3.7**

Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato



**Figura 3.8**

Fonte: Elaborada por Raphael Pereira Donato

- **Os conceitos trabalhados foram:**

**Movimento Ondulatório:** “A maior parte da informação que obtemos da vizinhança chega a nós na forma de algum tipo de onda. É através do movimento ondulatório que o som chega aos nossos ouvidos, a luz chega aos nossos olhos e os sinais eletromagnéticos aos nossos aparelhos de rádio e televisão. Através do movimento ondulatório, a energia pode ser transferida de uma fonte para um receptor sem que ocorra transferência de matéria entre os dois lugares.” (Hewitt, 2002, p. 332 – 333)

**Ondas Mecânicas:** “As ondas mecânicas necessitam de meios materiais para se propagar. Neste caso, uma porção do meio oscila em torno de um ponto de equilíbrio. Isso ocorre com a onda na superfície da água, com a onda ao se propagar na corda ou na onda sonora a se propagar no ar. As ondas mecânicas não se propagam no vácuo.” (Barreto, 2013, vol.3, p. 204)

**Ondas eletromagnéticas:** “As ondas eletromagnéticas não dependem do meio para se propagar. A luz visível é um exemplo de onda eletromagnética. Outros exemplos são as ondas infravermelhas e ultravioleta, as ondas de rádio, os raios X e as micro-ondas. Essas ondas são constituídas por dois campos variáveis que se propagam (campo elétrico e campo magnético). Quando se propagam no vácuo, a velocidade das ondas eletromagnéticas é de aproximadamente 300 000 Km/s.” (Barreto, 2013, p. 204 – 205)

**Amplitude (A):** “A amplitude pode ser entendida como a distância do ponto de equilíbrio ao ponto de elongação máxima, ou seja, a amplitude corresponde a distância entre a posição do ponto de equilíbrio e a posição mais afastada dele possível.” (Barreto, 2013, vol 3, p.193)

**Oscilação:** “Uma oscilação corresponde ao movimento de ida e de volta em torno da posição de equilíbrio.” (Barreto, 2013, vol. 3, p. 193)

**Comprimento de onda ( $\lambda$ ):** “É a distância que vai de uma crista a outra adjacente, ou, equivalentemente, o comprimento de onda é a distância entre quaisquer duas partes idênticas e sucessivas da onda. Os comprimentos de onda das ondas na praia são medidos em metros, já os das ondulações em uma poça são medidas em centímetros, enquanto os da luz são medidos em bilionésimos de metro (nanômetro).” (Hewitt, 2002, p. 331)

**Período (T):** Denominamos período o tempo necessário para que ocorra uma oscilação completa do movimento oscilatório. Esta grandeza Física é medida em segundos. (Adaptado pela autora, Barreto, 2013, vol.3, p. 193)

**Frequência (f):** É o número de oscilações completas executadas durante o movimento oscilatório por unidade de tempo. A unidade da frequência é 1/s que equivale a Hertz (Hz). As grandezas Físicas período e frequência podem ser relacionadas pelas equações:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

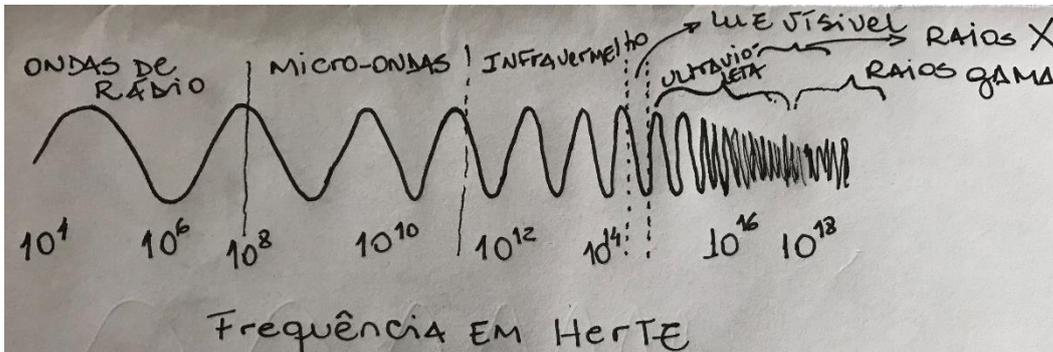
Concluimos que um é o inverso do outro, toda vez que um movimento oscilatório possui frequência grande seu período será pequeno e vice-versa. (Adaptado pela autora, Barreto, 2013, vol.3, p. 193)

**Velocidade de onda (v):** “Podemos denominar a velocidade de propagação das ondas periódicas por meio de uma analogia ao movimento uniforme. Sabendo que:  $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Pela definição, o deslocamento da onda durante um período **T** é o comprimento de onda  $\lambda$ . Assim,  $\Delta S = \lambda$  e  $\Delta t = T$  Então,  $v = \frac{\lambda}{T}$ , como  $T = \frac{1}{f}$ , temos que  $v = \lambda \cdot f$

Essa equação é conhecida como equação fundamental da ondulatória, e podemos aplicá-la em ondas sonoras, ondas luminosas, ondas em cordas.” (Barreto, 2013, vol.3, p. 212)

**Espectro eletromagnético:** “No vácuo, as ondas eletromagnéticas se propagam com a mesma rapidez e diferem entre si nas suas frequências. A classificação das ondas eletromagnéticas, baseada na frequência, constitui o espectro eletromagnético. O espectro é organizado em ordem crescente de suas frequências, começando pelas ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.” (Adaptado pela autora, Hewitt, 2002, p. 442)

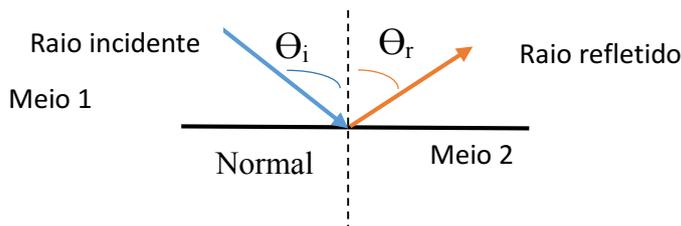


Fonte: Elaborado pela autora.

**Reflexão:** Na reflexão de ondas, quando uma onda atinge uma barreira, ela retorna ao meio em que estava, pois, cada ponto da barreira se torna uma fonte de onda secundária. As características da onda incidente e da onda refletida são idênticas, mantendo os valores de velocidade, comprimento de onda e frequência inalterados.

A reflexão do som é o fenômeno denominado eco.

A reflexão da luz pode ser: especular ou difusa. (Adaptado pela autora, Barreto, 2013, vol.3, p. 216)



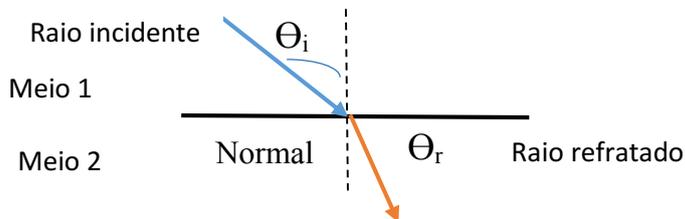
Fonte: Elaborado pela autora.

### Leis da Reflexão

1º Lei da Reflexão: A primeira lei da reflexão nos diz que o raio incidente, o raio refletido e a normal a superfície de separação dos dois meios pertencem ao mesmo plano.

