



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



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

Alice Lubanco Leal Barros

**UMA ABORDAGEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO
POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO**

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 1



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Alice Lubanco Leal Barros

UMA ABORDAGEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO

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

Orientador: Prof. Dr. José Luís Boldo

Orientadora: Profa. Dr. Renata Lacerda Caldas

Campos dos Goytacazes/RJ
2018,1

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

B277a Barros, Alice Lubanco Leal
Uma abordagem sobre o espectro eletromagnético por meio de Estudos de Caso. / Alice Lubanco Leal Barros - 2018.
226 f.: il. color.

Orientador: José Luís Boldo
Coorientadora: Renata Lacerda Caldas

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.
Referências: f. 128 a 132.

1. Espectro eletromagnético. 2. Estudo de Caso. 3. Experimentos. 4. CTSA. I. Boldo, José Luís, orient. II. Caldas, Renata Lacerda, coorient. III. Título.

UMA ABORDAGEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO POR MEIO DE
ESTUDOS DE CASO

Alice Lubanco Leal Barros

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

Aprovada em 14 de junho de 2018.

Banca Examinadora:

Dr. Wagner Franklin Balthazar
Membro externo
IFRJ

Dr. Wander Gomes Ney
Membro interno
IFFluminense

Dra. Marília Paixão Linhares
Membro interno
UENF

Prof. Dr. José Luís Boldo
Orientador e Presidente da Banca Examinadora
IFFluminense

Campos dos Goytacazes/RJ
2018,1

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo incondicional amor, pelo amparo em momentos difíceis, pelos sorrisos em momentos felizes e por serem os melhores professores que já tive em minha vida. Amo vocês!

Aos meus irmãos, amigos e namorado pelo incentivo e companheirismo.

Aos meus orientadores, professor Dr. José Luís Boldo e professora Dra. Renata Caldas Lacerda, pela amizade construída, pela paciência em ensinar, pela confiança em acreditar e pelo compromisso com o ensino e com a Ciência.

Aos meus amigos e companheiros de curso, por tornarem essa jornada mais amena, divertida e feliz.

Aos alunos da turma 3001 do Colégio Estadual Atilano Chrysostomo por aceitarem fazer parte deste estudo, colaborando para a construção de um ensino de qualidade.

A professora e amiga Laís, por me ceder sua turma para aplicação do projeto e me acompanhar ao longo do mesmo.

Ao MNPEF pela formação e pelo ensinamento científico e pessoal.

RESUMO

UMA ABORDAGEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO

Alice Lubanco Leal Barros

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

O presente trabalho trata de intervenção didática que buscou unir os conceitos de radiações do espectro eletromagnético aos avanços tecnológicos presentes na vida dos indivíduos. Para tanto, foi utilizado o método de ensino denominado Estudos de Caso. Este foi apresentado com um caráter sócio científicos numa abordagem com aspectos de Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), com o objetivo de promover no educando um olhar crítico em relação a sua realidade, desenvolvendo uma atitude social responsável a partir de questionamentos interligados ao seu cotidiano. A pesquisa apresenta caráter qualitativo com enfoque na aprendizagem do aluno do ponto de vista da teoria do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky. O estudo resultou na elaboração de um Produto Educacional com o tema de Radiação do Espectro Eletromagnético, no contexto de Casos apresentados aos alunos. Por meio de uma sequência didática que inclui a leitura de textos que permitiram um debate e discussões sobre o tema, elaboração de mapas conceituais, realização de experimentos de baixo custo e resolução de questões teóricas e formais, foram fornecidos subsídios conceituais para que o discente encontrasse a solução da problemática levantada nos Estudos de Casos. A diversidade de instrumentos possibilitou uma dinamicidade nas aulas, promovendo a interação dos alunos por meio de debates e atividades que tornaram os conceitos ensinados mais significativos. O estudo foi realizado em aulas de Física do 3º ano do Ensino Médio, de acordo com o previsto para o currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro. A coleta de dados foi realizada ao longo da aplicação dos instrumentos descritos e resultou em indícios de que a proposta foi relevante para a aprendizagem dos temas pertinentes.

Palavras-chave: Espectro eletromagnético, Estudo de Caso, Experimentos, CTSA.

ABSTRACT

AN APPROACH ON THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM BY CASE STUDIES

Alice Lubanco Leal Barros

Master's Dissertation presented to the Post-Graduation Program of the Fluminense Federal Institute of Education, Science and Technology, in the Professional Master's Course of Physics Teaching (MNPEF), as part of the requisites required to obtain the Master's Degree in Physics Teaching.

The present work deals with didactic intervention that sought to unite the concepts of radiations of the electromagnetic spectrum to the technological advances present in the life of the individuals. For that, the teaching method called Case Studies was used. This was presented with a socio-scientific character in a Science Technology, Society and Environment (CTSA) approach, with the objective of promoting in the student a critical look at their reality, developing a responsible social attitude based on questions related to their daily life. The research presents qualitative character with a focus on student learning from the point of view of Vygotsky's theory of cognitive development. The study resulted in the elaboration of an Educational Product with the theme of Radiation of the Electromagnetic Spectrum, in the context of Cases presented to the students. Through a didactic sequence that includes the reading of texts that allowed a debate and discussions about the theme, elaboration of conceptual maps, realization of experiments of low cost and resolution of theoretical and formal questions, conceptual subsidies were provided so that the student found the solution of the problem raised in the Case Studies. The diversity of instruments made possible a dynamism in the classes, promoting the interaction of the students through debates and activities that made the concepts taught more meaningful. The study was carried out in Physics classes of the 3rd year of High School, according to what was foreseen for the minimum curriculum of the state of Rio de Janeiro. The data collection was carried out during the application of the described instruments and resulted in indications that the proposal was relevant to the learning of the pertinent themes.

Keywords: Electromagnetic Spectrum, Case Study, Experiments, CTSA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estudo de Caso: “Palmas para sua solução”.....	22
Figura 2- Espectro eletromagnético.....	34
Figura 3- Recorte do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (terceiro Bimestre do terceiro ano do Ensino Médio).....	43
Figura 4- Recorte do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio).....	43
Figura 5- Mapa Conceitual.....	48
Figura 6- Onda eletromagnética.....	49
Figura 7- <i>Print screen</i> do vídeo “Ondas eletromagnéticas”.....	49
Figura 8- Capa da apostila do aluno.....	50
Figura- 9 Protótipo de transmissor de rádio de curto alcance.....	52
Figura 10- Etapas de comunicação por rádio.....	53
Figura 11- <i>Trailer</i> do filme “Uma onda no ar”.....	54
Figura 12- Experimento “enxergando o invisível”.....	56
Figura 13- Rede de difração com CD.....	57
Figura 14- Disco de Newton com materiais de baixo custo.....	57
Figura 15- Simulação “visão de cor”.....	58
Figura 16- Raios ultravioleta.....	61
Figura 17- <i>Print screen</i> do simulador: “efeito fotoelétrico”.....	62
Figura 18- <i>Print screen</i> do vídeo “Como o Sol te enxerga”.....	62
Figura 19- Mapas conceituais elaborados pelos alunos.....	70
Figura 20- Ondas eletromagnéticas de frequências diferentes.....	76
Figura 21- Definição das características físicas de uma onda transversal.....	77
Figura 22- Espectro eletromagnético.....	77
Figura 23- Experimento: Mini transmissor de rádio FM.....	81
Figura 24- Alunos reunidos para aula expositiva.....	86
Figura 25- Experimento “enxergando o invisível”.....	87
Figura 26- Rede de difração com CD.....	88
Figura 27- Apresentação do experimento “Disco de Newton”.....	89
Figura 28- Simulação “visão de cor”.....	91
Figura 29- <i>Print screen</i> do simulador: “efeito fotoelétrico”.....	95

Figura 30- Alunos observando imagens de raios X.....	98
Figura 31- <i>Print screen</i> do vídeo: “70 anos: Hiroshima e Nagasaki- Parte 1”.....	101
Figura 32- <i>Print screen</i> da reportagem “Césio 137: 30 anos”.....	101
Figura 33- <i>Print screen</i> da reportagem “Bomba de hidrogênio tem potencial destruidor bem maior que a atômica”.....	102
Figura 34- Respostas que apresentaram erros.....	105
Figura 35- Respostas da Questão 8.....	110
Figura 36- Mapas conceituais elaborados na aula final.....	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Resumo dos conteúdos/momentos.....	44
Quadro 2- Resumo dos conteúdos/momentos trabalhados.....	66
Quadro 3- Categorização das respostas às questões propostas no Caso.....	73
Quadro 4- Comparação das respostas às questões Q ₁ e Q ₅ do Caso rádio comunitária.	83
Quadro 5- Respostas à primeira etapa do Caso: Um dia de praia.....	92
Quadro 6- Respostas à terceira etapa do Caso: Um dia de praia.....	96
Quadro 7- Respostas ao questionário de avaliação da proposta.....	124

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1- Dados referentes à resolução da Questão 1.....	118
Gráfico 2- Dados referentes à resolução da Questão 2.....	119
Gráfico 3- Dados referentes à resolução da Questão 3.....	120
Gráfico 4- Dados referentes à resolução da Questão 4.....	120
Gráfico 5- Dados referentes à resolução da Questão 5.....	121
Gráfico 6- Dados referentes à resolução da Questão 6.....	122
Gráfico 7- Dados referentes à resolução da Questão 7.....	123
Gráfico 8- Dados referentes à resolução da Questão 8.....	124

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 A teoria da Aprendizagem de Vygotsky	15
2.2 O Estudo de Caso como método de ensino.....	19
2.2.1 A elaboração do Estudo de Caso.....	21
2.2.2 Tipos de Casos.....	23
2.3 O ensino experimental com utilização de materiais de baixo custo.....	24
2.4 Radiações Eletromagnéticas no currículo do Ensino Médio.....	29
2.5 Radiações Eletromagnéticas.....	32
3 METODOLOGIA	37
3.1 A pesquisa.....	37
3.1.1 Contexto da pesquisa.....	37
3.1.2 Sujeitos.....	38
3.1.3 Instrumentos.....	38
3.2 Proposta didática.....	39
4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO	41
4.1 Introdução.....	41
4.2 Roteiro do produto.....	42
4.2.1 Descrição das aulas.....	46
5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	66
5.1 Análise das aulas.....	68
5.2 Análise da proposta.....	118
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
REFERÊNCIAS	128
APÊNDICES	133
Apêndice A.....	134
Apêndice B.....	180
Apêndice C.....	226

1 INTRODUÇÃO

Durante a formação docente, é aprendido que o ensino de ciências nas escolas precisa sempre se adequar à realidade social, às novas tecnologias, aos novos hábitos e aos novos costumes dos estudantes. Deste modo, os professores necessitam direcionar as suas práticas para formar alunos com capacidade de análise crítica, de interpretação e de argumentação.

Para alcançar estes objetivos é importante que a escola desenvolva uma cultura onde os alunos possam, não somente conhecer ciências, mas, de fato, vivenciá-la e compreender o mundo que o cerca. Contudo, essa ciência que é vivenciada na prática pelos estudantes não é tratada de maneira satisfatória dentro do ambiente escolar, como ressalta Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007, p. 447):

[...] é preocupante como o ensino de ciências, particularmente a Física no ensino médio, não tem acompanhado esse desenvolvimento e cada vez mais se distância das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais.

Nos últimos anos tem-se presenciado um grande avanço tecnológico e científico com os mais variados tipos e aplicações, seja na ciência, indústria, medicina, entre outras. Na contramão desse desenvolvimento tecnológico, é possível observar, no cotidiano de trabalho em sala de aula, uma educação pública que avança ainda a passos lentos. Apesar disso, também é possível ver alunos com curiosidade em saber qual é a Física aplicada por trás desses dispositivos e a que leis físicas eles obedecem.

Para suprir essa defasagem no âmbito educacional, novas propostas de ensino desafiadoras foram, e precisam, ainda ser implementadas para que o aluno se interesse em buscar cada vez mais conhecimento (CABRAL, J. C., 2015, p. 18). Os movimentos a favor de uma educação voltada para a formação de um cidadão capaz de atuar e compreender a dinâmica da sociedade tiveram grande influência na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996). Esta Lei direcionou a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio (BRASIL, 2000, p.13), os quais apresentam como um de seus objetivos a formação do cidadão de maneira a desenvolver habilidades, competências e valores.

Com a incorporação das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), o ensino de Física ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas. Segundo o referido documento “trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e

solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade” (BRASIL, 2002, p. 1). Para que as ações dos estudantes sejam produto de uma formação de decisão consciente é necessário, entre outros fatores, o conhecimento dos aspectos científicos e tecnológicos. Desta forma, “a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos” (BRASIL, 2002, p. 2).

O tema Radiações Eletromagnéticas foi escolhido, dentre os diversos conteúdos de Física, por estar presente de várias formas no cotidiano do aluno e tendo em vista a superficialidade com a qual o assunto é tratado nos meios de comunicação é comum os alunos apresentarem dúvidas de senso comum (PEREIRA, 2014, p. 1), o assunto torna-se muito relevante para ser trabalhado nas aulas de Física de uma maneira inovadora.

Aliado a esse aspecto, a abordagem de ensino em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), originada a partir de correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência desde 1970, e que tem sido usada como base para repensar os currículos em vários países, em especial, os de ciências, tem se apresentado como eficiente na conexão do ensino com o cotidiano do alunado. Essa corrente dá ênfase a uma alfabetização em ciências e tecnologia interligada ao contexto social. Seu caráter interdisciplinar compreende uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia, tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

O método de ensino intitulado Estudo de Caso também tem sido utilizado como uma eficiente ferramenta para o ensino de Ciências (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007). Trata-se de uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL), em que problemas reais são apresentados aos alunos de forma a buscar a promoção do aprendizado de conceitos científicos, o estímulo ao pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas.

Ao utilizar o método de Estudo de Caso com ênfase numa abordagem CTSA, acredita-se abrir a possibilidade de estimular a interação entre os alunos e permitir que os mesmos atuem de forma ativa na própria aprendizagem.

Nesse sentido, o presente trabalho surgiu com o intuito de propor uma estratégia didática que busca unir conceitos de radiações do espectro eletromagnético com os avanços tecnológicos que estão tão presentes na vida dos indivíduos. Para tanto, são propostos Casos, numa abordagem de Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que apresentam problemas a serem solucionados a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento de atividades como: experimentos de baixo custo, vídeos textos e debates.

Em um primeiro momento, são abordados os aspectos ondulatórios da radiação eletromagnética considerando a faixa não ionizante do espectro eletromagnético. Posteriormente, é abordado o caráter corpuscular da radiação eletromagnética em casos em que a faixa ionizante do espectro eletromagnético interage com a matéria.

Nessa perspectiva, foi levantado o seguinte questionamento: em que medida a utilização do método de ensino denominada ‘Estudo de Caso’, com o enfoque em CTSA, pode favorecer a aprendizagem das radiações eletromagnéticas em nível médio?

As práticas de ensino deste trabalho foram baseadas nas concepções de Vygotsky (1988) que sugerem abordagens capazes de atender à demanda de aproximação com as necessidades e interesses do aluno, a partir do diálogo e da valorização dos seus conhecimentos em contexto social.

Para Vygotsky (apud Moreira, 2016, p. 21), o desenvolvimento cognitivo ocorre de acordo com o contexto social, histórico e cultural do indivíduo. As interações escolares possibilitam o desenvolvimento das Zonas de Desenvolvimento Proximal que representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre, permitindo ao estudante a maturação de seus processos psicológicos superiores, contribuindo ainda para a formação dos conceitos científicos.

O papel do professor na perspectiva de Vygotsky é como um mediador indispensável na interação social que deve caracterizar o ensino. O professor nesse processo é responsável por verificar se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente (MOREIRA, 2016, p. 21 e 22). Portanto, a aprendizagem escolar assume papel importante no processo de desenvolvimento cognitivo do indivíduo, pois possibilita a apropriação dos conceitos científicos e a progressão do nível de conhecimento que o estudante possui para outros níveis mais avançados.

Neste contexto, o objetivo geral do trabalho é elaborar e aplicar um Produto Educacional que utilize o Estudo de Caso Sócio-Científico com enfoque CTSA, aliado à experimentação, para favorecer a aprendizagem do aluno na temática Espectro Eletromagnético.

Mais especificamente, pretendemos:

- Gerar momentos de participação ativa, a fim de proporcionar a evolução dos conhecimentos de Física e problematizar as vivências dos alunos;
- Estimular as situações de diálogo e o desenvolvimento da consciência crítica destes alunos através do Estudo de Caso;

- Conduzir o aluno em um processo de investigação científica através da utilização de experimentos;

- Levar o aluno, à compreensão de fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas; à diferenciação da natureza das radiações presentes em nosso cotidiano; ao conhecimento das características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os tipos de radiações eletromagnéticas a partir de sua frequência; à compreensão da importância das radiações eletromagnéticas na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e para a comunicação (RIO DE JANEIRO, 2012, p.10).

A pesquisa é de cunho qualitativo na perspectiva de Moreira (2003), e com foco na aprendizagem. O público-alvo foram alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Atilano Chrysostomo, em Campos dos Goytacazes, RJ. Os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados foram: questões levantadas nos Estudos de Casos, participações nas aulas e mapas conceituais.

Por meio destas atividades pôde-se obter uma participação com argumentações e posicionamentos resultantes de uma postura interativa e crítica. As aulas experimentais e as questões contextualizadas também objetivaram oportunizar ao aluno maior familiaridade com medidas experimentais, podendo assim atuar de maneira ativa em problemas do seu cotidiano.

No próximo capítulo do presente trabalho serão expostos os referenciais teóricos que servirão de base para o desenvolvimento da pesquisa e para a interpretação dos dados levantados. Neste capítulo, serão discutidas a importância e as bases conceituais da construção do conhecimento com base na Teoria da Aprendizagem de Vygotsky, assim como a importância da experimentação como uma ferramenta didática no ensino de Ciências. Também será apresentado o Estudo de Caso como estratégia de ensino por investigação em uma abordagem com aspectos em Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Finalmente, serão relatadas as inovações no ensino de Física, os momentos históricos do estudo das radiações eletromagnéticas e como estas vêm sendo tratadas no currículo mínimo.

No terceiro capítulo será apresentada a metodologia utilizada no contexto do Ensino e da Pesquisa, onde serão esclarecidas as condições sob as quais o trabalho foi desenvolvido, a fim de mostrar a potencialidade deste material para a aprendizagem das radiações eletromagnéticas. Em sequência uma descrição detalhada dos métodos e materiais utilizados no trabalho é apresentada, buscando identificar o sujeito da pesquisa, caracterizando-o e apontando os dados coletados e seu caráter qualitativo.

No capítulo quatro serão detalhadas as etapas da descrição e construção do produto educacional desenvolvido, e no quinto capítulo, a descrição detalhada da aplicação do referido produto e os resultados dessa aplicação. Nesse capítulo os resultados serão interpretados e analisados com base no referencial teórico apresentado neste trabalho.

O último capítulo apresentará as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são expostos os fundamentos teóricos que servirão de subsídio para a pesquisa. Estes referenciais foram delineados de acordo com a necessidade de se justificar a construção, aplicação e desenvolvimento deste trabalho.

2.1 A teoria da Aprendizagem de Vygotsky

Lev Semyonovitch Vygotsky (1896-1943) nasceu em Orsha, na Bielo-Rússia, no ano de 1896. Apesar de ter falecido aos 38 anos de idade, sua produção intelectual foi extremamente intensa e relevante. Seu percurso acadêmico transitou por diversos assuntos, desde artes, literatura, linguística, antropologia, cultura, ciências sociais, psicologia, filosofia e posteriormente até medicina. De 1914 a 1917 estudou Direito e Literatura na Universidade de Moscou, época em que começou sua pesquisa literária mais sistemática. No mesmo período em que cursava a Universidade de Moscou, também participava, na Universidade Popular de Shanyavskii, dos cursos de História e Filosofia (não recebeu, no entanto, nenhum título acadêmico por essas atividades). Anos mais tarde Vygotsky fez o curso de Medicina na Faculdade de Medicina, inicialmente em Moscou e depois em Kharkov (REGO, 2012, p. 19-21).

Após a Revolução, Vygotsky aprofundou seus estudos e experimentos sobre psicologia e fundou o laboratório de psicologia no Instituto de Treinamento de Professores, onde ministrava um curso de psicologia. No final da década de 20 e no início dos anos 30, Vygotsky fez relevantes reflexões sobre a Questão da educação e de seu papel no desenvolvimento humano. Seguindo as premissas do método dialético, procurou identificar as mudanças qualitativas do comportamento que ocorrem ao longo do desenvolvimento humano e sua relação com o contexto social (REGO, 2012, p. 25).

Entre os anos de 1924 e 1934, Vygotsky apoiado por seus alunos e colaboradores, dentre eles Alexei Leontiev e Alexander Romanovich Luria, realizou uma grande revisão crítica da história e da situação da psicologia na Rússia e no resto do mundo, com propósito de criar um novo modo de se estudar os processos psicológicos humanos (LURIA, 1988, p. 22). Vygotsky e seus seguidores se dedicavam principalmente à construção de estudos-pilotos que pudessem atestar a ideia de que o pensamento adulto é culturalmente mediado, sendo que a linguagem é o meio principal dessa mediação. Tais pesquisas culminaram na elaboração da

teoria histórico-cultural dos fenômenos psicológicos (REGO, 2012, p.30). Neste texto, serão abordadas apenas aquelas ideias que são relevantes para a Educação.

Para Lev Vygotsky o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. De acordo com sua teoria, as relações sociais desempenham uma função importante, pois tanto a formação e o desenvolvimento dos processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) do indivíduo, como a personalidade e a capacidade mental, são mediados por instrumentos e signos construídos através de suas interações com o meio social em que se vive. É através da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores (MOREIRA, 2009, p.19). Por esses fatos, a corrente pedagógica que se originou a partir de suas concepções e chamada de sócio-construtivismo ou sociointeracionismo. Num trecho que ilustra esse raciocínio, Vygotsky (1991), assim se expressa:

Todas as funções psíquicas superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas; a segunda, nas atividades individuais, com propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas (VYGOTSKY, 1991, p.14 apud REGO, 2012).

Segundo Oliveira (2003), Vygotsky, enfatiza que a construção do conhecimento não é uma ação do sujeito sobre a realidade, e sim, pela mediação feita por outros sujeitos. É através da mediação que se dá a internalização de atividades sócio-históricas e culturais. É por meio dos signos, da palavra, dos instrumentos, que ocorre o contato com a cultura (OLIVEIRA, 2003, p.26).

Vygotsky (1988 apud MOREIRA, 2009, p.19) distinguiu dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. Um instrumento é algo utilizado pelos indivíduos para interferir na natureza, enquanto os signos, são mediadores internos, como por exemplo, a linguagem, que é um sistema articulado de signos. É através das interações sociais que os instrumentos e os signos são interiorizados e modificam a capacidade de pensamento humana.

O processo de interiorização requer uma mediação essencialmente humana e semiótica, na qual a linguagem é fundamental. Neste sentido, para Lucci (2006), a linguagem é o principal mediador na formação e no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. É ela que fornece a mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É por meio dela que as funções mentais superiores são socialmente formadas e culturalmente transmitidas (LUCCI, 2006, p.9).

Segundo Vygotsky, a conquista da linguagem representa um marco no desenvolvimento do homem:

A capacitação especificamente humana para a linguagem habilita as crianças a promoverem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superarem a ação impulsiva, a planejarem a solução para um problema antes a sua execução e a controlarem seu próprio comportamento. Signos e palavras constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas. As funções cognitivas e comunicativas da linguagem tornam-se, então, a base de uma forma e superior de atividade nas crianças distinguindo-as dos animais (Vygotsky, 2003, p.38).

A interação social e a linguagem são decisivas para o desenvolvimento. Existem pelo menos dois níveis de desenvolvimento identificados por Vygotsky: um real, já adquirido ou formado, que determina o que a criança já é capaz de fazer por si própria, e um potencial, ou seja, a capacidade de aprender com outra pessoa (VIEIRA, 2007, p. 19).

Segundo Oliveira (1993) a cultura, para Vygotsky, fornece ao indivíduo os sistemas simbólicos de representação da realidade e permite ao indivíduo construir a interpretação do mundo real. “A vida social é um processo dinâmico, onde cada sujeito é ativo e onde acontece a interação entre o mundo cultural e o mundo subjetivo de cada um” (OLIVEIRA, 1993, p. 38).

Para Vygotsky, a aprendizagem é necessária para o desenvolvimento, produzindo abertura nas zonas de desenvolvimento proximal, que é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento real e o potencial, ou seja, a distância entre a capacidade da criança resolver um problema sozinha e a capacidade que tem de resolver um problema sob a orientação de alguém nas quais as interações sociais são centrais, estando então a aprendizagem e desenvolvimento, inter-relacionados. O desenvolvimento cognitivo é produzido pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura, sendo que o processo se constrói de fora para dentro (VYGOTSKY, 1988, p.97 apud FREITAS, 2011, p. 7045).

A zona de desenvolvimento proximal é uma medida do potencial de aprendizagem, ela representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo pode ocorrer. Desta forma, “[...] aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã - ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (VYGOTSKY, 2003, p.62). Para Vygotsky o bom ensino e a boa aprendizagem são aqueles que estão à frente do desenvolvimento. A aprendizagem no nível de desenvolvimento já alcançado não é efetiva do ponto de vista do desenvolvimento

cognitivo (MOREIRA, 2009, p. 21 e 22). Nessa perspectiva, a aprendizagem é encarada como um processo que antecede o desenvolvimento, ampliando-o e possibilitando a sua ocorrência.

[...] Resumindo, o aspecto mais essencial de nossa hipótese é a noção de que os processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizado. Ou melhor, o processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizado; desta sequenciação resultam, então, as zonas de desenvolvimento proximal. Nossa análise modifica a visão tradicional, segundo a qual, no momento em que uma criança assimila o significado de uma palavra, ou domina uma operação tal como a adição ou a linguagem escrita, seus processos de desenvolvimento estão basicamente completos. Na verdade, naquele momento eles apenas começaram. A maior consequência de se analisar o processo educacional desta maneira, e mostrar que, por exemplo, o domínio inicial das quatro operações aritméticas fornece a base para o desenvolvimento subsequente de vários processos internos altamente complexos no pensamento das crianças (VYGOTSKY, 2003, p.64).

Na perspectiva de Vygotsky, o professor exerce o papel de mediador, sendo o participante que já internalizou os significados socialmente compartilhados no processo de interação social. Ele apresenta ao aluno significados socialmente aceitos, no contexto da disciplina, e o aluno “devolve” ao professor o significado que captou. O ensino ocorre no compartilhamento de significados entre professor e aluno (MOREIRA, 2009, p. 22).

Na teoria de Vygotsky o papel da escola é desafiar e estimular o educando de modo que o processo de ensino-aprendizagem, oportunizado pela escola, proporciona uma maturação de seus processos psicológicos que não seria possível ocorrer espontaneamente. “O desenvolvimento dos conceitos ou dos significados das palavras pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (VYGOTSKY, 1998, p. 104).

Em suma, de acordo com o sócio-interacionismo, o processo de ensino aprendizagem deve ocorrer de forma que ocorra uma progressão dos conceitos, para que favoreça o desenvolvimento das funções psicológicas superiores do educando. Com isso, as interações sociais no ambiente escolar são de grande importância para a produção de conhecimentos pelos educandos, principalmente aquelas interações que oportunizem o diálogo, a troca de informações e a divisão de tarefas em torno de um objetivo comum, pois as trocas de informações e vivências ampliam as capacidades individuais (OLIVEIRA, 2016, p.57).

Cabe ao professor, estimular essas interações em sala de aula, mediando o processo de aprendizagem na zona de desenvolvimento proximal, permitindo e provocando as interações na sala de aula, partindo dos conhecimentos que os educandos possuem para ampliar e

desafiar a construção de novos conhecimentos, estimulando-os para que atinjam um nível de compreensão que ainda não dominam completamente (REGO, 1997, p.79).

Nesse contexto, essa proposta educacional busca, por meio da interação entre os alunos e da mediação do professor, estimular as situações de diálogo que proporcionem a evolução dos conhecimentos de Física e da consciência crítica, por meio da participação ativa dos alunos.

2.2 O Estudo de Caso como método de ensino

O método de Estudo de Casos é baseado no método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL), o qual teve origem na Universidade de McMaster, Ontário, Canadá, aplicado na formação de profissionais da área de saúde por muito tempo (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 11).

As iniciativas de popularização dessa metodologia de ensino na área das Ciências devem-se principalmente aos periódicos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice*, sendo que o primeiro criou uma seção específica para abordar este método em 1998. No Brasil, o método foi introduzido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) da Universidade de São Paulo, que produziram casos abordando questões sociocientíficas e científicas (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p. 3).

De acordo com Queiroz et al. (2009) “o Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas” (QUEIROZ et al., 2007, p. 731). Ele consiste na utilização de narrativas sobre situações vivenciadas por indivíduos que necessitam buscar soluções para os problemas enfrentados (SILVA et al., 2011, p. 186).

O método Estudo de Caso se pauta na aproximação dos alunos com problemas reais ou simulados e busca a promoção do aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas (SÁ; QUEIROZ, 2009, p.12). Enquanto o objetivo do modelo original do ABP é, principalmente, a aprendizagem do assunto científico, os Casos são mais uma estratégia de ensino que pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades como a capacidade de analisar um problema e propor solução, a autonomia, a capacidade de comunicação dos estudantes e favorecer a troca de conhecimentos entre eles. Para atingir tais propósitos, as atividades realizadas englobam aula

expositiva, trabalhos em pequenos grupos, atividades individuais e discussões em sala de aula (SÁ et al., 2007, p.732).

Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, o papel principal do professor é de mediador, ajudando o estudante a trabalhar a analisar os fatos e considerar, então, as possíveis soluções. (SÁ et al., 2007, p.731).

Segundo Queiroz e Cabral (2016), as estratégias utilizadas para a aplicação do método de Estudo de Caso são diversificadas. No entanto, a maioria das propostas envolve a leitura do Estudo de Caso pelos alunos, a realização de tarefas individuais, associadas ao trabalho em grupo e a discussão de soluções para o problema com a turma inteira (QUEIROZ; CABRAL, 2016, p.18).

Em geral, de acordo com Sá et al. (2007) e Linhares e Reis (2008), durante a aplicação do Estudo de Caso, o aluno segue três ou quatro passos cuja duração depende dos objetivos a serem alcançados. No primeiro passo, ocorre a leitura do texto do caso e a elaboração de uma solução inicial para o mesmo, com base em suas concepções prévias. Este momento permite ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos, de forma que possa partir dos conhecimentos e ideias que possuem para desafiar a construção ou a reconstrução de novos conhecimentos. No segundo e/ou no terceiro passo do Estudo de Caso, podem ser realizadas uma ou várias atividades, como por exemplo: a leitura e discussão de textos, experimentos, encenação teatral, entre outras possibilidades, “[...] de forma a proporcionar ao aluno momentos de reflexão e interação com os demais, para que, durante esse processo, o aluno tenha oportunidade de se manifestar e, ainda, conhecer e refletir sobre outros pontos de vista, através da discussão com os colegas e com o professor” (OLIVEIRA, 2015, p.97). No último passo, o estudante deve retomar o caso e sugerir uma nova solução, incorporando os novos conhecimentos adquiridos ao longo dos passos anteriores.

Herreid (1998) elaborou um esquema de classificação sobre tais estratégias que poderiam ser aplicadas pelo professor de acordo com o que achasse melhor:

- *de tarefa individual*: O aluno resolve sozinho elaborando posteriormente uma explicação de como chegou à solução.
- *de aula expositiva*: O professor conta a história (Caso) aos alunos de maneira muito elaborada e com objetivos específicos de modo que debates e diálogos possam ocorrer.
- *de discussão*: o caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do mesmo;

- *de atividades em pequenos grupos*: Os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração. Os estudantes leem o caso, a seguir discutem os elementos apresentados e pesquisam individualmente o que foi de acordado na discussão. Este processo se repete até a resolução do Caso.

Independentemente da estratégia utilizada na aplicação do caso, o professor deve assumir a postura de mediador durante a aplicação dos Casos, direcionando e orientando as discussões e possibilitando que o educando participe ativamente do processo de aprendizagem.

2.2.1 A elaboração do Estudo de Caso

Na elaboração do Estudo de Caso, deve ser ter cuidado para que o texto seja bem estruturado, dinâmico e desperte o interesse dos estudantes. As fontes de inspiração para a produção dos Casos podem ser notícias de jornais, artigos científicos, filmes, etc (QUEIROZ; CABRAL, 2016, p. 55).

Para se elaborar um “bom” Caso, o autor precisa seguir algumas etapas que são fundamentais. Elas incluem: *a escolha do assunto principal*. Este deve ser relevante dentro do contexto da disciplina, atual e/ou controverso e que possibilite despertar o interesse do aluno para a resolução do Caso; *confecção de uma lista com os conceitos, habilidades e competências que serão trabalhados com a aplicação do caso*; *confecção de uma lista com os prováveis personagens e a elaboração de questão para se discutir em sala*. Estas questões auxiliarão o aluno a reconhecer aspectos importantes para a resolução do Caso (SÁ et al., 2007, p. 733).

Em relação à elaboração de um “bom” Estudo de Caso, alguns aspectos devem ser considerados pelos autores. Algumas características de um Estudo de Caso considerado “bom”, que foram organizadas com base nas ideias de Herreid (1998, p.163-164) e Sá et al (2007, p.733) são:

- Um bom caso conta uma história;
- Um bom caso se concentra em uma questão interessante;
- Um bom caso é atual;
- Um bom caso inclui citações;
- Um bom caso cria empatia com os personagens centrais;
- Um bom caso é relevante para o leitor;

- Um bom caso deve ter utilidade pedagógica;
- Um bom caso é provocador de conflitos;
- Um bom caso força a tomada de decisão;
- Um bom caso tem generalidade;
- Um bom caso é curto.

A Figura 1 apresenta um Caso elaborado na pesquisa de Queiroz e Cabral (2016, p. 101). Trata-se de um modelo de Estudo de Caso sobre energias renováveis, ilustrando de maneira simples algumas características necessárias a um bom caso:

Figura 1- Estudo de Caso: “Palmas para sua solução”.

<i>Estudo de Caso: ‘Palmas para sua solução’</i> Leandro Ribeiro Pereira e Marcio Rogério Cardinal	
Narra uma história	Seu Carlos era um empresário bem-sucedido da capital paulista, até que decidiu, na década de 1990, comprar terras no Tocantins. Amante dos animais e da natureza, logo abandonou os negócios e foi viver no novo Estado.
Atual	Tudo, no início, foi difícil: a distância, a dificuldade de locomoção e a falta de energia elétrica. Esta última, seu Carlos resolveu investindo em uma pequena hidrelétrica, que aproveita uma queda d’água de um rio que passa por sua propriedade. Porém, ele está enfrentando dificuldades, pois o volume de chuva diminuiu no Sudeste do Tocantins, fazendo o rio praticamente secar e comprometendo a geração de energia. Como a rede pública de energia está longe de suas terras, seu Carlos terá que colocar a mão no bolso para investir em alternativas de geração de energia, sob a orientação de Juliano, um engenheiro que estagiou em suas empresas em São Paulo e hoje é especialista do ramo de energia.
Inclui citação	Seu Carlos fez uma ligação para o engenheiro, pedindo orientação: — Juliano, como vai? Aqui é Carlos Simplório. — Olá, seu Carlos, há quanto tempo. A que devo a honra de sua ligação? — Preciso de ajuda, aquela hidrelétrica que instalei em minhas terras não está dando conta de abastecer a fazenda. Sabe como é... Aumentou o número de máquinas e de funcionários por conta da expansão da área plantada de cana, assim como o número das cabeças de gado. Para ajudar, este ano não está chovendo. Tenho que investir em outra forma de geração de energia, mas você me conhece e sabe o quanto eu amo a natureza, não quero prejudicá-la.
Provoca um conflito	— Seu Carlos, deixa comigo. Vou estudar o clima de seu Estado e dar uma solução para o problema, procurando uma forma de energia economicamente viável e que não cause um grande impacto ambiental.
É relevante ao leitor	— Obrigado, Juliano. Sabia que você poderia me ajudar. — Grande abraço, seu Carlos. Retornarei sua ligação em breve.
Tem utilidade pedagógica	Imagine que você está incumbido de ajudar Juliano. Estude o clima do Estado do Tocantins e as diferentes formas de geração de energia, para indicar duas soluções para o problema de seu Carlos e argumentar a favor de uma delas.
Produz empatia	

As fontes de inspiração na produção do Caso foram os noticiários sobre a falta de chuvas no verão de 2014 e sobre a consequente necessidade de o país investir em geração de energia elétrica. O conhecimento de um dos autores do caso sobre a dificuldade enfrentada por um amigo, proprietário de uma fazenda no Tocantins, frente à escassez de energia elétrica em sua propriedade (QUEIROZ; CABRAL, 2016, p. 104).