2º Lei da Reflexão: A segunda lei da reflexão nos diz que o ângulo formado entre o raio incidente e a normal é exatamente o mesmo ângulo formado entre a normal e o raio refletido.  $\theta_i = \theta_r$

**Refração:** “Quando uma onda se propaga de um meio para outro com características diferentes, dizemos que ela sofreu refração. Ao passar pela superfície de separação entre dois meios, a velocidade da onda é alterada, podendo sofrer um desvio em sua direção. A variação da velocidade é relacionada com a variação no comprimento de onda, visto que a frequência se mantém constante por ser uma característica da fonte.” (Barreto, 2013, p. 216)



Fonte: Elaborado pela autora.

### Leis da Refração

1º Lei da Refração: A primeira lei da refração nos diz que o raio incidente, o raio refratado e a normal a superfície de separação dos dois meios pertencem ao mesmo plano.

2º Lei da Refração: Também conhecida como lei de Snell-Descartes ela descreve a trajetória da onda refratada. Partindo do índice de refração do meio que é obtido pela expressão:  $n = \frac{c}{v}$  onde  $c$  é a velocidade da luz no vácuo e  $v$  a velocidade da luz no meio em que ela está se propagando, como ambas velocidades possuem a mesma unidade Física, o índice de refração é adimensional ou seja não possui unidade de medida.

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

Isolando a velocidade da luz na primeira e substituindo na segunda obtemos as seguintes relações na refração de uma onda:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

**Dispersão da luz branca:** “Quando a luz solar (policromática) atravessa inúmeras gotículas cristalinas de água, ela é decomposta em suas componentes monocromáticas: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. É por isso que os arco-íris são formados somente quando há sol e chuva ao mesmo tempo, ou quando acabou de chover e gotículas de água ainda se encontram em suspensão. Quando penetra em uma gota de chuva, um raio de luz solar sofre dispersão (primeira refração), em seguida reflexão total no interior do pingo e, por fim, uma segunda refração, que acentua a abertura do leque de cores.” (Oliveira, 2010, p. 284 – 285)

**Aplicações das ondas eletromagnéticas:** As aplicações das ondas eletromagnéticas foram apresentadas pela profissional da área Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Guerra Dytz, durante sua palestra que ocorreu no primeiro encontro dessa SD.

*Desenvolvimento:*

- Ministrei os conceitos necessários para compreensão das ondas eletromagnéticas de maneira descritiva e explicativa utilizando quadro, giz e as imagens das Figuras 4.1 a 4.8 como auxílio didático e pedagógico.
- Demonstrei o experimento com prismas, discutindo com o grande grupo elementos fundamentais, como; dispersão da luz branca e frequência das cores que compõe a luz branca.



Fonte: Fotos da autora.

- Demonstrei o fenômeno de refração que ocorre quando, em um copo com água colocamos um canudo, ele parece estar quebrado, pela mudança de meio de propagação da luz, alterando sua velocidade de propagação. Discuti com o grande grupo o fenômeno observado bem como os conceitos mais específicos que explicam o fenômeno.



Fonte: Foto da autora.

### *Fechamento:*

- Fiz uma brincadeira contando uma história cheia de situações cotidianas onde as ondas eletromagnéticas estavam presentes e os estudantes tinham que dizer a qual onda do espectro eletromagnético o fenômeno estava associado.
- Organizei um debate, mediado por mim, sobre os conceitos desenvolvidos em aula, sua importância em nosso cotidiano, assim como sua importância em diversos setores de nossa sociedade.
- Propus a resolução dos exercícios do volume 3 do livro página 256 números 1, 2 e 5, e da página 262 do 1 ao 3, para ser entregue na próxima aula, com o objetivo de identificar as possíveis dificuldades individuais na compreensão dos conceitos físicos trabalhados. Os estudantes utilizaram o livro didático emprestado pelos estudantes do terceiro ano para resolução das referidas questões e suas respostas foram registradas em seus cadernos. A professora fez correção das mesmas na aula seguinte.

### **Recursos:**

- Quadro e giz.
- Imagens impressas entregues aos estudantes.

**Avaliação:** Foram avaliados a lista de exercícios do livro e o envolvimento da classe nos debates gerados. Os estudantes utilizaram o livro didático do 3ºano para resolução das referidas questões e suas respostas foram registradas em seus cadernos. A professora fez correção das mesmas na aula seguinte.

### **Exercitando os Conceitos:**

- 1) Analise as afirmações a seguir e identifique a alternativa correta.
    - I. Ondas de rádio são mecânicas e ondas de luz são eletromagnéticas.
    - II. Ondas de rádio e de luz podem surgir do movimento vibratório de elétrons.
    - III. Ondas de rádio e de luz são ondas eletromagnéticas.
- a) Somente I está correta.
  - b) Somente dois está correta.
  - c) Somente III está correta.
  - d) Somente I e II estão corretas.
  - e) Somente II e III estão corretas.

2) As ondas de rádio, a luz visível, os raios X e os raios gamas têm em comum no vácuo:

- a) O comprimento de onda.
- b) O período.
- c) A amplitude.
- d) A velocidade.
- e) A frequência.

5) A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no ar é de aproximadamente  $3 \cdot 10^8$  m/s. Uma emissora de rádio que transmite sinais (ondas eletromagnéticas) de 9,7 MHz pode ser sintonizada em ondas curtas na faixa (comprimento de onda) de aproximadamente:

- a) 19 m      b) 25 m      c) 31 m
- d) 49 m      e) 60 m

1) Indique a alternativa cuja afirmação está correta.

- a) A frequência da luz verde é maior que a frequência da radiação infravermelha.
- b) A luz visível apresenta uma frequência maior que as frequências dos raios X e raios gama.
- c) A luz visível tem frequência menor que a frequência das ondas de rádio.
- d) A velocidade da luz azul, no vácuo é maior que a velocidade dos raios X.
- e) As micro-ondas têm velocidade menor, no vácuo, que a velocidade da radiação ultravioleta.

2) Ao observarmos a radiografia de uma parte de nosso corpo, as posições correspondentes aos ossos ficam claras nas chapas. Isso acontece porque nos corpos que são constituídos de átomos pesados:

- a) Existe uma interferência de raios X.
- b) Existe uma difração de raios X.
- c) Existe uma reflexão de raios X.
- d) É maior a absorção de raios X.
- e) É menor a absorção de raios X.

3) Analise as afirmações a seguir e indique qual(is) é(são) a(s) correta(s).

I. Examinando o espectro eletromagnético percebe-se que a luz visível apresenta frequências menores que as frequências dos raios X.

II. As ondas de rádio propagam-se no ar com velocidades menores que as das micro-ondas.

III. Na radiação ultravioleta, os campos elétricos e magnéticos vibram paralelamente a direção de propagação da radiação.

a) Apenas I está correta.

b) Apenas a II está correta.

c) Apenas a III está correta.

d) Apenas I e III estão corretas.

e) Apenas II e III estão corretas.

#### **Referências:**

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 3, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 320 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**, 9ªed., Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

[OLIVEIRA, 2010] OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em Contextos: pessoal, social, histórico**; volume 3. São Paulo: Fdt, 2010. 528 p.

## Apêndice 4: Mapas Conceituais

### **Plano de Aula 4**

**Tempo Previsto:** Três aulas de 50 minutos.

**Conteúdo:** Mapas Conceituais, Calor e Temperatura.

- Calor, temperatura, processos de transferência de calor, aquecimento global, efeito estufa, ondas, ondas eletromagnéticas, ondas mecânicas que serão debatidos com auxílio didático de mapas conceituais.

### **Objetivos de ensino**

- Possibilitar ao educando a compreensão de um mapa conceitual.
- Possibilitar ao educando a compreensão e utilização do programa “*CmapTools*”.
- Possibilitar ao educando a formulação de seus próprios mapas conceituais.
- Possibilitar que o educando expresse a sua estruturação e correlação dos conceitos físicos trabalhados.
- Possibilitar ao educando expressar sua compreensão do aquecimento global e do efeito estufa na forma de mapa conceitual.