2.2.2 Tipos de Casos

Há três tipos de estudos de caso identificados. Para Sá e Queiroz (2009), o Estudo de Caso pode ser de **caráter científico** que tem como objetivo abordar algum conteúdo da área de Ciências, fechado em um determinado problema e o de **caráter sócio-científico** que “tem por objetivo principal incentivar os discentes a criar uma atitude social de maneira responsável a partir de questionamentos interligados ao seu cotidiano e desenvolver a capacidade de tomada de decisão.” (RANGEL; GUIMARÃES, 2014, s.p). Os temas que podem ser utilizados no Estudo de Caso sócio-científico são: problemas ambientais, aplicação tecnológica na saúde humana e em animais e reciclagem de materiais. Contudo, Stinner *et. al.* (2003 *apud* Oliveira 2015, p. 97) relata ainda o Estudo de Caso de **caráter histórico**, cuja finalidade é discutir a natureza da ciência e o desenvolvimento do conhecimento científico auxiliando na alfabetização científica e o ensino de ciências.

Nas décadas de 60 e 70, com o surgimento da nova política científico-tecnológica, o estímulo da participação pública passou a ser constante nas iniciativas relacionadas com a regulação da ciência e da tecnologia. Com isso, os cidadãos que conheciam os benefícios da ciência e da tecnologia, tornaram-se conhecedores dos seus problemas (GODINHO, 1996 *apud* ÉVORA, 2011, p.8).

É neste contexto que surge no início dos anos 70 o que ficou conhecido como Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), em decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências. Santos e Mortimer (2002) fizeram uma análise referente à abordagem CTS e caracteriza a orientação curricular de CTS como:

“[...] pesquisa e desenvolvimento de currículos que contemplem, entre outros: (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos; (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão” (SANTOS E MORTIMER, 2002, p. 3).

De acordo com Bazzo, Lisigen e Pereira (2003) “Os estudos CTS, ou estudos sociais da ciência e da tecnologia, refletem no âmbito acadêmico e educativo essa nova percepção da ciência e da tecnologia e de suas relações com a sociedade” (BAZZO; LISIGEN; PEREIRA, 2003, p.125).

Mais recentemente na década de 90, segundo Marcondes et. al (2009, p. 284), a preocupação com as questões ambientais e suas relações com a Ciência, Tecnologia e Sociedade, fez surgir o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente (CTSA) . Em tese, o movimento CTS já abordava as questões ambientais, porém as discussões em CTS podem tomar um rumo que não, necessariamente, priorizem as questões ambientais e, nesse sentido, o movimento CTSA vem resgatar o papel da educação ambiental do movimento inicial de CTS. A incorporação do Ambiente na sigla denota a importância crescente que a dimensão socioambiental vem conquistando no ensino, através da educação ambiental (SANTOS, 2007, s.p.).

Geralmente, as abordagens CTSA pretendem despertar o interesse, desenvolver o conhecimento científico e o pensamento crítico e criativo dos alunos, por meio de estratégias que envolvam, como por exemplo, tarefas de investigação, tomada de decisões e discussão em grupo e em turma (REIS, 2004, p.41).

O presente trabalho vem contemplar a visão social e científica para a elaboração dos Casos. As atividades diversificadas colaborativas para a solução dos Casos Sócio-Científicos tem sido inspiradas na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tendo em vista o caráter integrador e abrangente desse enfoque no estudo da temática Espectro Eletromagnético. Não estudar a Física pela Física, mas preparar os alunos para participar ativamente nas decisões da sociedade e, portanto, o ensino deve estar direcionado a ações sociais responsáveis e para a preocupação com a formação de atitudes e valores (REIS, 2004, p.120).

2.3 O ensino experimental com utilização de materiais de baixo custo

As dificuldades que o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física passam não são recentes e tem sido diagnosticado há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências (ARAÚJO; ABIB, 2003, P.176). Um dos problemas que professores de Física enfrentam constantemente em sala de aula é a falta de interesse por parte dos alunos, que acaba muitas vezes sendo justificada pela forma com que os conteúdos são apresentados, reproduzindo o método

tradicional de ensino (DIAS; SOUZA, 2011, p.12). Neste método o aprendiz tem apenas ação passiva e frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo a aprendizagem não se torna significativa (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

As atuais propostas curriculares presentes no projeto político pedagógico de escolas de educação básica para o ensino de ciências apresentam normalmente um caráter construtivista e visam conduzir as práticas educacionais para a formação de indivíduos críticos e conscientes de suas ações (ROSA; ROSA, 2012, p.4).

O aluno, quando é apresentado à Ciência e ao conhecimento científico, tem como bagagem uma ideia de mundo construída, de modo geral, a partir do senso comum. Isto significa que o conhecimento que possui a respeito do mundo que o cerca, se resume, predominantemente, às suas experiências livres e especulativas. De acordo com Alves Filho, “O conhecimento que compõe o ideário do senso comum é a grande produção humana, no sentido de constituir-se de explicações e comportamentos que se incorporaram ao longo do tempo, tornando difícil seu questionamento” (ALVES FILHO, 2000, p.163).

No contato com a ciência, quando é apresentada ao aluno a experimentação como instrumento comprobatório de um conhecimento científico ensinado, ele consegue aprender e aceitar, com mais facilidade, como verdadeiro, algo que antes era visto de maneira, muitas vezes, errônea devido o senso comum (ALVES FILHO, 2000, p. 13). Assim, ao apresentar um elemento visual para o aluno, por meio da experimentação, juntamente com a explicação teórica de determinado tema que esteja sendo trabalhado, torna-se mais fácil transcender as estruturas prévias de pensamento e aceitar novas verdades.

Lopes (2004) propôs uma definição do que seja uma atividade experimental em Física. Para o autor, esse recurso refere-se:

[...] a atividade sobre um referente empírico, concretizada na execução de procedimentos empíricos, que permita: (1) Questionar o referente empírico e o que se sabe sobre ele; (2) Identificar/controlar variáveis; (3) Utilizar/ estudar/aperfeiçoar/construir modelos teóricos e/ou das situações físicas que sirvam de mediadores entre as teorias e a realidade (LOPES, 2004, p. 259).

Ainda de acordo com Lopes (2004) as atividades experimentais possibilitam:

1. Problematizar situação física, questionar sobre alguns de seus aspectos principais e sobre o que os alunos sabem sobre ela;
2. Identificar e/ou controlar variáveis relevantes dessa situação e estabelecer relações entre essas variáveis;
3. Estudar essa situação, ou aprofundar-se no conhecimento sistematizado sobre essa situação, ou ainda, construir e compartilhar conhecimentos sobre essa situação, tomando-a como objeto mediador entre teorias/modelos/leis/conceitos científicos e a realidade natural;
4. Resolver problemas específicos associados a essa situação física (WESENDONK, 2015, p.34; Adaptado e ampliado a partir de LOPES, 2004).

As atividades experimentais como estratégia de ensino tem sido, há alguns anos, apontadas como uma maneira eficaz de minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar Física, porém elas podem ser empregadas de maneiras diversas, com foco desde em mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiem condições para os alunos questionarem e refletirem sobre os fenômenos e conceitos abordados (ARAÚJO; ABIB, 2003, P.176).

A crença de que a experimentação assume um papel importante no Ensino de Ciências mantém-se desde o final do século XIX. Porém, muitos resultados de pesquisas realizadas mostram que a experimentação não é a solução para todos os problemas existentes no Ensino de Ciências (BARBERÁ; VALDÉS, 1996; GIL-PÉREZ et al., 1999). Esses resultados, no entanto, apresentam-se contra a opinião de muitos professores, uma vez que eles veem a experimentação como uma possibilidade de melhorar alguns problemas do ensino, como a falta de interesse dos alunos pela aprendizagem do conhecimento científico (GIL-PÉREZ et al, 1999; HODSON, 1994; BARBERÁ; VALDÉS, 1996; LAZAROWITZ; TAMIR, 1994 apud GIL-PÉREZ et al., 1999).

De acordo com Rosa e Rosa (2012, p.4) muitas vezes, propostas didáticas com a utilização de aulas experimentais, que deveriam ser utilizadas de forma inovadora, acabam sendo utilizadas seguindo o modelo tradicional de ensino. Esse modelo, presente desde a década de 1960, conforme exposto por Alves Filho (2000), utilizava atividades experimentais priorizando a observação e a realização das atividades por roteiros com passos pré-estabelecidos como um receituário. Porém, este modelo vem sendo muito criticado por pesquisadores pois acaba valorizando o pensamento analítico em detrimento do pensamento intuitivo (ALVES FILHO, 2000, p.67).

Araújo e Abib (2003) em seu trabalho *“Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades”* analisaram cento e seis artigos publicados na Revista Brasileira de Física e no Caderno Catarinense de Ensino de Física abordando temas relacionados com o uso da experimentação e verificaram que as atividades podem ser

organizadas de acordo com o grau de direcionamento em função de seu caráter, podendo ser de *Demonstração*, *Verificação* ou *Investigação*. Podendo a proposta se aproximar mais do ensino tradicional ou com o método investigativo de uma abordagem construtivista.

De acordo com Araújo e Abib (2003) as atividades experimentais divididas em função de seu caráter metodológico podem ser explicadas da seguinte forma:

As atividades de *Demonstração*, em geral demandam pouco tempo, podendo ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva. Em geral são fechadas e definidas, impossibilitando variações por parte dos estudantes. Ela é útil para ilustrar determinado fenômeno, podendo contribuir para a compreensão de alguns aspectos relacionados ao conteúdo, porém, para que seja ampliada sua eficiência, as atividades devem ser conduzidas de modo a permitir o questionamento por parte dos alunos, dando condições para que haja reflexão e análise das mesmas (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.182).

As atividades de *Verificação* buscam verificar a validade de algumas leis físicas. Esse tipo de atividade possui a capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento de determinados sistemas e permitem o desenvolvimento da capacidade de se efetuar generalizações. São amplas as possibilidades de utilização desse tipo de atividade, porém apresentam limitações inerente à sua própria característica, mas acredita-se que quando conduzida de adequadamente elas também podem propiciar o desenvolvimento de habilidades importantes, como capacidade de reflexão, de realização de trabalho em equipe e a possibilidade de questionamento dos limites de validade dos modelos físicos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.183-184).

Nas atividades de *Investigação* o aluno tem a possibilidade de testar hipóteses, propiciando o desenvolvimento da capacidade de observação, análise e descrição dos fenômenos e até mesmo a reelaboração de explicações, o que favorece o desenvolvimento intelectual do aluno. Essas atividades tomam por base propostas de utilização de laboratórios não estruturados, nos quais os aspectos qualitativos relacionados com os conceitos abordados sobressaem os aspectos quantitativos e com isso, demandam mais tempo, uma vez que as etapas de execução, análise e conclusão demandam grande envolvimento. Empregando esse tipo de atividade verifica-se que há uma maior ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e, conseqüentemente, há uma maior aprendizagem do que quando comparado ao ensino tradicional. Por estar centrada nos aspectos cognitivos do processo de ensino-aprendizagem, possui uma maior flexibilidade busca uma transformação mais profunda nos estudantes e com isso é possível alcançar diferentes objetivos educacionais. Nesta perspectiva, a participação do professor deve ser de mediador, auxiliando e estimulando os alunos, de

forma que os estudantes possam refletir e criar soluções para os problemas investigados (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.184-186).

De acordo com Araújo e Abib (2003) independente da abordagem utilizada, mesmo que tenha um caráter mais tradicional, quando aplicado devidamente, as atividades experimentais possibilitam a formação de ambiente propício à aprendizagem gerando conflitos cognitivos pela “inclusão” do aluno no seu processo de aprendizagem (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.190).

Tal como afirma Viegas (2010 apud Cunha et al., 2012):

(...) se o professor ajustar o ambiente de aprendizagem aos diferentes tipos de alunos, fornecer as tarefas associadas a situações concretas e reais, explicar os benefícios de aprendizagem, a relação entre aprendizagem e avaliação e dedicar tempo aos alunos no auxílio das tarefas propostas, irá estimular a curiosidade dos alunos, incentivando-os a desenvolver projetos para a sua aprendizagem (CUNHA et al., 2012, p. 639).

Desta forma, a experimentação quando aplicada de forma a instigar a curiosidade do aluno a partir de questionamentos de seu dia-a-dia, contribui como uma estratégia didática capaz de, não só contextualizar conhecimentos interdisciplinares, mas também tornar o ensino um processo desenvolvido a partir das próprias indagações do aluno, refletindo seu caráter significativo.

Wesendonk e Terrazzan (2016), no artigo “*Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física*” identificaram na literatura da área de Ensino de Ciências muitas discussões a respeito da utilização da experimentação no processo de ensino-aprendizagem bem como sobre o papel que esse recurso didático exerce durante esse processo e, por meio da análise que fizeram dos artigos envolvendo experimentação puderam determinar que ela “é parte integrante de qualquer processo de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto, faz parte da construção e evolução dessa área e deve estar presente em atividades da Educação/Ensino de Ciências” (WESENDONK; TERRAZZAN, 2016, p. 780), sendo assim um importante recurso didático.

O trabalho experimental, quando conduzido por meio da aprendizagem fundamental dos conteúdos científicos, permite que os alunos possam desenvolver as capacidades científicas necessárias para atuarem na sociedade de um modo mais eficaz e ativo, quaisquer que sejam suas pretensões futuras de trabalho.

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, como dito por Guimarães:

[...] o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetecer que o conhecimento seja construído pela mera observação. Fazer ciência, no campo científico, não é ateuórico. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. Logo, é necessário nortear o que os estudantes observarão (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

Nessa perspectiva, pode-se dizer que por meio da experimentação o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da ciência, já que a experiência demonstrativa seria mais propícia para um enfoque dos resultados de uma “ciência acabada” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p.40).

No presente projeto educacional, pretende-se, com a utilização de experimentos de baixo custo, conduzir o aluno em um processo de investigação científica, de modo a leva-lo à compreensão de fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, tornando os conceitos físicos mais próximos da realidade do aluno, possibilitando-o a testar hipóteses, além de propiciar o desenvolvimento da capacidade de observação, análise e descrição dos fenômenos.

2.4 Radiações Eletromagnéticas no currículo do Ensino Médio

O ensino de Física no Brasil ainda enfrenta várias dificuldades de aprendizagem e pouco interesse por boa parte dos alunos. Para Heckler, Saraiva e Oliveira Filho, pode ser feito um paralelo entre a sociedade da informação e o ambiente de ensino tradicional, no qual:

[...] de um lado encontramos a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações afetando todos os níveis da sociedade, da vida profissional à vida privada. Do outro, visualizamos uma escola onde o professor apresenta aulas em quadro negro e giz, visto pelos alunos como o dono da informação e senhor do conhecimento, mas desestimulando a criatividade e o envolvimento dos aprendizes (HECKLER *et al.* 2007, p. 267).

Para a maioria dos alunos, o estudo da Física é completamente desvinculado da realidade e não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem

memorizadas. Entre as causas desse reconhecido fracasso no aprendizado de Física está “a falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico” (HECKLER; SARAIVA; OLIVEIRA FILHO, 2007, p. 267).

Nos últimos anos, pesquisas com estudantes e professores de nível médio tem mostrado que, em geral, eles apresentam interpretações simplistas sobre a natureza da ciência, embasadas na intuição, desconsiderando o papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico. Assim, aprendizagem sobre a ciência deve incluir elementos tais como sua relação com a cultura e a sociedade, o caráter mutável das ideias científicas, a humanização dos cientistas, entre outros, desta forma contribuindo para a construção dos conceitos trabalhados em sala de aula (MOURA; SILVA, 2006, s. p.).

No mundo contemporâneo esses conhecimentos, quando contextualizados socialmente, tornam-se importantes “tanto para a inserção do cidadão no mercado de trabalho quanto para uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza bem como dos artefatos tecnológicos que estão à sua volta” (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 29). Esta afirmativa está diretamente relacionada ao fato de que a ciência esteve e está presente em decisões socialmente significativas, gerando discursos e levantando questionamentos em prol do avanço tecnológico e humano. Quando não se tem esses conhecimentos, no mínimo como ferramenta para negociações, não se pode sequer questionar ou se posicionar acerca de importantes decisões que envolvem a sociedade. E é devido a isso que “[...] os conhecimentos científicos devem ser tratados a partir de uma perspectiva integralista, que faça a junção dos saberes e que estes sejam inseridos no escopo escolar” (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 30).

No que se refere ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio, o enfoque tradicional se restringe ao estudo de aspectos de óptica geométrica, baseados no conceito de raio de luz e na análise das características de alguns elementos específicos, como, por exemplo, espelhos, prismas e lentes. Essa abordagem não faz uma análise do amplo espectro de diferentes tipos de radiações eletromagnéticas (cuja maior parte está fora da região visível), nem de seu aspecto dual onda-partícula, isto é: aspecto ondulatório, para explicar fenômenos de interferência e difração e aspecto corpuscular (ou quântico), para descrever detalhes da interação da radiação com a matéria – fundamental para a descrição do efeito fotoelétrico. Portanto, os aspectos concernentes ao amplo espectro das radiações eletromagnéticas e suas aplicações na ciência e na tecnologia, incluindo a interação da radiação com a matéria, também são, em geral, desconsiderados (GICOREANO; PACCA, 2001, p. 27).

No estado do Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC) elaborou no ano de 2012 o Currículo Mínimo dos conteúdos da Física para o Ensino Médio. Este documento serve como referência para todas as escolas do Estado, apresentando as competências e habilidades que devem estar presentes nos planos de curso e nas aulas. Tem por finalidade: “[...] orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino-aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 2). Com isso, mantém-se uma padronização dos conteúdos tratados, alinhando-os com as atuais necessidades de ensino, identificadas não apenas nas legislações, mas também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais, considerando-se, também, as compreensões e tendências atuais das teorias científicas e as necessidades reais encontradas pelos professores no exercício diário de suas funções (RIO DE JANEIRO, 2012, p.2)

O Currículo Mínimo de Física apresentado busca fornecer ao educando os meios para a progressão no trabalho, assegurando-lhe a formação comum indispensável ao exercício da cidadania, como exposto:

Entendemos que o estabelecimento de um Currículo Mínimo é uma ação norteadora que não soluciona todas as dificuldades da Educação Básica hoje, mas que cria um solo firme para o desenvolvimento de um conjunto de boas práticas educacionais, tais quais: o ensino interdisciplinar e contextualizado; oferta de recursos didáticos adequados; a inclusão de alunos com necessidades especiais; o respeito à diversidade em suas manifestações; a utilização das novas mídias no ensino; a incorporação de projetos e temáticas transversais nos projetos pedagógicos das escolas; a oferta de formação continuada aos professores e demais profissionais da educação nas escolas; entre outras — formando um conjunto de ações importantes para a construção de uma escola e de um ensino de qualidade (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 2).

Seguindo uma visão mais dinâmica e fundamentalista da Ciência, elaborou-se um currículo que contemple tanto temas de Física Moderna e Contemporânea quanto uma abordagem histórico-filosófica, e as escolhas feitas a partir daí deram-se por inúmeros motivos. Particularmente para os temas concernentes à Física Ondulatória, optou-se por dar maior enfoque à Óptica Física, uma vez que “entender o espectro eletromagnético em detalhes e as diferentes aplicações que cada faixa desse espectro tem ajudado a compreender os processos de comunicação atuais” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 3).

No Currículo Mínimo, os temas concernentes às Ópticas Física e Geométrica estão inseridos no terceiro e quarto bimestres da terceira série do Ensino Médio. Os campos tratados no terceiro bimestre restringem-se ao estudo do olho humano, do espectro eletromagnético e

ondas mecânicas. Para o estudo do olho humano são expostas habilidades e competências que se preocupam em interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. Assim, por exemplo, pode-se reconhecer o olho humano como um receptor de radiações eletromagnéticas, na faixa do visível desse espectro (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 10).

Estas competências e habilidades impõem a necessidade de um conhecimento contextualizado e atual, que vise não só a exposição de um tema, mas também sua aplicabilidade e necessidade na vida cotidiana, vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção.

2.5 Radiações Eletromagnéticas

Durante muito tempo o estudo da luz (que compõe a faixa visível do espectro eletromagnético) foi subordinado ao da visão. Na antiguidade, uma das teorias explicava a visão não pela incidência de luz no interior do olho, mas sim por uma emanção do olho que apreenderia o objeto observado, assim como o movimento de preensão realizado por uma mão. Porém, essa teoria não explicava a incapacidade de ver na escuridão. No início do século XIX, após várias tentativas de interpretação da visão pela interação entre diversos elementos, Isaac Newton (1643-1727) idealizou uma teoria em que a luz é um fluxo de partículas que se chocam com objetos observados e, posteriormente, atingem o olho do observador. A informação fornecida pelos impactos dessas partículas sobre o olho é transmitida ao cérebro, o qual processa essa informação e constrói uma imagem mental do objeto a partir dos dados visuais, daqueles fornecidos por outros órgãos de percepção do ambiente e de experiências anteriores (BEN-DOV, 1996, p. 86).

Em 1678 o físico holandês Christian Huygens (1629-1695) propôs um modelo em que a luz possui caráter ondulatório. Em parte, devido à grande reputação de Newton, a teoria ondulatória não foi bem aceita pelos físicos da época, muito embora existissem evidências experimentais de que a luz poderia contornar obstáculos – fenômeno conhecido como difração da luz e descoberto em 1660 por Francesco Grimaldi (1618-1663) – fato esse que na época tentou-se explicar (incorretamente) através do espalhamento de partículas de luz.

Um grande avanço de que a luz possui comportamento ondulatório foi dado em 1801 pelo experimento de Young (1773-1829), quem demonstrou que a luz, em determinadas condições, sofre o fenômeno de interferência (MOURÃO, 2005, p. 44-46). O trabalho de Young foi corroborado pelo físico Francês Augustin Fresnel (1788-1827) que realizou várias

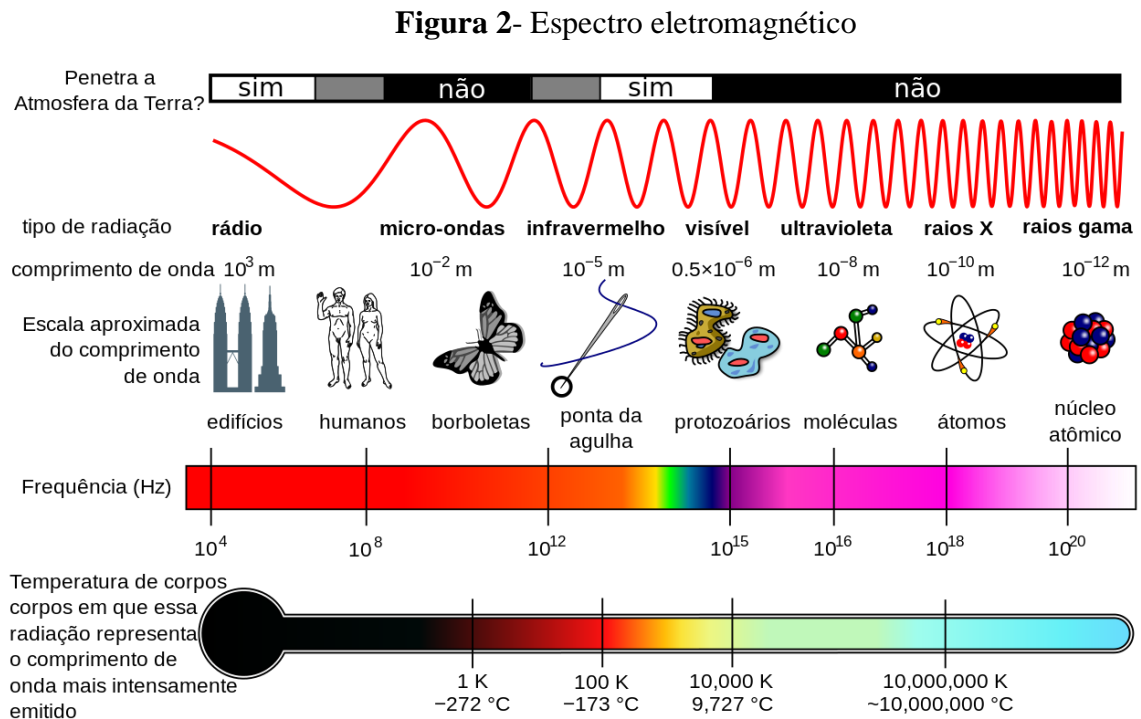
experiências sobre interferência e difração além de um tratamento matemático sobre o assunto (BASSALO, 1989, p. 39).

Conforme afirmam Torres, Ferraro e Soares (2010), até por volta de 1865, o eletromagnetismo e a óptica eram vistos como dois ramos separados na Física. Enquanto no eletromagnetismo se discutia os campos gerados por distribuições de cargas em repouso e correntes estacionárias, além do fenômeno da indução eletromagnética (Lei de Faraday), em que o fluxo de um campo magnético variável no tempo gera um campo elétrico induzido, a óptica tratava de explicar a propagação da luz sem se preocupar com sua origem. Foi então que o inglês James Clerk Maxwell demonstrou teoricamente que cargas elétricas aceleradas emitem radiação eletromagnética e que essa energia poderia se propagar até mesmo no vácuo, além de apresentar propriedades ondulatórias como reflexão, refração, difração, interferência e transporte de energia. A essas ondas, Maxwell deu o nome de ondas eletromagnéticas. Ele também foi capaz de calcular a velocidade dessas ondas no vácuo, partindo apenas de duas constantes que representavam as propriedades elétricas e magnéticas no vácuo, a saber, a permissividade elétrica e a permeabilidade magnética no vácuo. O resultado obtido foi idêntico ao valor experimental da velocidade de propagação da luz no vácuo, que é usualmente representada por c (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 141-143).

A comprovação experimental das ondas eletromagnéticas foi realizada pelo físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, em 1887, que, utilizando conceitos de oscilações eletromagnéticas e ressonância, conseguiu gerar e detectar experimentalmente ondas eletromagnéticas (na faixa de frequência das ondas de rádio). Além disso, Hertz conseguiu demonstrar experimentalmente que as ondas de rádio, assim como as ondas luminosas, podem ser refletidas, refratadas e difratadas. A partir de então, abriu-se o caminho para a investigação desse campo promissor da ciência e da tecnologia.

Também em 1887, o próprio Hertz, que demonstrou o aspecto ondulatório das radiações eletromagnéticas, também descobriu acidentalmente o caráter corpuscular da radiação através do efeito fotoelétrico, em que elétrons podem ser ejetados de um metal quando o mesmo é iluminado por luz com determinada frequência, independente da intensidade da radiação – em desacordo com a teoria ondulatória da radiação. De fato, em 1905, Einstein explicou esse fenômeno utilizando um modelo no qual a energia eletromagnética é quantizada em pacotes de energia denominados fótons. Atualmente, assume-se que a radiação eletromagnética possui caráter dual: certos experimentos exprimem seu caráter ondulatório enquanto outros, seu caráter corpuscular.

Com o passar do tempo foram sendo descobertos outros tipos de radiações eletromagnéticas que se classificam em faixas de diferentes frequências, ou seja: ondas de rádio, micro-ondas, radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta, raios X e raios gama. Ao conjunto dessas radiações, de diferentes frequências, dá-se o nome de espectro eletromagnético (Figura 2).



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico>. Acesso em: 24 de fevereiro de 17

Na escala de comprimento de onda da Figura 2 (e na escala de frequência correspondente), cada marca representa uma variação do comprimento de onda (e da frequência) que define regiões que recebem nomes diferentes de acordo com as características da radiação.

Em geral, as equações que descrevem os fenômenos eletromagnéticos são as equações de Maxwell (HALLIDAY; RESNICK, 2013, p. 331). No caso em que o meio é o vácuo (ou ar) e existir fontes, elas são escritas como:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{Lei de Gauss para o campo elétrico} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad \text{Lei de Gauss para o campo magnético} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\nabla \times \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{Lei de Faraday} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad \text{Lei de Ampère-Maxwell} \quad \text{(Equação 4)}$$

Também, deve-se acrescentar a elas, a força que atua sobre uma partícula, de carga q e velocidade \vec{v} , sob a influência de campos eletromagnéticos, a saber:

$$F = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad \text{(Equação 5)}$$

A contribuição de Maxwell para as equações acima se refere ao acréscimo do último termo na Lei de Ampère-Maxwell, o qual significa que um campo elétrico variável no tempo também gera um campo magnético induzido. Com isso, Maxwell conseguiu tornar as equações do eletromagnetismo compatíveis com a conservação da carga elétrica. Além disso, ele mostrou que os campos eletromagnéticos se propagam no vácuo com a velocidade da luz.

De fato, as equações de Maxwell no vácuo, na ausência de fontes, fornecem as equações de onda para os campos eletromagnéticos, a saber:

$$\nabla^2 \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$\nabla^2 \vec{B} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad \text{(Equação 7)}$$

onde c é velocidade da luz:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s.} \quad \text{(Equação 8)}$$

Além disso, é possível demonstrar que os campos de radiação são perpendiculares entre si e à direção de propagação da onda, ou seja, uma onda eletromagnética é uma onda transversal (HALLIDAY; RESNICK, 2013, p. 3).

Muito embora a teoria eletromagnética de Maxwell descreva com sucesso a propagação da radiação eletromagnética, ela falha ao tratar, em certas situações, da interação da radiação com a matéria – como é o caso do efeito fotoelétrico (HALLIDAY; RESNICK,

2013, p. 180). Neste caso, aspectos corpusculares da radiação se manifestam e conceitos de física quântica devem ser utilizados.

Conforme mencionado anteriormente, a explicação de Einstein para o efeito fotoelétrico é que um fóton com energia $h\nu$, onde ν é a frequência da radiação e h é a constante de Planck, pode ser absorvido por um único elétron de um metal. Aplicando a conservação da energia, Einstein obteve a equação básica para o efeito fotoelétrico, a saber:

$$h\nu = K + W \quad (\text{Equação 9})$$

onde K é a energia cinética do elétron ejetado e W é a energia necessária para arrancar o elétron do metal.

A explicação de Einstein para o efeito fotoelétrico concorda com os resultados experimentais e leva ao mesmo valor para a constante h que aparece no modelo de Planck para explicar o espectro de emissão de radiação de corpos aquecidos (radiação de corpo negro).

3 METODOLOGIA

3.1 A pesquisa

A metodologia de pesquisa em Educação, ao longo do século XX, foi tratada de duas maneiras distintas: a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa. A pesquisa qualitativa é derivada da área humanística e lida com interpretações da realidade que se investiga, baseando-se em observações de acontecimentos sociais, e a pesquisa quantitativa enfatiza as observações empíricas e quantificáveis ideais para o tratamento estatístico (BAUER; GASKELL, 2010, p. 20).

A presente pesquisa tem caráter qualitativo, pois visa a interpretação dos dados, ou seja, interpretar os significados de ações atribuídos pelo sujeito que está em estudo. Desse modo, o pesquisador qualitativo descreve as suas ações, sendo realçada com trechos de depoimentos e observação, com o intuito de persuadir o leitor na busca de expor evidências que sustentem suas interpretações (MOREIRA, 2003, p.30).

Segundo Malhotra (2006, p.156 apud SANTOS; SANTOS, 2010, p. 43), a pesquisa qualitativa “é uma metodologia de pesquisa não-estruturada e exploratória baseada em pequenas amostras que proporciona percepções e compreensão do contexto do problema.” Sendo assim, não existirá neutralidade do pesquisador em relação à pesquisa, pois ele atribui significados as respostas e atitudes de acordo com sua amostra e com isso, não haverá “conclusões”, mas uma “construção de resultados”, visto que suas interpretações não podem ser tidas como definitivas (SANTOS; SANTOS, 2010, p. 42).

3.1.1 Contexto da pesquisa

O trabalho foi aplicado em uma turma do 3º ano do Colégio Estadual Atilano Chrysóstomo de Oliveira, situado em Saturnino Braga na cidade de Campos dos Goytacazes no ano de 2017 durante o 4º Bimestre.

A Escola Estadual Atilano Chrysóstomo de Oliveira foi criada em 31 de outubro de 1967, pelo decreto estadual N.º 13040 de 31 de outubro de 1967. Ela está situada na localidade de Saturnino Braga, na Estrada do Açúcar, km 22, em um terreno doado pela antiga Usina Mineiros pela proprietária na época a Senhora Maria Queiroz de Oliveira. O seu nome foi escolhido em homenagem ao Sr Atilano Chrysóstomo de Oliveira, o falecido marido da Senhora Maria Queiroz de Oliveira. A referida escola possui o Ensino Fundamental que

vai do 6º ao 9º ano e o Ensino Médio, com o total de 81 alunos e 43 servidores e atende em sua maioria alunos da zona rural.

3.1.2 Sujeitos

Inicialmente os sujeitos da pesquisa seriam somente os alunos da turma 3001, composta de 18 alunos, porém como o trabalho contou com a participação da professora titular da turma, ela também se tornou um sujeito da pesquisa, sendo sua visão acerca do trabalho de grande importância quanto a sua funcionalidade e aplicabilidade apesar deste não ser o foco da pesquisa.

A escolha da turma foi definida em virtude da possibilidade da professora titular da turma poder sedê-la durante um bimestre e coparticipar das aulas durante esse período, já que a autora não possuía turmas de terceiro ano no ano letivo de 2017, o que dificultou a aplicação do projeto.

3.1.3 Instrumentos

Foram utilizados como instrumentos para análise de dados a observação participante do docente nas aulas teóricas, roteiros experimentais e debates, questões relativas à solução dos Casos, questões teóricas apresentadas no decorrer das aulas teóricas e experimentais, mapas conceituais feitos no início e fim do projeto e na entrevista com a professora para avaliação da utilização da estratégia de ensino denominada 'Estudo de Caso', com o enfoque em CTSA, tendo como auxiliar experimentos de baixo custo na resolução das problemáticas.

- Observação participante

Segundo Mónico et. al. (2017, p. 725-727) a observação participante é uma técnica da metodologia qualitativa no qual o observador participa ativamente das atividades de recolha de dados, o que permite a identificação de problemas, o entendimento de conceitos, assim como a análise do contexto dos dados. Nela o investigador foca-se, essencialmente, na atribuição de significados às práticas vivenciadas pelo grupo em estudo durante a pesquisa (MÓNICO et. al., 2017, p. 725-727).

- Estudos de Caso¹

São propostos quatro Casos em que o conteúdo de radiações eletromagnéticas foi abordado em uma perspectiva em CTSA, apresentando problemas e questões a serem solucionadas pelos alunos inicialmente com os conhecimentos que já possuíam e posteriormente às aulas, resolveram novamente com os conhecimentos adquiridos.

A utilização do Estudo de Caso visa promover habilidades e competências como interpretação de texto e resolução de problemas, além do raciocínio crítico que é estimulado durante as discussões em sala, o que auxilia na habilidade de comunicação oral e escrita (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p. 5).

- Mapa conceitual

O mapa conceitual foi utilizado com estratégia para obter dados dos conhecimentos prévios dos alunos e identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999, p. 8).

3.2 Proposta didática

A presente proposta didática foi desenvolvida em quatro etapas. A primeira etapa consistiu na análise dos referenciais teóricos para obtenção de dados que respaldassem o desenvolvimento do Produto Educacional.

A segunda etapa consistiu na elaboração do Produto Educacional com o conteúdo referente às radiações do espectro eletromagnético, que contou como instrumento central o método de ensino denominado Estudo de Caso. Tal Produto conta com uma apostila de apoio para o professor (Apêndice A) e uma apostila de referência para o aluno (Apêndice B). Ao longo da apostila do professor são sugeridas atividades a serem desenvolvidas nas aulas de Física com o objetivo de buscar soluções aos questionamentos levantados nos Casos. A apostila do aluno conta com textos de referências para que os alunos possam acompanhar o desenvolvimento das explicações ao longo das aulas.