### **Procedimentos:**

#### *Atividade Inicial:*

- Inicie a aula corrigindo as questões da aula anterior e discutindo suas respostas e dúvidas.
- Utilizando a sequência de mapas, Figuras 3.1 a 3.3, inicie a aula apresentando os mapas conceituais e a partir deles faça uma revisão dos conceitos que foram abordados nas aulas expositivas/dialógicas.

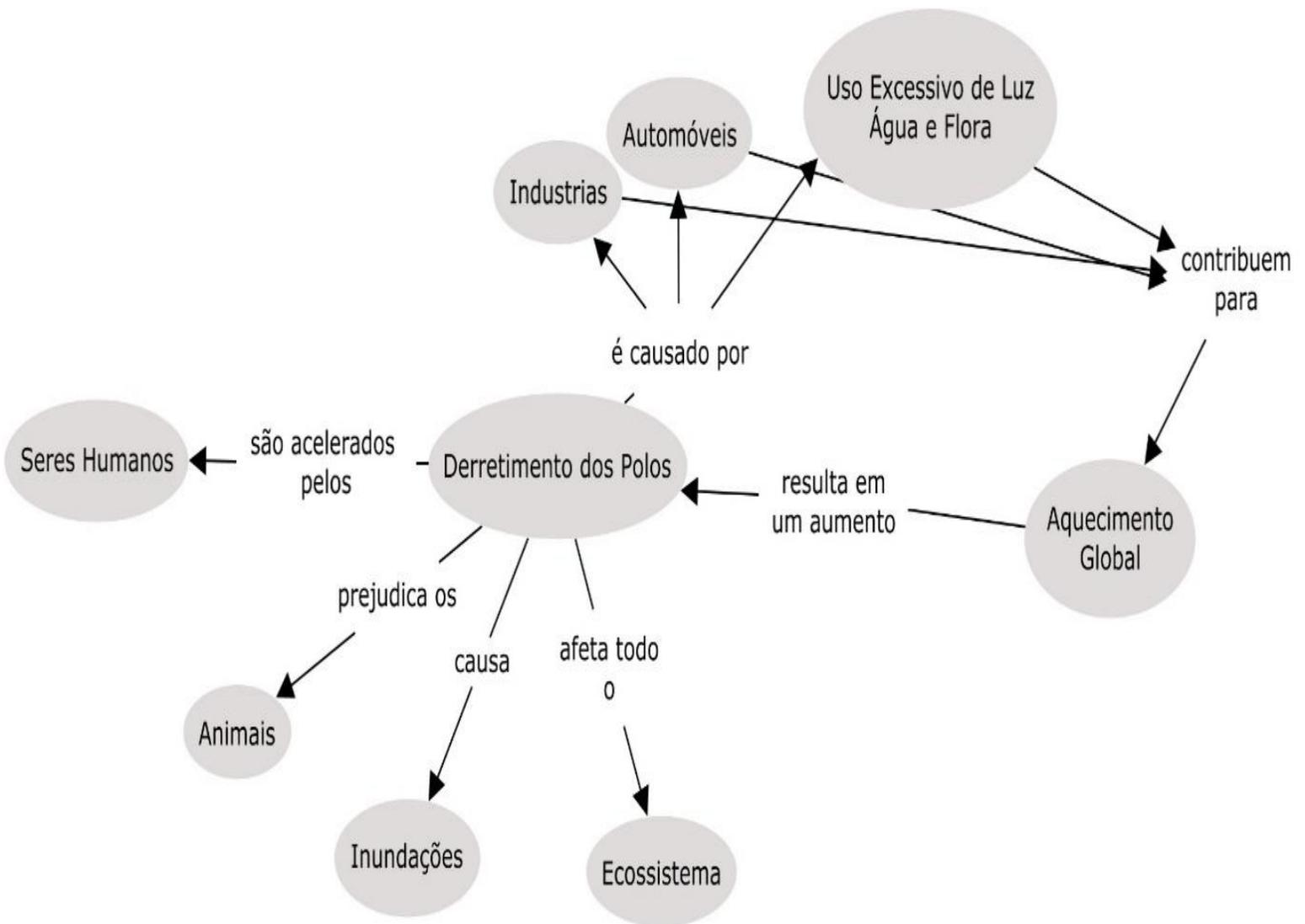


Figura 4.1  
 Fonte: Elaborado pela autora.

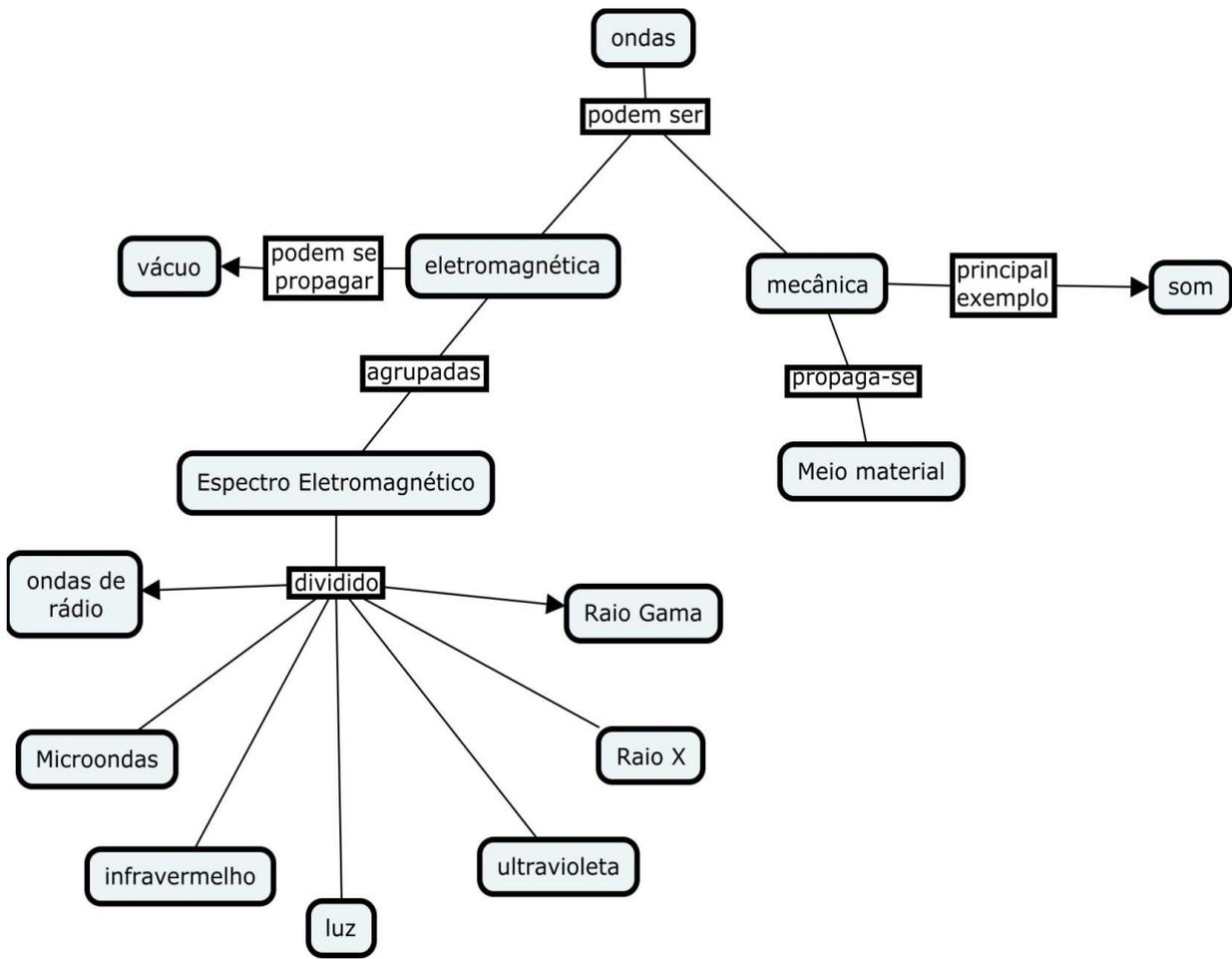


Figura 4.2  
 Fonte: Elaborado pela autora

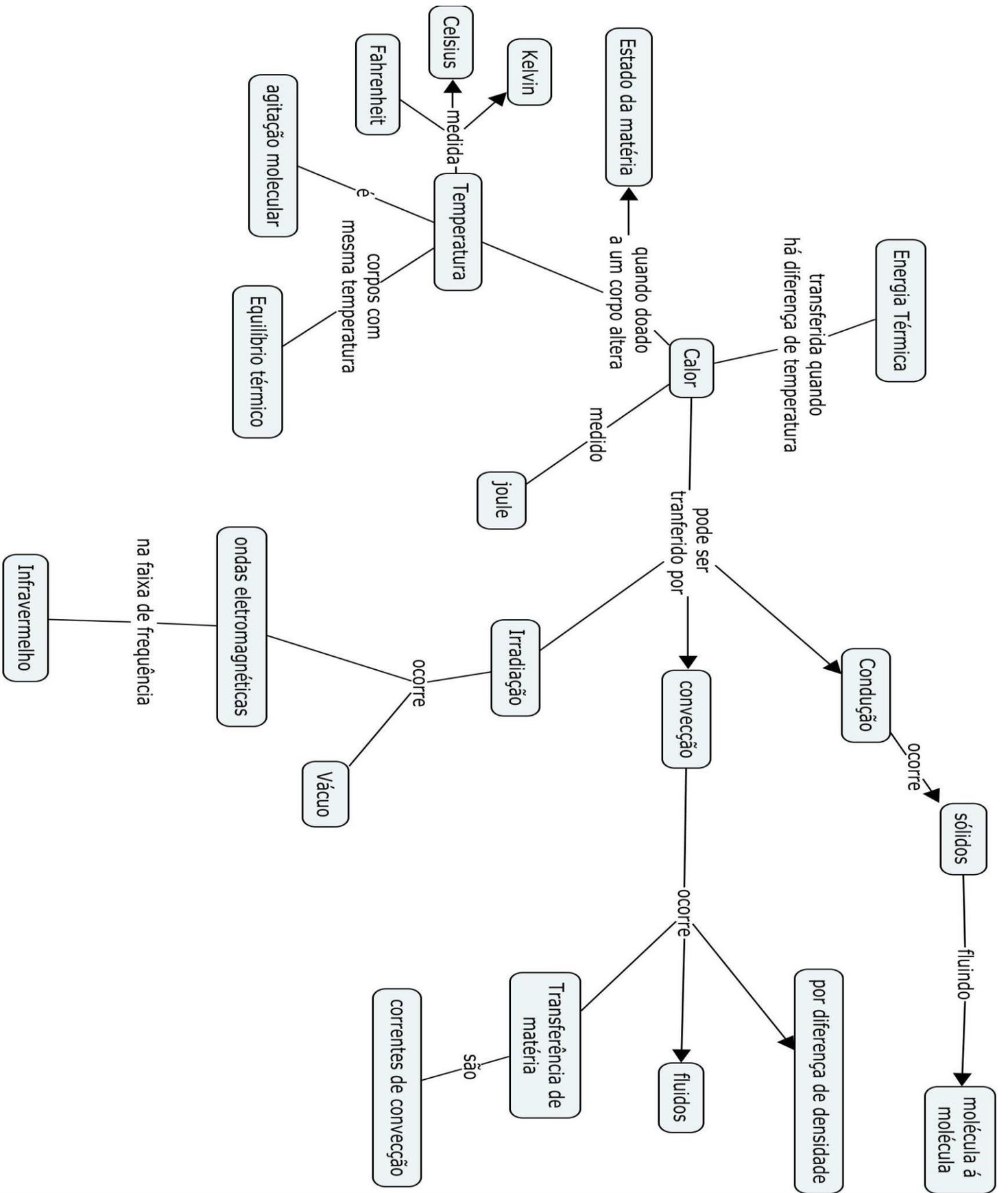


Figura 4.3

Fonte: Elaborado pela autora.

*Desenvolvimento:*

- Propus a formação de duplas ou trios e os levei para o laboratório de informática, onde apresentei o programa "CmapTools", que estava previamente instalado nos computadores.
- Demonstrei os principais comandos e como operar o programa em uma apresentação digital em multimídia, que estava salva em cada computador e pode ser acessada pelos estudantes a qualquer momento da aula.
- Propus que cada dupla ou trio criasse o seu mapa conceitual envolvendo os conceitos físicos trabalhados até esta aula, que foi impresso no próprio laboratório.

**Apresentação digital em multimídia:**



**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**FURG**

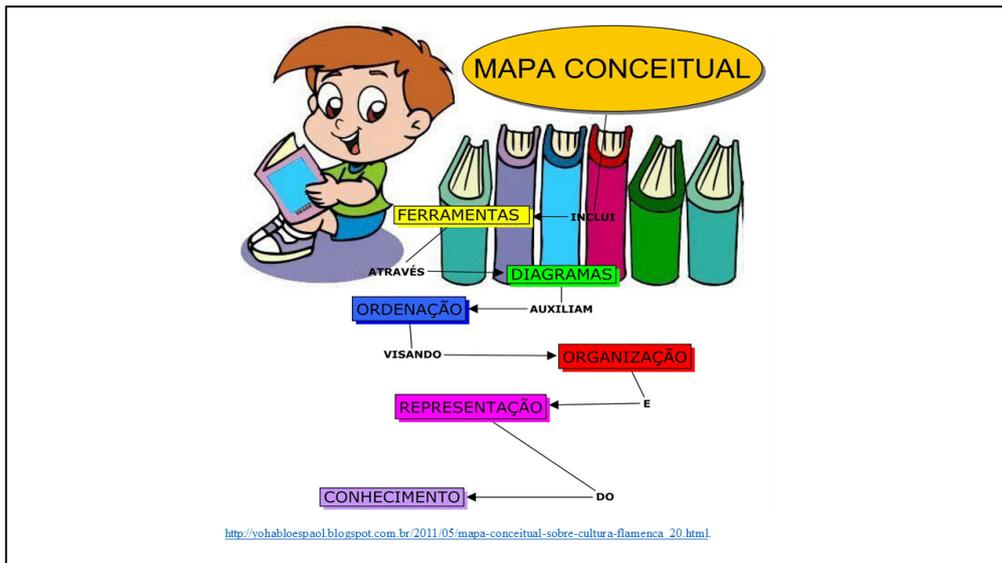
## O que é um mapa conceitual? Como Utilizar o Cmap tools?



Prof. Cristiane Martinez

### Mapa Conceitual

- A teoria dos mapas conceituais foi desenvolvida na década de 70 pelo pesquisador Joseph Novak, com base na teoria da aprendizagem significativa. O pesquisador define mapa conceitual como uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento. Os conceitos aparecem dentro de caixas e as relações entre eles são especificadas por meio de frases de ligação que unem cada um dos conceitos.