A terceira etapa foi a aplicação da proposta em um Colégio Estadual do Rio de Janeiro. Nesse momento foi possível avaliar a viabilidade do Produto, assim como sua relevância e possíveis ajustes.

¹ Segundo Sá e Queiroz 2009, p.12, esse método consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas casos.

A quarta etapa foi análise dos instrumentos utilizados, de acordo com a categoria de significação conceitual de Vygotsky. A partir da análise foi possível verificar se estas atividades contribuíram para a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes.

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

4.1 Introdução

O produto elaborado descreve passo a passo uma intervenção metodológica cujo objetivo é relacionar os conceitos da temática Radiações do Espectro Eletromagnético aos avanços tecnológicos que estão tão presentes na vida das pessoas.

Por meio de sequências didáticas apoiadas na realização de experimentos de baixo custo, são fornecidos subsídios conceituais para que o discente encontre a solução da problemática levantada nos Estudos de Casos², que serão do tipo sócio-científicos, uma vez que darão ênfase à abordagem CTSA. A sequência envolverá os conceitos da temática no contexto dos Casos, apresentados aos alunos.

Os Estudos de Casos sócio-científicos abordarão questões controversas em que competem diferentes visões e que têm implicações em um ou mais dos seguintes campos: Física, Biologia, Ética, Política e Ambiente. Eles terão como objetivos: aprendizagem de conteúdo científico; educação para a cidadania; tomada de decisão; capacidade de argumentação; melhor compreensão a respeito da natureza da Ciência (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2013, p.522).

A abordagem CTSA tem por objetivo promover uma formação em ciências que proporcione a formação de cidadãos conscientes, críticos e atuantes na sociedade, desenvolvendo competências, atitudes e valores necessários à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia (REIS, 2004, p. 117).

Para a solução dos Casos, os alunos utilizarão as ferramentas conceituais fornecidas durante as aulas, por meio da leitura de textos em que permitam um debate e discussões sobre o tema, elaboração de mapas conceituais, manipulações experimentais, resolução de questões teóricas e formais, dentre outros, de modo a trazer o aluno para o centro do processo de ensino-aprendizagem.

Os mapas conceituais serão utilizados como levantamento dos conhecimentos prévios e também como instrumento avaliativo para obter uma visualização da organização conceitual que o aluno atribuiu ao novo conhecimento, buscando informações sobre as relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (DARROZ; CORTEZ, 2015, p. 59).

² Os Casos aqui apresentados são narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar uma decisão importante a respeito de determinadas questões (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 12).

Os experimentos com materiais de baixo custo atuarão como uma estratégia didática capaz de tornar o ensino um processo desenvolvido a partir das próprias indagações do aluno que surgem a partir na manipulação e análise dos mesmos.

Finalmente outro elemento importante a se destacar na sequência será a visão integradora de Vygotsky no qual, a interação social e a linguagem são decisivas para o desenvolvimento, que deve ocorrer de forma que ocorra uma progressão dos conceitos e é produzido pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura (VYGOTSKY, 1988, p.97).

Dentro dessa perspectiva, o produto educacional aqui exposto foi criado de modo a conter atividades que leve os alunos a construir conhecimentos, habilidades, competências e atitudes relacionadas ao conteúdo, afim de que eles possam pensar criticamente e tomar decisões baseadas nos conhecimentos construídos a partir da proposta (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2001, p. 113).

4.2 Roteiro do produto

Os conteúdos abordados no presente produto educacional restringem às radiações do espectro eletromagnético levando em consideração suas características, aplicações tecnológicas, influência de sua utilização na sociedade e efeitos biológicos, de modo de os conceitos são apresentados de maneira simples para que a essência dos mesmos fique evidente e possibilite ao professor adequar uma melhor abordagem de acordo com o perfil da turma e andamento do curso.

O curso foi preparado para ser utilizado na rede estadual de ensino do Rio de Janeiro onde é utilizado como direcionamento o Currículo Mínimo que é dividido por anos do Ensino Médio e por quatro bimestres em cada ano, tendo cada bimestre um campo de conhecimento a ser trabalhado de forma a se explorar habilidades e competências que se deseja que aluno tenha ao final desse período.

O presente trabalho conta com uma sequência didática apresentada em vinte aulas organizadas em momentos baseados nos conteúdos exigidos no terceiro e quarto bimestre (segundo semestre) do terceiro ano do Ensino Médio.

De acordo com o Currículo Mínimo, os campos de conhecimento e as habilidades e competências exigidas nesses bimestres são os expostos nas Figuras 3 e 4:

Figura 3- Recorte do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (terceiro Bimestre do terceiro ano do Ensino Médio)

3º Bimestre	
Campo	Olho humano – Espectro eletromagnético – Ondas mecânicas
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Reconhecer o olho humano como um receptor de ondas eletromagnéticas. - Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios. - Identificar a cor como uma característica das ondas luminosas. - Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas. - Diferenciar a natureza das ondas presentes em nosso cotidiano. - Conhecer as características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência. - Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano. - Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e para a comunicação.

Fonte: RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação. *Currículo mínimo de Física*. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012

Figura 4- Recorte do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio)

4º Bimestre	
Campo	Fenômenos ondulatórios - Estudo da natureza da luz - Efeito fotoelétrico
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas. - Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano. - Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e na comunicação. - Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pela Física Ondulatória. - Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Discutir modelos para a explicação da natureza luz, vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção.

Fonte: RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação. *Currículo mínimo de Física*. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012

Como o conteúdo do produto educacional restringe-se às radiações eletromagnéticas, os conceitos referentes aos aspectos ondulatórios bem como corpusculares dessas radiações deverão ser trabalhados de uma maneira geral antes da aplicação do produto.

Os campos de conhecimento e as competências e habilidades referentes ao segundo semestre do currículo mínimo se assemelham (ondas mecânicas, radiação eletromagnética e fenômenos ondulatórios). Por isso, existe a possibilidade de reorganizar os conteúdos de maneira a introduzir esses conhecimentos antes de iniciar as discussões sobre os conceitos

físicos abordados no presente trabalho. Com esta sequência é possível que haja um melhor entendimento da proposta durante a aplicação do projeto.

Com a finalidade de seguir a proposta do currículo mínimo, os conteúdos discutidos neste produto educacional foram divididos por aspectos, como apresentado a seguir.

Aspectos científicos

- Ondas eletromagnéticas
- Fenômenos ondulatórios
- Espectro eletromagnético

Aspectos tecnológicos

- Equipamentos de telecomunicação
- Controle de voos
- Equipamentos médicos
- Placas fotovoltaicas

Aspectos sociais

- Legislação sobre rádio pirata
- Importância das rádios para as comunidades
- Energia alternativa

O Quadro 1 apresenta os conteúdos a serem abordados e os momentos vivenciados em cada aula. Esses conteúdos e momentos são apresentados como uma proposta que está detalhada no Apêndice A. A distribuição de tempo, para cada momento, pode ser alterada de acordo com a necessidade e disponibilidade de cada professor. Ao todo a presente proposta pode ser desenvolvida em um bimestre letivo.

Quadro 1- Resumo dos conteúdos/momentos

AULA	CONTEÚDOS	MOMENTOS	AULAS
Aula 1	Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas	Apresentar a proposta do curso e a organização das primeiras atividades. (20 min)	2
		Ensino da estratégia de elaboração de mapas conceituais. (30 min.)	
		Atividade 1 – Propor a elaboração de um mapa conceitual sobre ondas eletromagnéticas com os	

		conhecimentos prévios dos alunos. (20 min)	
	Estudo de Caso: Rádio Pirata	Atividade 2 – Leitura do Caso com os alunos. Resolução das questões propostas pelos alunos dispostos em pequenos grupos – levantamento de seus conhecimentos prévios. (30 min)	
Aula 2	Conhecendo as radiações e o espectro eletromagnético	Aspectos ondulatórios das radiações eletromagnéticas: espectro de frequências, comprimento de onda e modelo físico. (50 min)	2
		Vídeo “Ondas Eletromagnéticas” (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (35 min)	
Aula 3	Ondas de Rádio: Construindo um transmissor de rádio caseiro	Discussão sobre as ondas de rádio. (20 min)	2
		Atividade 3 - Demonstração do Transmissor de Rádio e discussão sobre como esse transmissor pode ser usado na escola. (40 min)	
	Rádio Pirata e Rádio Comunitária: problematização	Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata, através de textos de jornal e revistas. (10 min) Atividade 4 – Exibição do <i>trailer</i> do filme: “Uma onda no ar” e debate sobre a importância das rádios comunitárias para a comunidade. (30 min)	
Aula 4	Micro-ondas e Infravermelho	Retomada do Estudo de Caso. (20 min)	2
		Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. (30 min)	
		Atividade 5 – Experimento: “Enxergando o invisível”. (15 min)	
Estudo de Caso: Energia solar	Resolução das questões do texto base. (15 min)	Atividade 6 - Estudo de Caso: Energia solar (20 min)	
Aula 5	Luz visível	Discussão sobre a luz visível. (40 min)	2
		Atividade 7 – Experimento: Dispersão da luz branca. (10 min)	
		Discussão sobre a cor dos objetos. (30 min)	
		Utilização do simulador PHET para demonstrar as cores que vemos (20 min)	
Aula 6	Luz e energia	Atividade 8 - Apresentação dos trabalhos – Disco de Newton. (40 min)	2
		Atividade 9 - Debate sobre a utilização de energia solar. (40 min)	
		Retomada do Caso: Energia solar. (20 min)	
Aula 7	O Sol e suas radiações	Atividade 10 - Estudo de Caso: Um dia de praia (20 min)	2
		Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. (30 min)	

		Aspectos corpusculares da radiação eletromagnética. O efeito fotoelétrico (20 min)	
		Vídeo: “Como o Sol te enxerga”. Debate sobre as formas proteção contra radiação ultravioleta. (10 min)	
		Atividade 11 – Experimento: Efeito germicida da radiação UV. (20 min)	
Aula 8	Raios X e os aparelhos de diagnósticos	Retomada do Estudo de Caso: Um dia de praia (20 min)	2
		Atividade 12- Os raios X e sua interação com a matéria: apresentação de imagens de raios X para possível interpretação. (30 min)	
	Raios Gama	Atividade 13 - Estudo de Caso: <i>A Física por trás do Hulk</i> . (20 min)	
		Raios gama: Características e interação com a matéria. (30 min)	
Aula 9	Aplicações da radiação gama	Distribuição de reportagens, notícias e textos sobre a utilização da radiação gama para debate sobre o tema. (50 min)	2
		Retomada do caso. (20 min)	
		Revisão geral sobre o espectro eletromagnético. (30 min)	
Aula 10	Avaliação da proposta	Resolução das questões finais. (50 min)	2
		Elaboração de um esquema do espectro eletromagnético. (20 min)	
		Reelaboração do mapa conceitual (20 min)	
		Resolução de questionário acerca da metodologia de ensino. (10 min)	

Fonte: Elaboração própria.

4.2.1 Descrição das aulas

A seguir será apresentada uma breve descrição das aulas, constituintes de cada momento do produto educacional. O material de apoio referente a cada aula encontra-se em Apêndice, dividido em duas partes: *Manual do professor* (Apêndice A) e *Apostila do aluno* (Apêndice B).

Aula 1 - Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas (2 aulas)

O objetivo dessa aula é familiarizar os alunos com os conteúdos a serem discutidos no decorrer do bimestre e coletar dados acerca dos conhecimentos prévios sobre a temática a ser desenvolvida.

Inicialmente é apresentado o tema das próximas aulas (radiações eletromagnéticas) por meio de um texto (Apêndice A), que mostra como essas radiações estão presentes em nosso cotidiano, desde o momento em que acordamos com a luz do Sol entrando pela janela. Esse texto é utilizado como fator motivacional para que o aluno se interesse por uma ciência baseada no seu cotidiano. Segundo o PCN, a contextualização do assunto a ser estudado é o ponto de partida para a compreensão dos fenômenos por mostrar vínculos diretos e claros entre o conteúdo e a realidade (BRASIL, 2006, p. 34).

Após a leitura do texto e o levantamento de questões acerca do assunto, é apresentada a proposta da utilização de Estudos de Caso sobre o espectro eletromagnético com enfoque em CTSA, de modo que os alunos tenham ciência da importância da participação e comprometimento para que, ao final do curso, possam avaliar essa proposta de ensino.

Em um segundo momento, é sugerida a elaboração, de maneira individual, um mapa conceitual com o máximo de palavras/conceitos possíveis, de acordo com seus conhecimentos prévios, a fim de se realizar um levantamento do que já sabem sobre o conteúdo.

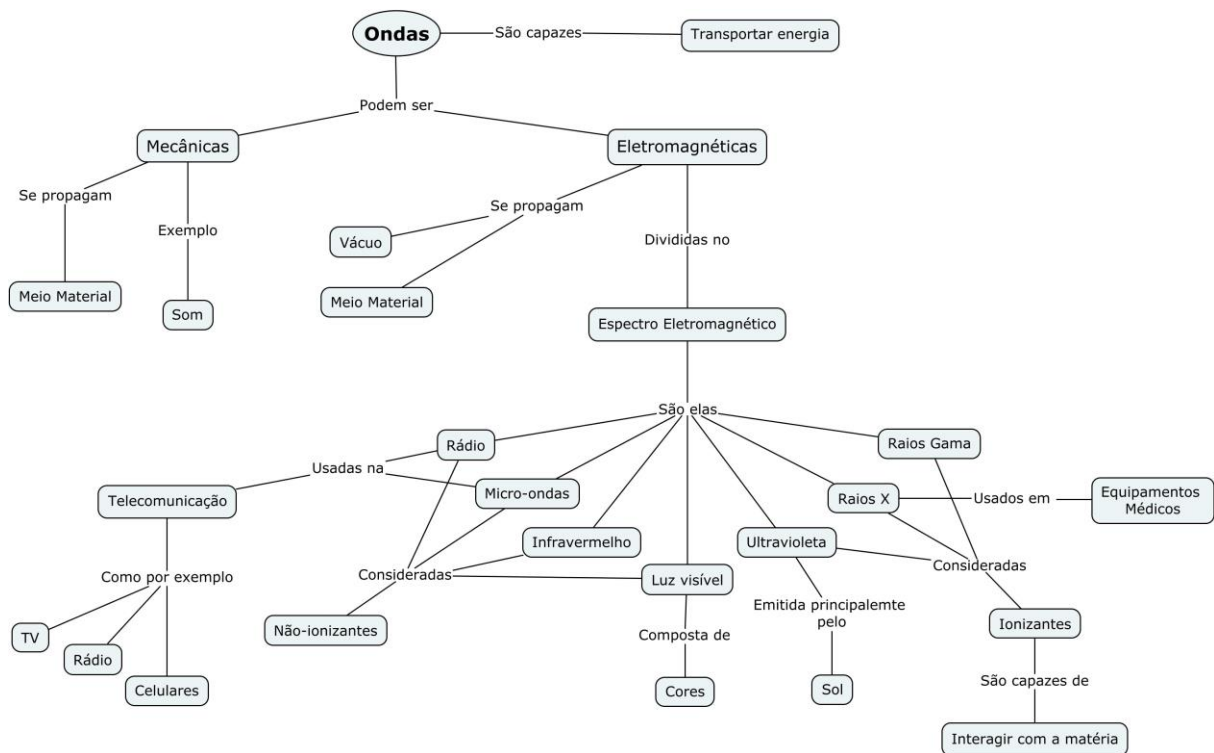
Segundo Moreira (1999, p 8), o mapa conceitual pode ser utilizado como instrumento para “identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 1999, p. 8).

As palavras a serem usadas no mapa serão fornecidas na Atividade 1 (Apêndice A) proposta pelo professor, sendo que os alunos podem acrescentar outras palavras que julguem estar no contexto.

A maneira de se organizar um mapa conceitual de maneira hierárquica deve ser previamente explicada pelo professor, mostrando que a organização na forma de diagrama, mostrando a relação entre conceitos ou palavras que represente conceitos, é o que permite verificar como determinado assunto está organizado na mente do aluno (DARROZ; CORTEZ, 2015, p 57).

O mapa conceitual apresentado na Figura 5 é um exemplo da organização hierárquica dos conhecimentos, dando ênfase ao caráter ondulatório das ondas eletromagnéticas.

Figura 5- Mapa Conceitual



Fonte: Elaboração própria.

Ao final da elaboração do mapa de forma individual, é pedido que os alunos façam uma análise e discutam as conexões feitas nos mapas dos outros colegas.

A partir desse momento, as atividades serão realizadas em pequenos grupos, o que favorecerá a socialização. De acordo com Vygotsky apud Moreira (2009, p. 20), “a interação social é fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído” (MOREIRA, 2009, p.20).

Após a entrega dos mapas conceituais são formados pequenos grupos para discutirem o Estudo de Caso: *Rádio Pirata* (Apêndice A).

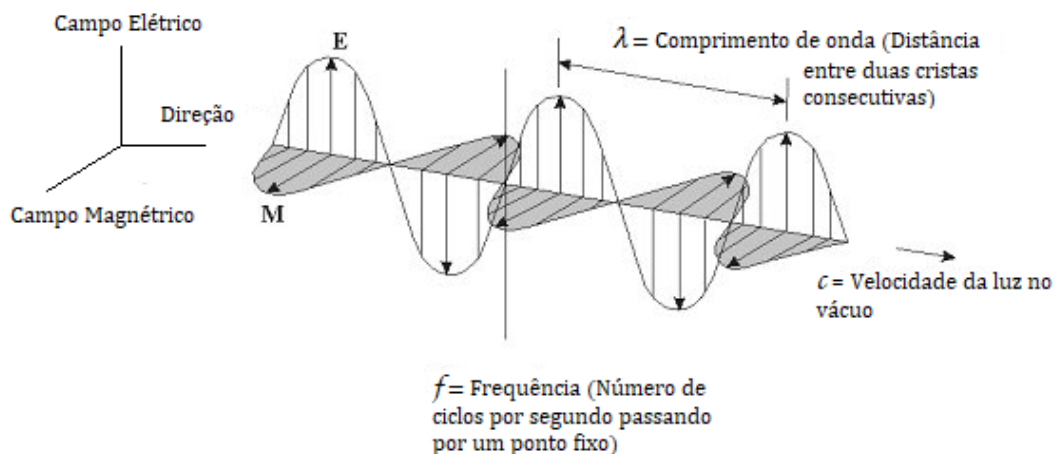
Nesse momento, é sugerido que o professor leia o Estudo de Caso para que os alunos, em pequenos grupos, acompanhem a leitura. Após a leitura é realizada, ainda em grupo, as respostas para as questões levantadas ao final do texto, de modo a tentar resolver os problemas apresentados. Essa atividade se trata do primeiro momento da aplicação do caso onde “[...] o educando expõe suas concepções sobre as questões apresentadas e esboça uma hipótese de solução” (LINHARES; REIS, 2008, p. 561).