## O que é um Mapa conceitual?

- Mapa conceitual é uma **estrutura gráfica que ajuda a organizar ideias, conceitos e informações** de modo esquematizado.
- Consiste numa ferramenta de estudo e aprendizagem, onde o conteúdo é classificado e hierarquizado de modo a auxiliar na compreensão do indivíduo que o analisa. A partir de uma representação gráfica ilustrativa, a pessoa que idealiza um mapa conceitual consegue criar ligações entre os diferentes assuntos que fazem parte de determinado conhecimento.

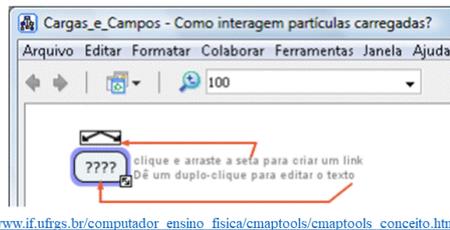
## CMAP TOOLS

- Para abrir o programa Cmap Tools de um click duplo em cima do ícone do programa na tela inicial do seu computador.

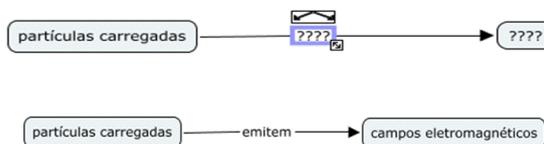


## Para começar seu mapa conceitual:

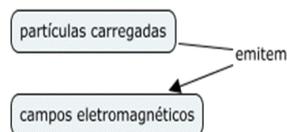
- Clique duas vezes rapidamente em qualquer ponto da tela do mapa, esta ação vai gerar uma caixa de conceito. Agora, digite o conceito dentro da caixa!



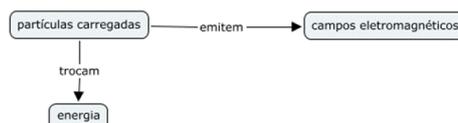
- A partir de um conceito, é muito fácil gerar um segundo conceito e uma proposição relacionando-os. Como indicado pelo próprio *software*, basta apanhar com o mouse uma das setinhas visíveis acima do retângulo, e arrastá-lá para outra região da janela. Como mostra a Figura, surgem automaticamente os seguintes elementos: o retângulo que representará o segundo conceito, outro retângulo que conterà o verbo ou outra palavra explicitando a relação entre os dois conceitos, e a linha juntando os três retângulos para formar a proposição. Esta linha possui uma seta que poderá ser modificada (ou eliminada) como será visto adiante.



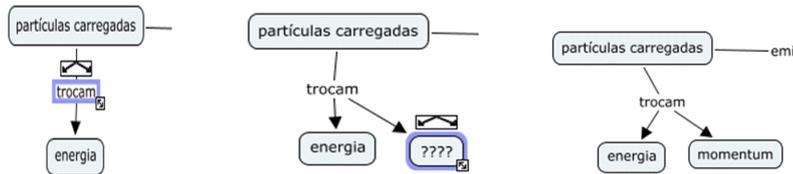
- Note que, após serem criados, os retângulos podem ser selecionados e editados ou movidos por arraste com o *mouse*. A disposição da Figura anterior pode ser facilmente mudada para obter, por exemplo, a Figura abaixo.



Evidentemente, num mapa interessante, a maioria dos conceitos possuirão relações com vários outros. Pode-se gerar uma segunda proposição envolvendo o conceito inicial ("partículas carregadas", no exemplo), simplesmente repetindo o procedimento anterior.



- Vale notar que não são apenas os retângulos dos conceitos que fornecem setinhas que podem ser arrastadas para gerar uma nova relação. Os retângulos que contêm os elementos que caracterizam uma relação (os verbos na maioria dos casos) também vêm com setinhas, o que é útil quando se tem vários conceitos que possuem relações semelhantes com um conceito dado.



- Com essas dicas de como operar o programa, convido vocês a criarem, descobrirem, organizarem seus conhecimentos na forma de um mapa conceitual.
- Qualquer dúvida você poderá consultar essa apresentação que está disponível no seu computador ou requisitar a presença da professora.

•Bom Trabalho!

## Referências:

- Silva, Josiclay dos Santos Nogueira. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A RADIAÇÃO IONIZANTE E O GERENCIAMENTO DE ACIDENTES COM RESÍDUOS RADIOATIVOS. Disponível em: <http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/SAUDE%20E%20BIOLOGICAS/APLICA%C3%87%C3%83O%20DO%20CONHECIMENTO%20SOBRE%20A%20RADIA%C3%87%C3%83O%20IONIZANTE%20E%20O%20GERENCIAMENTO%20DE%20ACIDENTES%20COM%20RES%20DUOS%20RADIOATIVOS.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2017.
- Site: [http://yohabloespaol.blogspot.com.br/2011/05/mapa-conceitual-sobre-cultura-flamenca\\_20.html](http://yohabloespaol.blogspot.com.br/2011/05/mapa-conceitual-sobre-cultura-flamenca_20.html). Acesso em 12 de janeiro 2018.
- Site: Vídeo disponível em: <http://www.cp2.g12.br/blog/labre2/programas-e-tutoriais/cmapp-tools/>. Acesso em 12 de janeiro de 2018.
- Site: Vídeo disponível em: <https://www.significados.com.br/mapa-conceitual/>. Acesso em 12 de janeiro de 2018.
- Site: [http://www.if.ufrgs.br/computador\\_ensino\\_fisica/cmappools/cmappools\\_conceito.htm](http://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/cmappools/cmappools_conceito.htm). Acesso em 13 de janeiro de 2018.

*Fechamento:*

- Discuti com a classe os conceitos desenvolvidos em aula, sua importância em nosso cotidiano, assim como sua importância ambiental. Propus que os grupos trocassem seus mapas conceituais e após 15 minutos apresentaram oralmente a interpretação do grupo sobre o mapa conceitual dos colegas.

**Recursos:**

- Quadro negro e giz.
- Material impresso para entregar para os alunos, Figuras de 3.1 a 3.3.
- Apresentação digital em multimídia do programa "CmapTools".

**Avaliação:** Foram avaliados os mapas conceituais das duplas ou trios, assim como a apresentação oral da interpretação do mapa desenvolvido pelos colegas, os debates gerados e a participação e envolvimento de todos na tarefa proposta.

**Referências:**

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 2, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 304 p.

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 3, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 320 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**, 9ªed., Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 2, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 496 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 3, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 528 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010. 80 p.

## Apêndice 5: Planos das aulas lúdicas e experimentais

### **Plano de Aula 5**

**Tempo Previsto:** Duas aulas de 50 minutos.

**Conteúdo:** Calor específico e Temperatura, Frequência, Comprimento de onda e velocidade de onda.

- Calor, temperatura, processos de transferência de calor, energia cedida e consumida, potência, densidade, ondas eletromagnéticas.

-

### **Objetivos de ensino**

- Associar os conceitos de temperatura e calor.
- Possibilitar ao educando a compreensão do conceito de calor específico.
- Possibilitar ao educando a compreensão do conceito de temperatura.
- Possibilitar ao educando a compreensão do funcionamento de um micro-ondas.
- Possibilitar que o educando relacione o conceito de calor específico a seus eventos cotidianos.
- Relacionar os conceitos estudados a eventos cotidianos dos educandos.

### **Procedimentos:**

#### *Atividade Inicial:*

- Utilizando o Texto 5.1 fiz um breve relato do histórico e funcionamento do forno de micro-ondas, contextualizando assim o objeto centro de nosso estudo.