É importante ressaltar que a proposta dessa atividade é verificar o que os alunos já sabem sobre o assunto além de instigar a curiosidade deles, sem nenhuma finalidade avaliativa.

Aula 2: Conhecendo as radiações e o espectro eletromagnético (2 aulas)

Na segunda aula, o aspecto ondulatório das Radiações Eletromagnéticas é abordado de maneira tradicional com a apresentação do conteúdo em *slides*, mostrando as características e o comportamento das mesmas.

Figura 6- Onda eletromagnética



Fonte: <<http://caoptico.blogspot.com.br/2009/09/optica-eletromagnetica.html>> Acesso em: 22 de outubro de 2017.

Ao final da explicação é exibido o vídeo “*Ondas eletromagnéticas*”³(Figura 7), que trata o conteúdo de forma contextualizada, apresentando as diferentes faixas de frequência e a explicação geral sobre cada faixa, tornando mais fácil a visualização e o entendimento do que foi explicado.

³ Ondas eletromagnéticas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

Figura 7- Print screen do vídeo “Ondas eletromagnéticas”



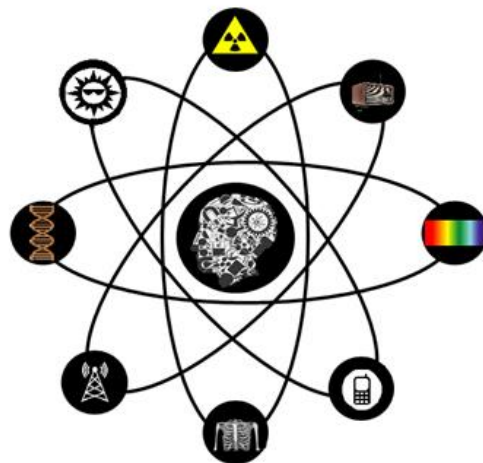
Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Os alunos receberão um material didático (Apêndice A) com o conteúdo teórico para que acompanhem a aula e possam fazer observações no decorrer da explicação. Ao final da aula, são propostas cinco questões formais a serem respondidas pelos alunos e, a seguir, entregues ao professor.

Figura 8- Capa da apostila do aluno



RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO



APOSTILA DE AULA

AUTORA: ALICE LUBANCO LEAL BARROS

Fonte: Elaboração própria.

Essa aula tem como objetivos apresentar as radiações eletromagnéticas, sua natureza, características e classificação, além de destacar a importância da frequência na organização do espectro eletromagnético, bem como mostrar algumas aplicações dessas ondas.

Aula 3: Sinais nas telecomunicações (2 Aulas)

Na aula três o espectro eletromagnético começa a ser estudado de maneira mais aprofundada, sendo apresentado de maneira detalhada cada faixa do espectro.

A primeira faixa estudada é a das ondas de rádio, onde o aluno terá um maior subsídio teórico para responder, novamente, as questões e problemas apresentados no Caso: *Rádio Comunitária*.

Nessa aula, são apresentadas as propriedades das ondas de rádio e as formas de transmissão e recepção.

A aula é iniciada com uma contextualização que levará os alunos a refletirem sobre como é possível a comunicação por meio de aparelhos como rádios, TV, telefones celulares e computadores com internet, já que estes muitas vezes não utilizam fios para o transporte do sinal.

Após o levantamento do questionamento, é explicado aos alunos que essas informações são transportadas por meio de ondas eletromagnéticas sendo, na maioria das vezes, chamadas de radiofrequências (RF) que incluem ondas de rádio e micro-ondas. Essas RF também são utilizadas em outros equipamentos como fornos micro-ondas, equipamentos médicos, além de serem muito importantes para os sistemas de comunicação fechados como o da polícia, dos bombeiros e dos aeroportos. Segundo Nascimento e Alvetti (2006, p. 29) a contextualização dos conhecimentos com artefatos tecnológicos presentes no cotidiano do aluno é de grande importância já que a ciência esteve e está presente em decisões socialmente significativas, gerando discursos e levantando questionamentos em prol do avanço tecnológico e humano. Com o entendimento da aplicação dos conceitos trabalhados em sala de aula, a compreensão dos fenômenos da natureza em si torna-se mais fácil.

Durante a explicação, conteúdos como os efeitos biológicos das RF serão discutidos possibilitando ao professor explicar que as RF interagem com as moléculas dos sistemas biológicos podendo ocasionar um aumento das vibrações nas moléculas e, conseqüentemente, o aumento da temperatura do sistema. No entanto, tais efeitos dificilmente são percebidos em se tratando de RF de baixa intensidade. Essa discussão possibilita ao professor abordar o conteúdo por uma perspectiva interdisciplinar, destacando a importância de se discutir as

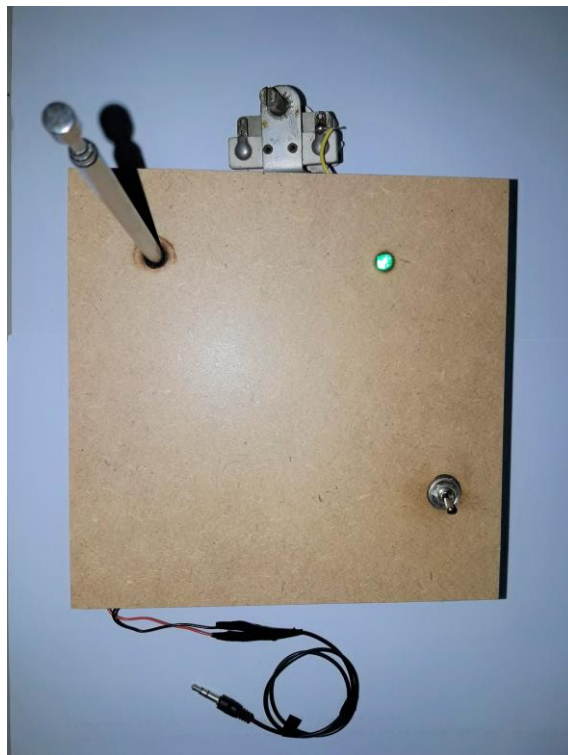
consequências biológicas da utilização de certas tecnologias e como isso solucionar dúvidas que certamente surgem quando o assunto é saúde.

Concluindo a explicação das aplicações das RF, mais precisamente a faixa de frequência correspondente às ondas de rádio, os alunos manipularão o protótipo experimental (Figura 9) de um transmissor de rádio de curto alcance criado com materiais que podem ser reaproveitados de sucatas eletrônicas. A descrição dos materiais e procedimentos para a montagem do rádio encontra-se no Apêndice A. A seguir, os alunos podem selecionar livremente as informações ou músicas que irão transmitir no transmissor.

No que se refere à captação do sinal gerado, são utilizados os celulares dos alunos cujo cursor de sintonia deverá estar posicionado em uma faixa de frequência “vazia” afim de não gerar interferência em outros rádios da comunidade.

Finalmente, o transmissor é ajustado para transmitir nessa mesma faixa de frequência.

Figura- 9 Protótipo de transmissor de rádio de curto alcance



Fonte: Elaboração própria.

A utilização do experimento contido no material didático deve estimular a curiosidade dos alunos e trabalhar habilidades e competências do currículo mínimo como: “reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos; compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e

relacionando as grandezas envolvidas e compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e para a comunicação” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 10).

A partir do protótipo inicia-se a explicação detalhada das etapas da comunicação por rádio, desde a emissão do som que é capturado pelo microfone até a conversão do sinal captado pela antena em som novamente (Figura 10). Essa discussão permitirá aos alunos que visualizem na prática cada equipamento básico que uma rádio precisa ter, assim como sua função.

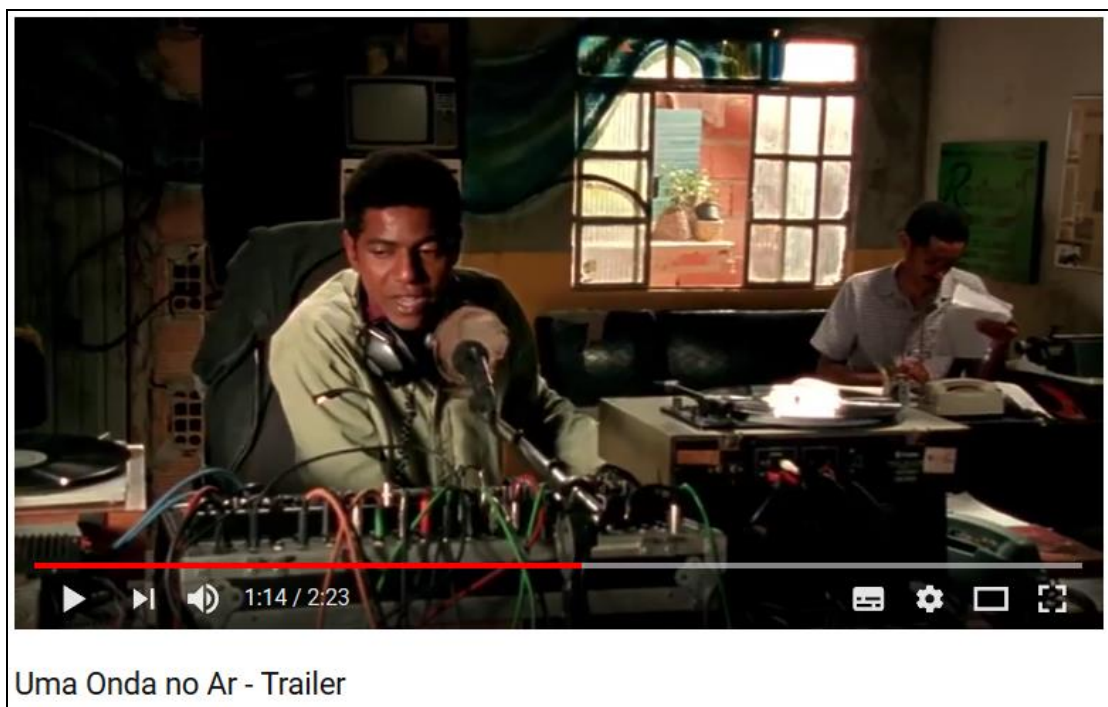
Figura 10- Etapas de comunicação por rádio

COMUNICAÇÃO POR RÁDIO	
ETAPA	DETALHAMENTOS
1. O som é produzido por algum instrumento sonoro como, por exemplo, a voz ou um instrumento musical alcança o microfone;	O som é um tipo de onda distinto da onda de rádio. Enquanto a onda de rádio é uma onda eletromagnética, o som é uma mecânica, que necessita de um meio material para se propagar. No caso de alguém falando em frente ao microfone, a onda sonora emitida por uma pessoa se propaga através de variações da pressão do ar até alcançar o microfone;
2. No microfone, ocorre a conversão do som em corrente elétrica de baixa frequência, denominado sinal de áudio;	Essa corrente de baixa frequência é a que possui as características do som original.
3. A estação produz uma corrente elétrica de alta frequência que é combinada com a corrente de baixa frequência;	Essa corrente de alta frequência é a que caracteriza a frequência da estação de rádio. Quando combinada com a corrente de baixa frequência, funciona como o meio de transporte do som original, sendo, por isso, denominada corrente portadora. Essa combinação de correntes é denominada modulação. Quando essa modulação altera a frequência da corrente portadora, ocorre a modulação em frequência (FM). Quando altera a amplitude, ocorre a modulação em amplitude (AM). As figuras a e b a seguir mostram o processo de modulação.
4. Essa corrente modulada, depois de amplificada, leva os elétrons livres da antena transmissora a se acelerarem na mesma frequência. Cargas elétricas aceleradas geram ondas denominadas eletromagnéticas. As ondas de rádio são ondas desse tipo.	As ondas eletromagnéticas, ao contrário das ondas mecânicas, não necessitam de meio material para se propagarem. Depois de geradas na antena, essas ondas se propagam pelo espaço.
5. Na antena do aparelho receptor, a onda de rádio é captada até ser convertida em onda sonora pelo alto-falante.	O processo que ocorre no aparelho receptor de ondas de rádio, o rádio, é basicamente o inverso das etapas descritas acima. Se o receptor estiver sintonizado na mesma frequência que a da onda de rádio que transmite o sinal da estação, a onda é convertida em corrente elétrica. No detector, transforma-se em sinal de áudio que, por sua vez, provoca a vibração do diafragma do alto-falante, sendo convertido em onda sonora.

Ao apresentar um elemento visual para o aluno, por meio da experimentação, juntamente com a explicação teórica de determinado tema que esteja sendo trabalhado, torna-se mais fácil transcender as estruturas prévias de pensamento e aceitar novas verdades. “No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Após a análise e discussão a respeito do funcionamento da rádio é apresentado o trailer do filme brasileiro “Uma onda no ar”⁴ (Figura 11).

Figura 11- *Trailer* do filme “Uma onda no ar”



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=PIOKVFoi1-E>> Acessado em 10 de outubro de 2017

Com a exibição do trailer do filme é possível discutir o caráter social que envolve a utilização de uma rádio comunitária e os benefícios que ela pode trazer para a comunidade, como notícias locais, comunicados, músicas que melhor representem uma determinada localidade, dentre outras programações. Nesse momento, também é discutido a legislação que rege as rádios e a diferença entre uma rádio comunitária e uma rádio pirata. Os alunos poderão expor suas ideias acerca do assunto, de forma que a aula se encerre com um debate sobre o assunto.

⁴ Trailer do filme “Uma onda no ar.” Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=PIOKVFoi1-E>>.

Aula 4 – Radiações de micro-ondas e infravermelho (2 aulas)

A quarta aula é iniciada com a retomada do caso para que os alunos, com os novos conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores, o respondam novamente. Nessa etapa é possível verificar se foi possível corrigir as concepções errôneas dos alunos acerca de alguns conceitos e com isso avaliar se a metodologia aplicada se mostrou eficaz.

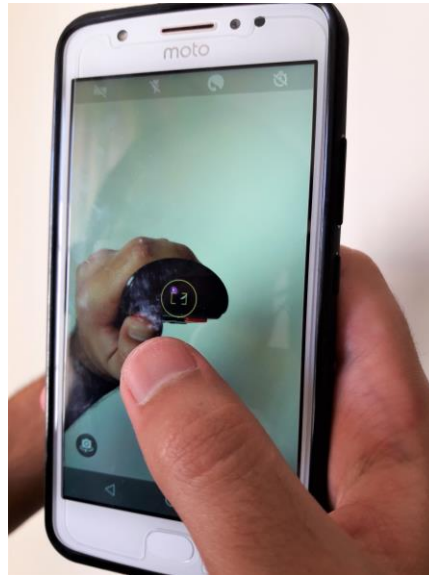
A aula segue em caráter expositivo em que o espectro eletromagnético continua a ser explorado com as radiações de micro-ondas e infravermelho.

Ao explicar as radiações de micro-ondas a sua aplicabilidade deve ser reforçado, mostrando que não é só utilizada em fornos micro-ondas, para aquecer os alimentos, mas também nas telecomunicações (assim como as ondas de rádio). Nesse momento, é importante explicar como se dá a interação dessa faixa de frequência com as moléculas de água, que é o que possibilita o aquecimento dos alimentos no forno micro-ondas. Com isso, é visto que essa interação não promove alteração na composição da matéria e, conseqüentemente, não existindo risco do ser humano adquirir doenças devido a ingestão de alimentos aquecidos no micro-ondas - uma dúvida comum nas aulas deste assunto.

A discussão a respeito da radiação infravermelha é introduzida através da contextualização histórica. Em 1800, Willian Herschel (1738-1822) ao dispersar a luz solar com a ajuda de um prisma, percebeu que a região do anteparo ao lado da luz vermelha, onde não havia incidência de luz visível, era a região mais quente. O nome infravermelho originou-se justamente pelo fato de a frequência da radiação ser menor que a frequência da luz vermelha, a qual, por sua vez, é a menor frequência captada pelo olho humano.

Como a radiação infravermelha é invisível ao olho humano, foi utilizado o experimento “Enxergando o invisível” o qual utiliza um controle remoto como fonte dessa radiação e uma câmera de celular como sensor (Figura 12), pois, mesmo sendo invisível ao olho humano, pode ser detectado por meio de filmagens em câmeras fotográficas.

Figura 12- Experimento “enxergando o invisível”



Fonte: Autoria própria.

A partir do controle remoto, foram citadas outras aplicações da radiação infravermelha como a utilização em mísseis, na astronomia e até mesmo em equipamentos de diagnóstico.

Durante o quarto encontro, a relação das radiações eletromagnéticas com equipamentos do cotidiano dos alunos é ressaltada a todo o momento, afim de que eles possam verificar que a Física está inserida na realidade deles. De acordo com o currículo mínimo é necessário que os conhecimentos sejam apresentados de forma contextualizada e atual, visando não só a exposição de um tema, mas também sua aplicabilidade e necessidade na vida cotidiana (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 10).

A aula é encerrada com a resolução das questões disponíveis na apostila do aluno (Apêndice B) e com a leitura e resolução das questões propostas no Caso: “Energia Solar”. Espera-se que, a aplicação desse Caso ao final da aula atue como fator motivador para discussão entre os alunos a respeito do assunto e, com isso, ocorra uma participação mais efetiva na aula seguinte.