#### Texto 5.1

#### O Forno de Micro-ondas<sup>8</sup>

Certamente você percebeu a diferença de ter um forno de micro-ondas em sua casa, não é? Com ele, fica mais fácil e rápido aquecer uma xícara de café ou água, aquecer a quentinha ou a sobra de comida do almoço. Não há a necessidade de sujar panelas, tampas e outros utensílios

---

<sup>8</sup> Texto extraído com adaptação de: MIGLIAVACCA, A., WITTE, G. A. O Forno de Micro-ondas. *A Física na Cozinha*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p. 51-58.

domésticos para uma simples refeição. Sem contar que, se você possui pouco tempo para o almoço, ficaria muito mais difícil preparar refeições rápidas sem ele. (p.51)

A descoberta do forno micro-ondas ocorreu por acaso quando um engenheiro americano chamado Percy Lebaron Spencer trabalhava fabricando magnetrons (é uma válvula eletrônica responsável pela geração de ondas eletromagnéticas). Em determinado dia, quando manuseava um aparelho de radar, Spencer notou que um chocolate que estava em seu bolso havia derretido. Logo, associou o derretimento do chocolate com a influência das micro-ondas emitidas pelo radar. Então, fez experiências com ovos e concluiu que as micro-ondas poderiam ser utilizadas para cozimento ou aquecimento de alimentos. (p.52)



Figura 5.1: Percy Spencer

Após a confirmação da funcionalidade, em 1946, a empresa Raytheon patenteou a descoberta de Spencer e, um ano depois, foi construído o Radarange, primeiro forno de micro-ondas comercial, que possuía cerca de 340kg e 1,70m de altura e era resfriado com água, produzindo cerca de 3kW de potência. Os primeiros alimentos a serem cozidos no forno de micro-ondas foram a pipoca, seguida do ovo, que explodiu, na época, sem explicação. (p.52)



Figura 5.2: Radarange, primeiro micro-ondas fabricado em 1947.

Hoje sabemos que, no interior dos ovos, existe muita água e gorduras. Quando as ondas eletromagnéticas interagem e eleva a temperatura dessas substâncias elas dilatam e forçam a casca do ovo, que se rompe. (p.58)

### Teoria

O principal componente do forno é o magnetron. Ele é responsável por gerar ondas eletromagnéticas que interagem com os alimentos, aquecendo-os. (p.52)

Para que o forno de micro-ondas funcione, é necessário um circuito de alimentação que seja responsável pela chegada de energia ao aparelho. Esse circuito é formado por um transformador, um capacitor e diodo, fazendo parte também um fusível e um ventilador, que envia as ondas geradas pelo magnetron à parte superior do forno micro-ondas. (p.53)

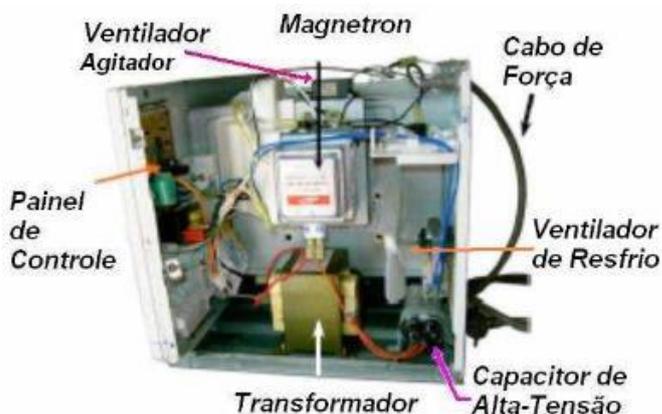


Figura 5.3: Esquema que apresenta o interior de um forno micro-ondas.

O aquecimento é resultado da interação das micro-ondas que são produzidas pelo magnetron com as moléculas de água do alimento, por isso alimentos mais secos são mais difíceis de aquecer com este equipamento. Ele utiliza a vibração dos elétrons para gerar um campo eletromagnético entre um cátodo e um ânodo com o auxílio de ímãs. Esse campo gerado emite ondas eletromagnéticas com uma frequência de aproximadamente 2,5GHz (2 500 000 000 Hz), que são enviadas para dentro do forno por um ventilador e por uma guia de ondas. Um agitador metálico na parte superior do aparelho, “joga” as micro-ondas para baixo, onde são absorvidas apenas pelos alimentos e não pelos receptores. (p.53)

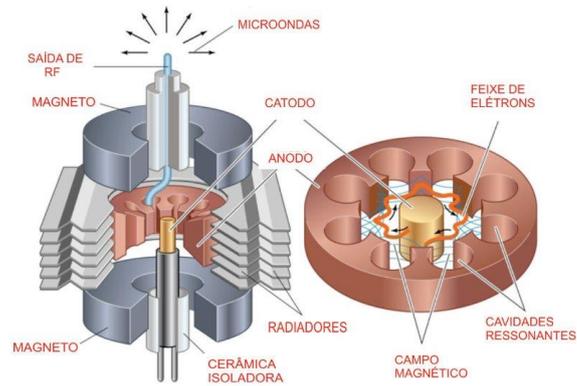


Figura 5.4: Esquema que apresenta os elementos de um magnetron.

### *Desenvolvimento:*

- No laboratório da escola pedi para que a turma se separasse em dois grandes grupos. Cada grupo possuía o material necessário para prática investigativa experimental que foi proposta no Roteiro 5.2 entregue aos grupos.

### Roteiro 5.2

#### Procedimento experimental

O experimento consiste em obtermos o valor do calor específico da água e da glicerina através da medida da variação de temperatura de uma certa massa dessas substâncias em um certo tempo utilizando a potência máxima do forno informada pelo fabricante.

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- Um forno de micro-ondas;
- Um termômetro de cozinha;
- Um relógio com cronômetro (se o micro-ondas não tiver relógio digital);
- Um recipiente especial para ir ao micro-ondas, com graduação em volume;
- Água [ $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  --> valor médio de seu calor específico no intervalo de 0 a 100 graus célsius].
- Glicerina [ $c_{\text{glicerina}} = 0,576 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C} = 2407,68 \text{ j}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]
- Uma balança comum para cozinha ou uma balança de precisão.

Admitindo-se que toda a energia elétrica, E, (em joules, J) consumida pelo forno é convertida em micro-ondas e transferida para a substância sob a forma de calor, Q, (em joules, J) teremos:  $E = Q$

Sendo, Q a quantidade de energia recebida ou cedida por um sistema para variar sua temperatura em  $\Delta T$  de uma quantidade de massa m.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde, c é o calor específico da substância.

Se o tempo de funcionamento do forno durante o experimento é  $\Delta T$  (em segundos, sendo obtido pelo relógio digital do aparelho ou por um cronômetro comum), a potência elétrica, P (em watts, W), desenvolvida pelo aparelho é calculada por:

$$P = \frac{E}{\Delta T}$$

Sendo a potência elétrica a grandeza que indica quanto trabalho é realizado pela corrente elétrica em um determinado intervalo de tempo, quando a energia elétrica é transformada em calor.

### **Procedimento**

a) Coloque uma certa quantidade de água dentro do recipiente próprio para micro-ondas; registre a sua massa, usando a balança, ou o seu volume, lendo diretamente na escala do recipiente especial utilizado. Se optar pela medida de volume é bom saber que, sendo a densidade da água de  $1 \text{ g/cm}^3$ , o volume de  $1000 \text{ cm}^3$  (1 litro) corresponderá a uma massa de 1 kg;  $500 \text{ cm}^3$  à 0,5 kg;  $750 \text{ cm}^3$  à 0,75kg. A densidade da glicerina é  $1,26 \text{ g/cm}^3$ , para encontrar a massa de glicerina que você está utilizando a equação:

$$\text{densidade} \left( \frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}}$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{d}$$

Nessa etapa obtemos o valor de m (massa de água e de glicerina que participa do experimento).

b) Deixe essa água repousar cerca de 5 minutos dentro do recipiente para que seja atingido o equilíbrio térmico e, após esse intervalo de tempo, registre a temperatura da água obtida mediante o termômetro de cozinha.

c) Coloque o micro-ondas na potência máxima; essa é a potência que obteremos através do experimento e poderá ser comparada com aquela que vem anotada na etiqueta presa na parte posterior do aparelho (alguns aparelhos exibem essa potência na face frontal).

d) Coloque o recipiente com água dentro do micro-ondas e marque no relógio, ou cronômetro, o tempo de aquecimento. Ligue o aparelho.

e) Decorrido esse intervalo de tempo o aparelho desliga automaticamente. Retire o recipiente com água e obtenha a nova temperatura desta. Registre.