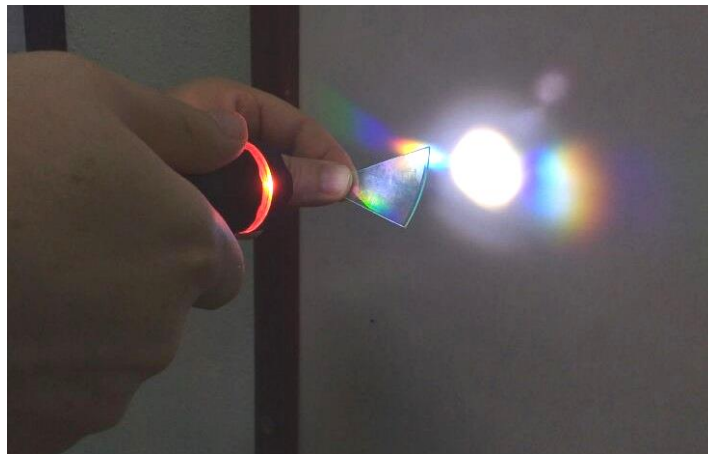
Aula 5: Luz visível (2 aulas)

No quinto encontro será discutida a faixa visível do espectro eletromagnético. Esta, ao penetrar em nossos olhos, pode sensibilizar a retina e desencadear o mecanismo da visão. Dessa forma, é possível abordar habilidades e competências exigidas no currículo mínimo como: “reconhecer o olho humano como um receptor de ondas eletromagnéticas na faixa do

visível; compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 10).

Nesse momento, é destacado que o espectro de luz visível é composto por sete cores (vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta) que se diferenciam de acordo com suas frequências, sendo o vermelho a de menor frequência enquanto a violeta é a de maior frequência; a composição delas forma a cor branca. A propriedade da dispersão da luz é apresentada aos alunos por meio de um experimento simples com uma rede de difração extraída de CD, conforme representado na Figura 13.

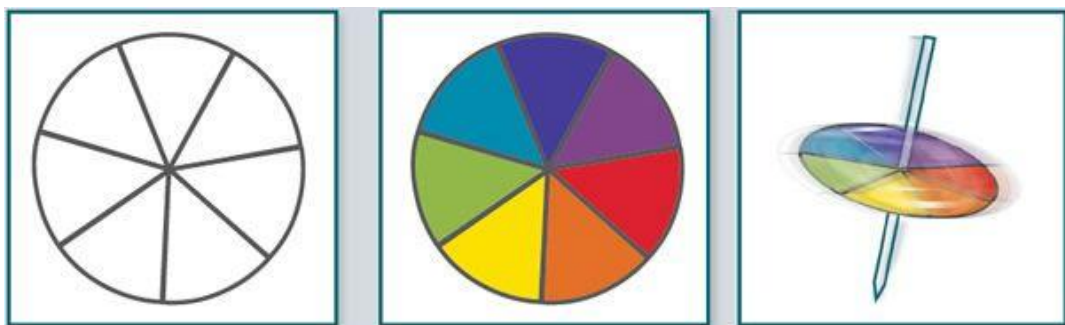
Figura 13- Rede de difração com CD



Fonte: Elaboração própria.

São abordados os conceitos de luz monocromática e luz policromática, com o aporte de uma atividade experimental. Nesta, os alunos serão divididos em pequenos grupos e deverão pesquisar e montar um disco de Newton, utilizando materiais de baixo custo como: papel, cartolina e lápis de cor, conforme a Figura 14.

Figura 14- Disco de Newton com materiais de baixo custo

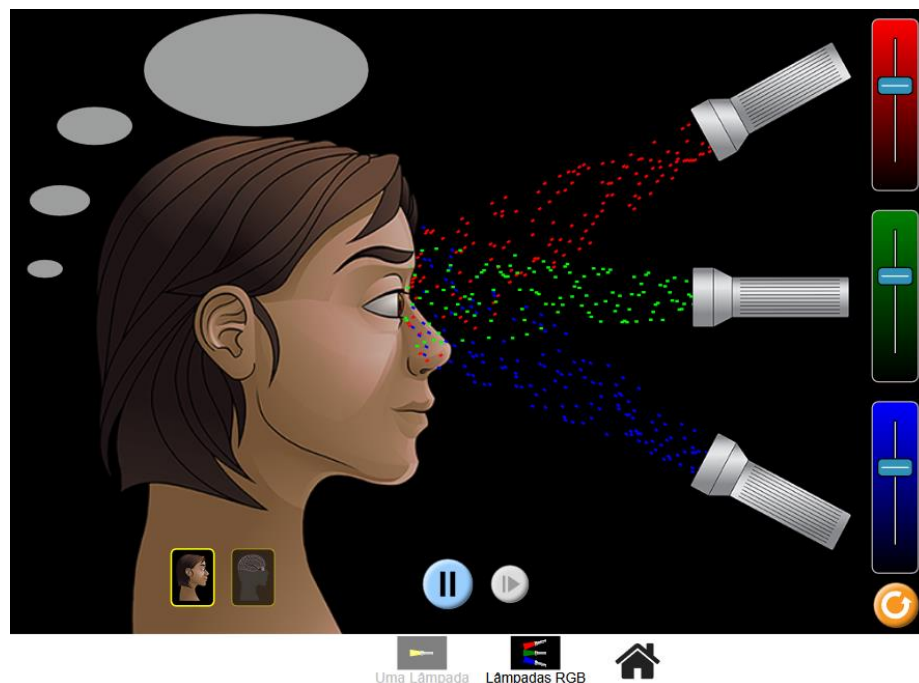


Fonte: <<https://pt-static.z-dn.net/files/d7f/7407739bae64cf3a8a5e30cbf79bf44a.jpg>> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

É esperado que essa atividade experimental estimule tanto a interação entre os alunos, no processo montagem do experimento, quanto a criatividade dos mesmos, pois estarão trabalharão sem restrições de materiais e métodos. Segundo Cunha et. al. (2012, p. 653), quando a tarefa é demasiada orientada, com uma série de passos que precisa seguir, o aluno não assume tanta responsabilidade, enquanto que tarefas experimentais mais livres tem caráter de desafio onde o professor atua como mediador, encorajando os alunos a pensarem e trabalharem sem sua influência direta, porém avaliando criticamente a evolução desses trabalhos.

Após a discussão sobre luz a luz branca, é iniciado o assunto sobre as cores dos objetos. É explicado que a cor de um corpo, quando iluminado por luz branca, se deve: à reflexão de somente uma parte do espectro da luz branca incidente no mesmo, no caso dele ser colorido; à reflexão de toda a luz branca, no caso dele ser branco; a absorção de toda a luz incidente, no caso dele ser preto. Para ilustrar foi utilizado o simulador “visão de cor” do PHET⁵ (Figura 15).

Figura 15- Simulação “visão de cor”



Fonte: PHET. Visão de cor. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

⁵ Simulador PHET: visão de cor. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

No simulador consegue-se observar que ao colocar um filtro de cor diferente das luzes incidentes ocorre a absorção total. O receptor não consegue visualizar nenhuma cor. Essa ausência de luz é o que se denomina “cor” preta. Ou seja, cada filtro permite a transmissão da luz correspondente a sua cor. Exemplo: o filtro vermelho transmite luz vermelha e absorve as demais. Com a utilização dos filtros, todos os outros comprimentos de onda de cores diferentes da do filtro serão absorvidos e nenhuma cor irá passar, resultando o preto.

As superfícies de cor preta absorvem toda a radiação e não refletem nenhuma faixa de frequência visível. Por esse fato as superfícies pretas esquentam mais que as de outras cores, pois a radiação luminosa absorvida se transforma em radiação térmica. Devido a essa propriedade, quando se deseja esquentar por meio da absorção da radiação luminosa, costuma-se utilizar superfícies pretas, como no caso de aquecedores solares.

Como o Caso sócio-científico “Energia Solar” apresentado ao final da aula anterior aborda o fator social da utilização de fontes alternativas de energia como a energia solar, utiliza-se da teoria da absorção da luz pelas superfícies pretas como ligação com o conteúdo de luz visível. Com essa abordagem, não só as características físicas e de funcionamento de um aquecedor solar pode ser considerada, mas também a importância de se investir e utilizar fontes de energia alternativa e renovável como fator fundamental para a manutenção da vida na Terra (GALDINO, M. A. et. al., s.d., p. 17).

Após uma discussão inicial sobre o assunto, é proposto aos alunos que formem grupos e pesquisem sobre a utilização de energia solar como fonte alternativa, assim como as vantagens e desvantagens de sua utilização.

Com a pesquisa e debate, na aula seguinte é possível propiciar um momento de maior interação entre os alunos que poderão expor suas ideias e opiniões a respeito do assunto. Segundo Vygotsky, é por meio das interações sociais mediadas por instrumentos e signos que se dá o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (VYGOTSKY, 1988 apud MOREIRA, 2009, p. 19), e atividades como essas permitem que os alunos discutam suas opiniões e vivências dentro do contexto que estão inseridos e que muitas vezes não é levado em consideração quando o assunto é abordado somente de forma expositiva pelo professor.

Aula 6 – Energia solar (2 aulas)

O sexto encontro é direcionado para a apresentação do trabalho do Disco de Newton e a discussão sobre Energia Solar.

Cada grupo apresentará seu trabalho, mostrando os materiais utilizados na construção do disco bem como seu funcionamento. Durante a atividade, o professor atua como mediador do processo de ensino aprendizagem dando espaço para que os alunos expliquem seus trabalhos e ao mesmo tempo relembrem do conteúdo discutido na aula anterior.

Após a apresentação dos trabalhos, propõe-se que os alunos sentem em círculo para dar início à discussão sobre a energia solar. Cada grupo vai falar um pouco a respeito da utilização de fontes renováveis de energia como a energia solar. Como esse trabalho foi aplicado em um bairro que atende em sua maior parte uma comunidade rural, o tema energia solar aparentemente fica fora do contexto de vivência dos alunos. Com o intuito de mostrar que esse tipo de tecnologia pode estar presente na realidade de onde eles vivem, é apresentado o vídeo *“Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê”*⁶ que mostra a implantação de captadores de energia solar em prédios e creches da comunidade Santa Marta, no Rio de Janeiro.

Ao final da aula será respondido novamente o Caso “Energia Solar” para avaliar as mudanças conceituais apresentadas pelos alunos após as aulas sobre luz visível e suas aplicações.

Aula 7 – Radiação ultravioleta (2 aulas)

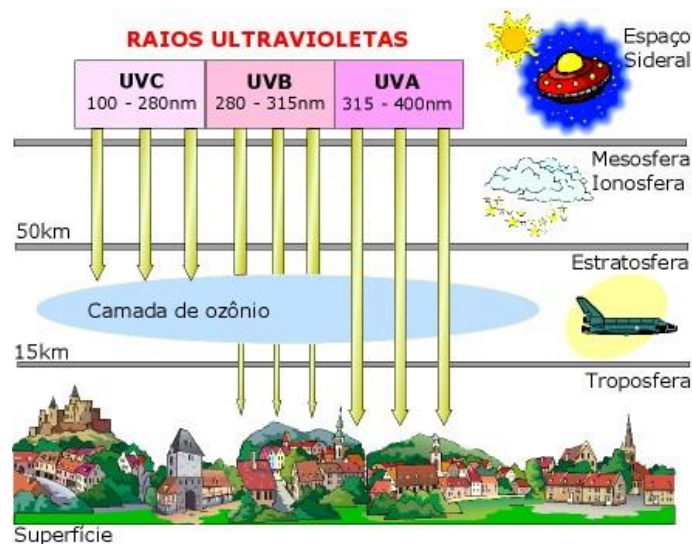
O sétimo encontro é iniciado com a atividade proposta no Caso: “Um dia de praia” (Apêndice A). Assim como nos casos anteriores os alunos, em pequenos grupos, responderão às questões propostas na atividade após a leitura feita pelo professor. Este atua como mediador, mostrando alternativas para a resolução das questões, mas sem fornecer respostas.

Após a resolução do Caso, inicia-se a explicação referente à faixa de frequência correspondente à radiação ultravioleta. A partir desta, todas as radiações são ionizantes, ou seja, possuem energia o suficiente para arrancar elétrons dos átomos e moléculas, alterando sua estrutura. Devido a esse potencial de ionização essas radiações podem ser prejudiciais à saúde quando não forem tomadas as devidas precauções.

Durante a explicação é diferenciado as faixas UVA, UVB e UVC que variam de acordo com suas frequências, sendo UVC filtrada pela camada de ozônio enquanto a UVB é parcialmente filtrada e a UVA totalmente filtrada (Figura 16).

⁶Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê. Manual do Mundo. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFuI858vRSg>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Figura 16- Raios ultravioleta



Fonte: MORAES, Isabela. A proteção extra que os olhos precisam. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=a-protecao-exata-que-os-olhos-precisam>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

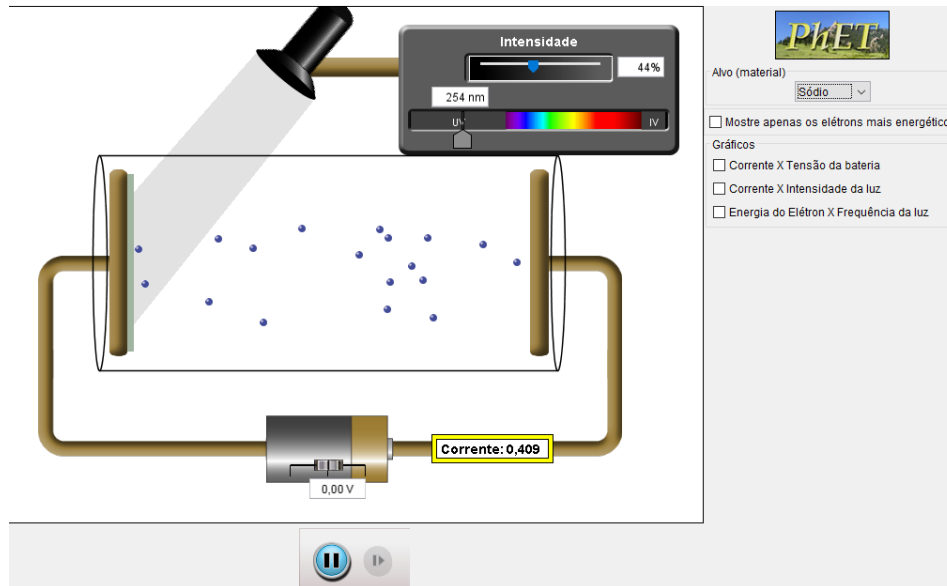
Ao diferenciar essas radiações, é possível destacar a importância da camada de ozônio para a manutenção da vida na Terra, já que, se os raios UVC atingissem a Terra, causaria efeitos biológicos devastadores, assim como a importância de se utilizar bloqueadores solar, óculos com proteção UV e roupas adequadas durante os dias ensolarados.

A interação da radiação ultravioleta com a matéria é explicada por meio do efeito fotoelétrico em que os elétrons são excitados e arrancados de uma placa metálica ao serem atingidos por fótons a partir de uma certa frequência. Assim como acontece nas placas metálicas, também acontece em tecidos vivos que, ao serem atingidos por radiações ionizantes, como a ultravioleta, tem elétrons arrancados dos átomos e moléculas, o que altera sua estrutura. Essa alteração pode causar danos como queimaduras, inflamações e até mesmo câncer.

Para demonstrar o efeito fotoelétrico é utilizado o simulador PHET de efeito fotoelétrico⁷, conforme mostra a captura de tela da Figura 17.

⁷ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Figura 17- Print screen do simulador: “efeito fotoelétrico”



Fonte: PHET. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Com a utilização do simulador é possível demonstrar que para cada metal, existe uma frequência mínima para que ocorra a emissão de elétrons e que, abaixo dessa frequência, não há emissão de elétrons, independente da intensidade da radiação emitida.

Para demonstrar alguns dos efeitos que a radiação ultravioleta pode causar na pele, é exibido o vídeo “*Como o Sol te enxerga*”⁸ (Figura 18).

Figura 18- Print screen do vídeo “Como o Sol te enxerga”



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DTTDV5xrVwI>> . Acesso em: 20 de outubro de 2017.

⁸ Vídeo: “Como o Sol te enxerga”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DTTDV5xrVwI>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

Após a exibição do vídeo é discutido as maneiras de se prevenirem dos possíveis danos causados pelo Sol.

É importante ressaltar que a exposição a essa radiação não traz só prejuízos para a saúde das pessoas, ela também é responsável pela sintetização de vitamina D pelo corpo que é essencial para saúde, além de também ser utilizada em instrumentos tecnológicos com fins diversos, como, por exemplo, para a esterelização de instrumentos hospitalares.

Sua função germicida é demonstrada no experimento demonstrativo do efeito germicida da radiação ultravioleta em *Saccharomyces cerevisiae* (levedura do fermento biológico). Nele um meio de cultura de leveduras é exposto à radiação UV com uma parte protegida com óculos de Sol e/ou bloqueador solar e outra parte é deixada sem proteção. Após a exposição por alguns minutos ou horas, dependendo da intensidade da fonte que pode ser o Sol ou uma lâmpada fluorescente, se observa o crescimento das leveduras na região protegida, enquanto não se desenvolvem na região exposta à essa radiação.

Esse experimento permite que se constate os efeitos da ação germicida da radiação UV e da proteção de alguns materiais como o bloqueador solar (SARTORI; SEPEL; LORETO, 2008, p. 88).

Aula 8.1 – Raios X e os equipamentos médicos (1 aula)

O oitavo encontro é iniciado com a retomada do Caso “Um dia de praia” em que os grupos tornam a ler o Caso e responder as questões propostas com os novos conhecimentos adquiridos.

Após a resolução, a sequência do espectro eletromagnético é retomada sendo apresentada a faixa de frequência correspondente aos raios X.

Inicialmente é abordado o caráter histórico da descoberta dos raios X feita pelo físico Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923), no final de 1895 enquanto trabalhava com raios catódicos. Além da descoberta, é discutido a aplicação tecnológica dos raios X, principalmente na área de medicina, por meio da apresentação de imagens de exames de raios X para que os alunos possam observar as diferentes tonalidades de acordo com a densidade do tecido.

Aula 8.2 – Radiação gama (1 aula)

A aula é continuada com a leitura e resolução, novamente em pequenos grupos, do Caso “*A Física por trás do Hulk*” (Apêndice B), em que são propostas questões a respeito da radiação gama e uma pesquisa que será realizada em casa e apresentada na aula seguinte.

Após a resolução dos problemas propostos no Caso, é iniciada a explicação da faixa de maior frequência do espectro eletromagnético, a saber, a radiação gama. Nessa aula são apresentados dados como a descoberta dessa radiação, suas características, o que a difere dos raios X, além de seus efeitos biológicos.