#### Cálculos

Com os dados colhidos, faça os seguintes cálculos:

1) Cálculo da quantidade de calor recebida pela água (que é, por hipótese, igual à energia elétrica consumida no processo)

$$Q = m.c.(T_f - T_i) = \dots\dots\dots \text{ kg} \times 4180 \text{ J}/(\text{kg.K}) \times (\dots\dots\dots \text{ K} - \dots\dots\dots \text{ K}) = \dots\dots\dots \text{ J} = E$$

2) Cálculo da potência elétrica desenvolvida pelo aparelho

$$P = E/\Delta t = \dots\dots\dots \text{ J} / \dots\dots\dots \text{ s} = \dots\dots\dots \text{ W}$$

Ensaio reais:

Alterando-se, em cada experimento, a quantidade de água e o intervalo de tempo de aquecimento, foi possível construir uma tabela como a que segue:

Massa (kg)	$T_i(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$T_f - T_i(\text{K}^*)$	Q (J)	$\Delta t$ (s)	Potência (W)

As divisões da escala de temperaturas são iguais nas escalas Célsius e Kelvin. Assim, se  $T_f - T_i = 17^{\circ}\text{C}$ , também será  $T_f - T_i = 17 \text{ K}$  etc.

Agora observe os valores que você encontrou para a potência, eles são próximos?

Calcule uma potência média somando todos os valores encontrados para a potência e dividindo por 5, compare o valor encontrado com a potência do forno fornecida pelo fabricante.

Utilizando agora a glicerina, repita o procedimento experimental e preencha a tabela novamente, calculando a potência novamente. Adote para o calor específico da glicerina  $2407,68 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Massa (kg)	$T_i(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$T_f - T_i(\text{K}^*)$	Q (J)	$\Delta t$ (s)	Potência (W)

Compare seus resultados com os do experimento anteriores, o valor que você encontrou utilizando a água é o mesmo encontrado ao utilizar a glicerina?

Compare a variação de temperatura sofrida pela água e pela glicerina quando você utilizou mesma massa destas substâncias e mesmo tempo de aquecimento. Como você explicaria a diferença encontrada.

Qual das duas substâncias é melhor absorvedor de micro-ondas?

Agora que temos o valor da potência fornecida pelo forno de micro-ondas e quiséssemos descobrir o calor específico de outra substância qualquer como deveríamos proceder? Explique quais grandezas você iria variar e como faria seus cálculos.

## Você sabia?

Para quem já sentiu um certo medo ao chegar perto para olhar o alimento cozinhando dentro do micro-ondas, fique tranquilo: embora os raios sejam capazes de ultrapassar um vidro, ele não consegue penetrar o painel de metal perfurado que deixa a luz passar, porque o comprimento de onda (cerca de 12 cm) é grande demais para transpor os orifícios.

Uma boa dica para esterilizar esponjas é colocá-las por cerca de, no máximo, um minuto e meio dentro do micro-ondas em potência alta. Mas, cuidado: ao retirá-la, a esponja estará muito quente.

Um fato curioso e interessante é o teste caseiro para saber se o forno possui vazamento ou não: coloque o celular dentro do aparelho desligado e faça uma ligação para o número. Se o celular não tocar, não há vazamento. Seria mais ou menos como entrar em um elevador e o sinal do telefone cair completamente, o que garantiria que a caixa metálica está vedada e, portanto, não haveria fuga da radiação.

Esquentar uvas é perigoso, pois ela pega fogo quando aquecida no micro-ondas por conduzir eletricidade.

*Fechamento:*

- Discuti com a classe os conceitos desenvolvidos em aula, sua importância em nosso cotidiano, assim como sua importância em diversos setores de nossa sociedade.

- Propus a escrita de um relatório experimental que foi entregue na aula seguinte, com o objetivo de identificar as dificuldades individuais na compreensão dos conceitos físicos trabalhados durante a atividade investigativa.

### **Recursos:**

- Quadro negro e giz.
- Material impresso para entregar para os alunos
- Material utilizado para os experimentos.

**Avaliação:** Foi avaliado o relatório experimental com medidas, cálculos e conclusões entregues na seguinte, assim como o envolvimento da classe nas atividades experimentais e debates gerados.

### **Referências:**

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 2, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 304 p.

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 3, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 320 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**, 9ªed., Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 2, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 496 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 3, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 528 p.

MIGLIAVACCA, A., WITTE, G. A. O Forno de Micro-ondas. *A Física na Cozinha*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 88 p.

## **Plano de Aula 6**

**Tempo Previsto:** Três aulas de 50 minutos.

**Conteúdo:** Todos os conceitos trabalhados nessa sequência didática.

- Calor, temperatura, processos de transferência de calor, aquecimento global, efeito estufa, calor específico, ondas mecânicas, ondas eletromagnéticas, frequência, período, comprimento de onda, velocidade de onda, espectro eletromagnético, reflexão e suas leis, refração e suas leis.

### **Objetivos de ensino**

- Possibilitar ao educando expressar a sua compreensão dos conceitos desenvolvidos ao longo desta proposta pedagógica.
- Possibilitar ao educando a formulação de suas próprias análises e conclusões para fenômenos cotidianos aplicando os conceitos físicos desenvolvidos ao longo desta prática.
- Possibilitar que o educando expresse a sua estruturação e correlação dos conceitos físicos trabalhados com eventos que fazem parte de seu cotidiano.
- Implementar o lúdico como método de avaliação diferenciado.

### **Procedimentos:**

#### *Atividade Inicial:*

- Iniciei a aula recolhendo os relatórios, do experimento feito no encontro anterior, produzidos pelos estudantes.
- Na sala de aula pedi para que a turma formasse grupos de seis participantes que iam formar as equipes para participar do jogo na quadra da escola. Os alunos tiveram vinte e cinco minutos para debaterem e tirarem dúvidas com a professora dos conteúdos trabalhados nesta sequência didática.

#### *Desenvolvimento:*

- Na quadra da escola expliquei as regras do Jogo, apresentado na figura 6.1 e foi dado início a atividade lúdica.

## Jogo: Corrida das Radiações

O Jogo consiste em um tabuleiro construído com folhas de eva, com vinte casas sendo a primeira a partida e a última a chegada, grande o suficiente para que os alunos sejam os peões do jogo.

A turma será dividida em quatro grupos, e cada grupo elegerá um representante que será seu peão no jogo.

Cada representante lançará o dado uma vez e assim será decidida a ordem dos jogadores do maior ao menor número.

O primeiro grupo a jogar deverá lançar o dado e avançar no tabuleiro quantas casas for o número obtido no dado.

Como nos jogos de tabuleiro, dependendo da casa em que estiverem posicionados terão que responder perguntas sobre os conteúdos trabalhados podendo assim avançar ou retroceder no tabuleiro.

Se tiver parado em uma casa que tenha o desenho de uma granada de mão uma pessoa do grupo será escolhida pelo representante do próximo grupo a jogar e o escolhido deverá responder a pergunta se está estiver correta o peão permanece na casa se a resposta estiver errada a professora dará um sinal com a mão e o primeiro peão dos outros grupos poderá responder essa pergunta, se a resposta estiver correta ele avança uma casa se estiver errada abre-se contagem novamente para que os outros grupos possam responder essa pergunta.

Se o peão cair em uma casa que contenha o símbolo da radioatividade ficará uma rodada sem jogar.

Se o peão ficar em uma casa que tenha o desenho de uma mina terrestre todos os componentes desse grupo deverão responder uma pergunta avançando o número de acertos e retrocedendo o

Se a casa não contiver desenho o peão permanecerá nesta casa.

Assim irão jogar até que se obtenha primeiro, segundo, terceiro e quarto lugar.

As questões estão escritas em cartas grandes de eva e foram escolhidas pelo peão de forma aleatória.

Banco de Questões Utilizadas no Jogo:

- 1) No seu entendimento qual o significado de calor?
- 2) De um exemplo cotidiano da ocorrência da dispersão da luz branca.
- 3) Cite algumas unidades de medida para temperatura.

- 4) Radiar e irradiar tem o mesmo significado? Em caso negativo diga qual a diferença de significado destes conceitos.
- 5) Na sua casa em que aparelhos as ondas eletromagnéticas estão presentes? Cite no mínimo três exemplos.
- 6) O que é equilíbrio térmico?
- 7) Dê um exemplo cotidiano da transferência de calor pelo processo de convecção.
- 8) Explique como ocorre a transferência de calor pelo processo de radiação.
- 9) O cobertor é uma fonte de calor?
- 10) Com suas palavras explique o que é frequência de uma onda?
- 11) Materiais diferentes ao receberem a mesma quantidade de calor sofrem a mesma variação de temperatura? Explique.
- 12) Cite três exemplos de fontes de calor.
- 13) Cite exemplos de aparelhos cotidianos que transmitem ondas eletromagnéticas.
- 14) Explique o fenômeno de refração de uma onda.
- 15) O que é calor específico?
- 16) O que é potência elétrica de um aparelho?
- 17) Cite três exemplos de ondas do espectro eletromagnético.
- 18) Com suas palavras explique o efeito estufa.
- 19) Qual unidade de medida da potência elétrica?
- 20) Qual a unidade Física que usamos para medir calor?
- 21) No inverno porque os moradores de rua usam jornal e papelão para deitarem e se cobrir?
- 22) Podemos usar o micro-ondas para esterilizar materiais?
- 23) Podemos colocar materiais metálicos dentro do micro-ondas? Em caso negativo explique porque.
- 24) Cite dois exemplos cotidianos da transferência de calor pelo processo de radiação.
- 25) Qual o significado físico da grandeza temperatura?
- 26) Quais são os processos de transferência de calor?
- 27) Explique como ocorre o processo de transferência de calor por condução.
- 28) Explique como ocorre o processo de transferência de calor por convecção.
- 29) Qual é a equação que nos permite calcular a velocidade de uma onda eletromagnética?
- 30) Cite um exemplo de utilização das ondas eletromagnéticas na medicina.
- 31) Explique o fenômeno de reflexão de uma onda.
- 32) Calor e temperatura são sinônimos?
- 33) Nosso tato é um bom termômetro? Explique sua resposta.

- 34) O que é densidade de um material?
- 35) Na cozinha usamos pratos chamados refratários. Explique porque são assim chamados.  
Qual é sua função?
- 36) Qual é a grandeza Física medida em Hertz (Hz)?
- 37) A frase... “Fecha a janela que está entrando frio”. Está correta? Em caso negativo corrija.
- 38) O que significa período de uma onda?
- 39) Dê dois exemplos cotidianos da transferência de calor pelo processo de condução.
- 40) Explique o fenômeno da miragem no deserto.
- 41) Porque as prateleiras do forno são de grades?
- 42) Porque o congelador dentro da geladeira é sempre colocado na parte superior do eletrodoméstico?
- 43) Cite três exemplos de bons isolantes térmicos.
- 44) Porque um deserto apresenta tão grandes variações de temperatura em um mesmo dia?
- 45) Cite três exemplos de ondas mecânicas.
- 46) Qual a equação que nos permite calcular a potência?
- 47) Qual a equação que nos permite calcular o calor específico?
- 48) Porque quando colocamos o termômetro devemos aguardar certo tempo até fazer sua leitura?
- 49) Cite três bons condutores de calor.
- 50) Em um dia ensolarado de verão você prefere estar vestido com roupas claras ou escuras?  
Porque?

*Fechamento:*

- Discuti com a classe os conceitos físicos presentes nas questões do jogo, sua importância em nosso cotidiano.
- Entreguei a premiação a todos os participantes, primeiro lugar bombons, segundo lugar bis e terceiro e quarto lugares balas.

**Referências:**

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 2, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 304 p.

BARRETO, B. XAVIER, C. **Física Aula por Aula**, volume 3, 2ª ed., São Paulo: FTD, 2013. 320 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**, 9ªed., Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 2, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 496 p.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., OLIVEIRA, R. C. de A. e ROMERO, T. R. L. **Física em Contextos: pessoal, social e histórico**, volume 3, 1ªed, São Paulo: FTD, 2010. 528 p.

## Apêndice 6: Termo de Livre e Esclarecido Consentimento

**Fundação Universidade do Rio Grande – FURG**  
**Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**  
**Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF)**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – POLO 21 (MNPEF-FURG)**

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Objetivos da Atividade

Investigar como a aprendizagem dos conceitos físicos presentes na termodinâmica e na ondulatória podem ser potencializadas com o uso dos mapas conceituais e de atividades lúdicas articulados a metodologias baseadas na aprendizagem significativa.

#### Informações Gerais

Para atingirmos os objetivos desta pesquisa é necessário obter informações qualitativas e quantitativas, junto aos estudantes, professores, gestores e demais membros da comunidade escolar, aplicando para isso, diferentes instrumentos de coleta de dados teóricos e empíricos, tais como: questionários, depoimentos, imagens, bem como todos os trabalhos produzidos pelos estudantes nas atividades propostas por essa sequência didática, nas aulas da disciplina de Física nas turmas 201, 202, 203, 205, 206, 207, 521 e 621, do ano letivo de 2017 da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas.

As informações fornecidas farão parte do corpus de dados da Dissertação de Mestrado “Radiações eletromagnética: Competências e Construção de Saberes na Formação dos Cidadãos” e serão totalmente voluntárias, confidenciais e ninguém além da Professora Aline Ditz e da Pesquisadora Prof<sup>a</sup> Cristiane Martinez terão acesso ao que você produzir. Seu verdadeiro nome não será escrito ou publicado em nenhum local. Toda informação será guardada com número de identificação.

Caso você deseje obter qualquer informação relacionada a pesquisa, contate a Prof<sup>a</sup>. Cristiane Martinez (53) 999463042 e/ou Prof<sup>a</sup>. Aline Ditz (53) 991661162.

A realização da coleta de dados não traz riscos nem desconfortos aos participantes, as questões abordadas não são de cunho pejorativo e jamais haverá julgamento de valores, ou qualquer outro ato, que possam em algum momento, vir a prejudicar qualquer participante. Os dados serão analisados mediante a devolução deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, devidamente assinado. Declaro que li e entendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tendo todas as minhas dúvidas esclarecidas, sendo assim, aceito tomar parte desse estudo.

Rio Grande, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

Eu, \_\_\_\_\_, com RG \_\_\_\_\_, e CPF \_\_\_\_\_, declaro que li os termos da justificativa acima, compreendendo-as e aceitando-as plenamente. Conhecedor, ciente e concordante desses argumentos.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Responsável (para menores)