As aplicações tecnológicas da radiação gama não serão explicadas durante a aula, pois é sugerido como pesquisa no Caso “*A Física por trás do Hulk*” e por isso serão discutidas durante a explicação do trabalho feito pelos alunos na próxima aula.

Aula 9 – Aplicações da radiação gama (2 aulas)

O nono encontro é destinado a um debate sobre a opinião dos alunos a respeito do uso das radiações gama, principalmente no que diz respeito à geração de energia e utilização pela indústria alimentícia. O professor mediador terá como função distribuir materiais como textos científicos, reportagens de jornais e revistas sobre a utilização de radiação gama e, após a leitura, essas reportagens são discutidas para que os alunos interajam e avaliem criticamente os pontos positivos e negativos da utilização dessa radiação.

Após o debate, o Caso “*A Física por trás do Hulk*” é retomado para que, com os novos conhecimentos adquiridos, os alunos respondam novamente aos problemas propostos.

Ao final da aula, é feita uma revisão geral de todas as faixas do espectro eletromagnético de modo que os alunos consigam visualizar que todos os conteúdos abordados ao longo do bimestre reunidos configuram o que é chamado de espectro eletromagnético.

Aula 10 – Avaliação da proposta (2 aulas)

O décimo encontro é destinado à avaliação da proposta, onde os alunos, individualmente, responderão às questões objetivas e discursivas propostas, além de montarem um esquema em que organizam as radiações do espectro eletromagnético de acordo com suas frequências e definem características e aplicações de cada faixa do espectro.

Como instrumento avaliativo também é retomado o mapa conceitual utilizado na aula inicial para análise dos conhecimentos prévios, que deverão conter agora as novas concepções e correlações feitas após todas as aulas do projeto em que cada faixa do espectro foi explicada

detalhadamente. Ao comparar o mapa feito pelo aluno, tanto no início do projeto quanto ao término do mesmo, é possível observar se há indícios de aprendizagem significativa por meio da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento (MOREIRA, 2012, p. 5).

Como o referido produto educacional é direcionado à rede estadual de ensino e programado para ser aplicado em um bimestre letivo, existe a necessidade de se atribuir notas aos instrumentos avaliativos, podendo ser divididas em provas objetivas, provas operatórias, observação e registro e auto avaliação, conforme a portaria SEEDUC/SUGEM 419/2013. Essas notas que constituirão a nota bimestral não são referentes somente à avaliação final do projeto, mas obtidas no decorrer de toda aplicação do mesmo, podendo ser considerado a participação do aluno no decorrer das aulas, a resolução dos Casos, a apresentação de trabalhos, o mapa conceitual final, a resolução de questões formais e o esquema do espectro eletromagnético. Cabe ao professor observar a interação e participação dos alunos durante as atividades expostas, assim como recolher as atividades avaliativas e usar critérios comparativos referentes à evolução do pensamento dos alunos para adquirir uma nota equivalente à sua evolução.

Os alunos também receberam um questionário (Apêndice A) para avaliação do projeto aplicado e sobre seu aprendizado.

5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A sequência foi aplicada no segundo semestre de 2017, com indícios de êxito e sem rejeição por parte dos alunos. Porém, devido a diversos fatores como: feriados, reuniões, enchente, além da liberação de alunos devido a problemas na escola, a proposta não pôde ser executada de acordo com o cronograma, mas esse fato não comprometeu a apresentação do conteúdo. Tendo em vista essas adversidades, a organização do conteúdo foi modificada e somente dois Estudos de Caso foram aplicados, sendo um referente às radiações não-ionizantes e outro referente às radiações ionizantes, ficando organizada de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2- Resumo dos conteúdos/momentos trabalhados

AULA	CONTEÚDOS	MOMENTOS	Nº DE AULAS
Aula 1	Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas	Apresentar a proposta do curso e a organização das primeiras atividades. (30 min)	2
		Atividade 1 – Ensino da estratégia de elaboração de mapas conceituais. (20 min.)	
Aula 1	Estudo de Caso: Rádio Pirata.	Propor a elaboração de um mapa conceitual sobre radiações eletromagnéticas com os conhecimentos prévios dos alunos. (20 min)	2
		Atividade 2 – Leitura do Caso com os alunos. Resolução das questões propostas pelos alunos dispostos em pequenos grupos – levantamento de seus conhecimentos prévios. (30 min)	
Aula 2	Conhecendo as radiações e o espectro eletromagnético.	Apresentação os conceitos de radiações eletromagnéticas, espectro de frequências, comprimento de onda, modelo físico. (50 min)	2
		Vídeo “Ondas Eletromagnéticas” (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (35 min)	
Aula 3	Ondas de Rádio: Construindo um transmissor de rádio caseiro.	Discussão sobre as ondas de rádio. (20 min)	2
		Atividade 3 - Demonstração do transmissor de rádio e discussão sobre como esse transmissor pode ser usado na escola. (30 min)	
	Rádio Pirata e Rádio Comunitária: problematização	Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata, através de textos de jornal e revistas. (20 min)	
		Atividade 4 – Exibição do <i>trailer</i> do filme: “Uma onda no ar” e debate sobre a importância das rádios comunitárias para a comunidade. (30 min)	

Aula 4	Micro-ondas e Infravermelho	Retomada do Estudo de Caso. (20 min)	2
		Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. (30 min)	
		Atividade 5 – Enxergando o invisível. Experimento para a “visualização” de radiação infravermelha em controles remotos. (10 min)	
		Luz visível: introdução. (40 min)	
Aula 5	Luz visível	Atividade 6 – Experimento: Dispersão da luz branca. (10 min)	2
		Discussão sobre a cor dos objetos. (40 min)	
		Utilização do simulador PHET para demonstrar as cores que vemos (15 min)	
		Atividade 7 - Apresentação dos trabalhos – Disco de Newton. (15 min)	
		Atividade 8 - Estudo de Caso: Um dia de praia (20 min)	
Aula 6	O Sol e suas radiações	Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. (30 min)	2
		Efeito fotoelétrico (20 min)	
		Atividade 9: Simulação PHET sobre efeito fotoelétrico (15 min)	
		Vídeo: “Como o Sol te enxerga”. Debate sobre as formas proteção contra radiação ultravioleta. (15 min)	
		Retomada do Estudo de Caso (20 min)	
Aula 7	Raios X e os aparelhos de diagnósticos	Raios X e sua interação com a matéria. (30 min)	2
		Atividade 10- Apresentação de imagens de raios X para possível interpretação. (20 min)	
	Radiação Gama	Radiação gama: Características e interação com a matéria. (20 min)	
		Distribuição de reportagens e notícias sobre aplicações da radiação gama para discussão em sala. (30 min)	
Aula 8	Avaliação da proposta	Resolução das questões finais. (50 min)	2
		Elaboração de um esquema do espectro eletromagnético. (20 min)	
		Reelaboração do mapa conceitual (20 min)	
		Entrevista com os alunos acerca da metodologia de ensino. (10 min)	

Fonte: Elaboração própria.

A aplicação do projeto, mesmo em condições adversas, foi importante para que as atividades pudessem ser avaliadas, permitindo corrigi-las e adequá-las à proposta e objetivos iniciais.

A turma em que o projeto foi aplicado é formada por dezenove alunos, sendo que uma aluna se encontrava afastada por licença maternidade. Além disso, a aplicação foi realizada em uma escola afastada do centro da cidade que atende principalmente alunos da zona rural, onde as turmas são reduzidas e com grande índice de alunos faltosos, quando comparadas a escolas próximas ao centro. Devido a estes fatos, poucas atividades contaram com a presença de todos os alunos.

5.1 Análise das aulas

A seguir, será apresentada a aplicação de cada aula, os resultados obtidos e a análise desses resultados com base nos pressupostos teóricos da teoria de Vygotsky e demais referenciais utilizados na pesquisa.

As falas dos alunos durante as discussões em sala de aula foram anotadas tanto pela professora titular da disciplina quanto pela pesquisadora. Algumas dessas falas foram analisadas por sua relevância. Para fins de sigilo de suas identidades, os alunos aqui citados serão apresentados por números entre A-1 e A-19.

Aula 1 (2 horas/aula)

A primeira aula foi aplicada no dia 18 de outubro de 2017 onde estavam presentes somente nove alunos; as aulas anteriores a de Física foram canceladas e muitos deles preferiram ir embora.

Em um primeiro momento, a professora titular da turma realizou as devidas apresentações informando que no quarto bimestre o conteúdo de radiações eletromagnéticas, a partir de uma proposta diferenciada, seria trabalhado com eles por outra professora, mas que ela ainda estaria presente para auxiliar na resolução de qualquer dúvida.

Após as apresentações, foi descrita uma situação possível do cotidiano dos alunos (Apêndice B) onde, em uma manhã de Sol, um estudante tomava café com pão esquentado nos micro-ondas, enquanto consultava na internet se o clima estaria propício para ir à praia.

Essa contextualização inicial buscou aproximar o conteúdo científico do cotidiano do aluno de forma a tentar fazer com que a matéria fosse interessante para ele, à medida que este

se apresentasse dentro de sua realidade de vida. Segundo Kato e Kawasaki (2011) a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade de vivências, busca cumprir com os objetivos das disciplinas do Ensino Médio e propor objetivos além do currículo formal, incluindo aspectos e temas presentes na sociedade, tais como, referentes à melhoria da qualidade de vida e as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (KATO; KAVASAKI, 2011, p.39).

Com relação a esse texto, foi pedido que descrevessem os tipos de radiações eletromagnéticas presentes na situação.

Por meio de verbalizações, os alunos citaram o calor oriundo do Sol (radiação infravermelha), a luz e as micro-ondas. Contudo, deixaram de citar outros tipos de radiações que também estavam presentes na situação, como por exemplo, o sinal de transmissão da internet e a radiação ultravioleta. Nesse contexto, foram apresentadas a eles as diversas formas que as radiações eletromagnéticas ocorrem no cotidiano e como elas são utilizadas (muitas vezes, sem o entendimento correto), além de suas interações com a matéria. Essa contextualização gerou uma discussão entre os alunos, os quais mostraram um grande interesse em trabalhar com objetos tão próximos do cotidiano.

Após a contextualização inicial, foi explicado a proposta de trabalho do projeto em que as radiações eletromagnéticas seriam abordadas por meio de Estudos de Caso tentando, a todo momento, utilizar recursos diversificados que trouxesse o conteúdo para o contexto do aluno e que, ao final do bimestre, este também adquira uma visão mais crítica acerca do conteúdo aprendido e de sua aplicabilidade.

Mesmo antes de dar início à proposta, os alunos demonstraram muito entusiasmo, como pode-se observar na fala do aluno A-11:

A-11: *“Poxa, professora! Por que a senhora não veio antes? Agora estamos terminando o terceiro ano e há tanta coisa que já poderíamos ter aprendido desse jeito”*.

Após a explicação da proposta, foi pedido aos alunos que realizassem duas atividades: uma individual e outra em pequenos grupos. O objetivo era de obter dados dos conhecimentos prévios (sem qualquer fim avaliativo), sendo de extrema importância que eles respondessem o que entendiam sobre o assunto.

A **primeira atividade** individual foi a construção de um mapa conceitual acerca do conceito de ondas, com ênfase nas ondas eletromagnéticas. Antes que os alunos comessem a atividade, foi explicado o conceito de um mapa conceitual que, de acordo com Moreira, pode ser definido de uma maneira geral como formado de “diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2012,

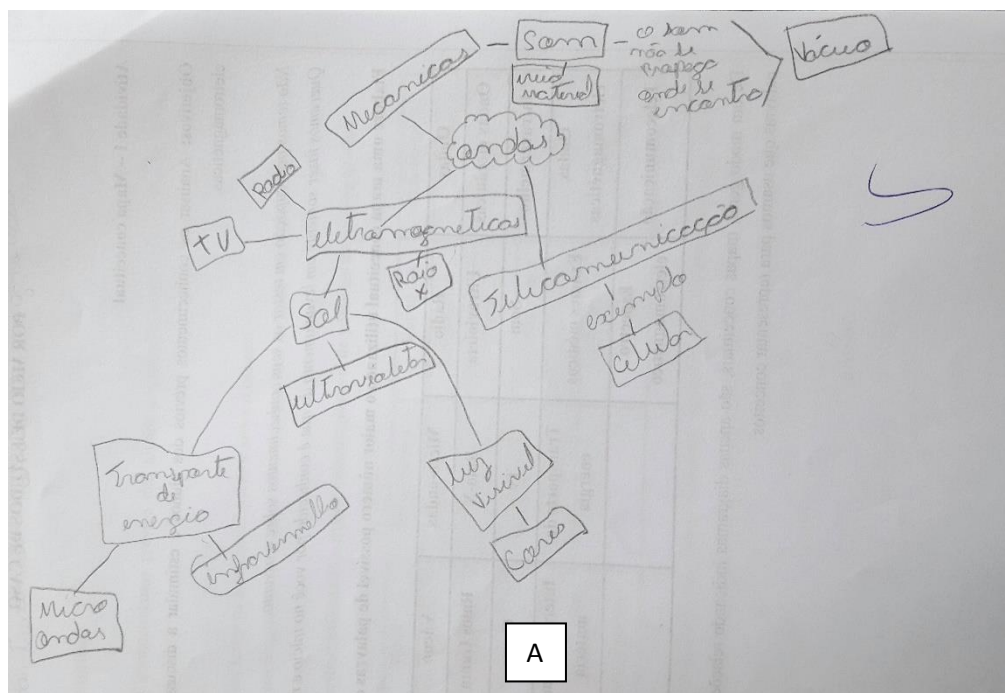
p.41). Também foram apresentados alguns exemplos de mapas de diversos assuntos para que os alunos pudessem usar como referência nas montagens dos seus.

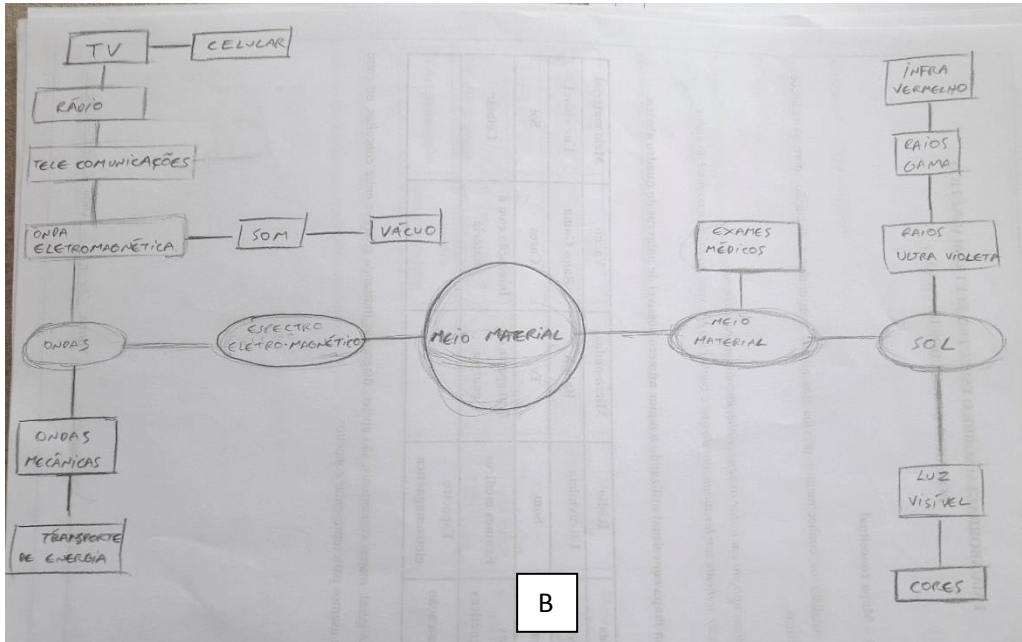
Nessa atividade os alunos apresentaram muitas dúvidas, como a identificação dos conceitos-chave, organização hierárquica dos conceitos e as palavras de ligação que deveriam usar. É de se entender a dificuldade apresentada pelos alunos já que a atividade foi inserida com o objetivo de análise dos conhecimentos prévios, ou seja, sem a explicação prévia do conteúdo, com isso justifica-se a orientação de Moreira (2012) quando afirma: “é preferível usá-los quando os alunos já têm certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos” (MOREIRA, 2012, p. 45).

Foi observado que, para se obter um melhor resultado nessa atividade, é necessário que seja utilizado mais tempo na explicação e exemplificação dos mapas conceituais.

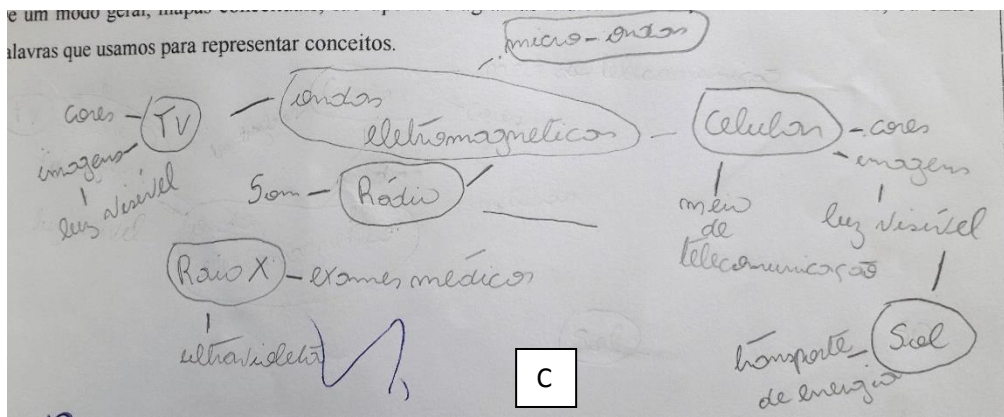
A Figura 19 apresenta quatro dos mapas formulados por alunos nessa primeira aula, tendo em vista que os demais mapas não apresentaram uma organização coerente. Estes alunos tiveram muita dificuldade em realizar a atividade inicial. Ao terminarem a elaboração de seus mapas, a pesquisadora solicitou que cada aluno apresentasse seu mapa, explicando passo a passo cada relação.

Figura 19 - Mapas conceituais elaborados pelos alunos

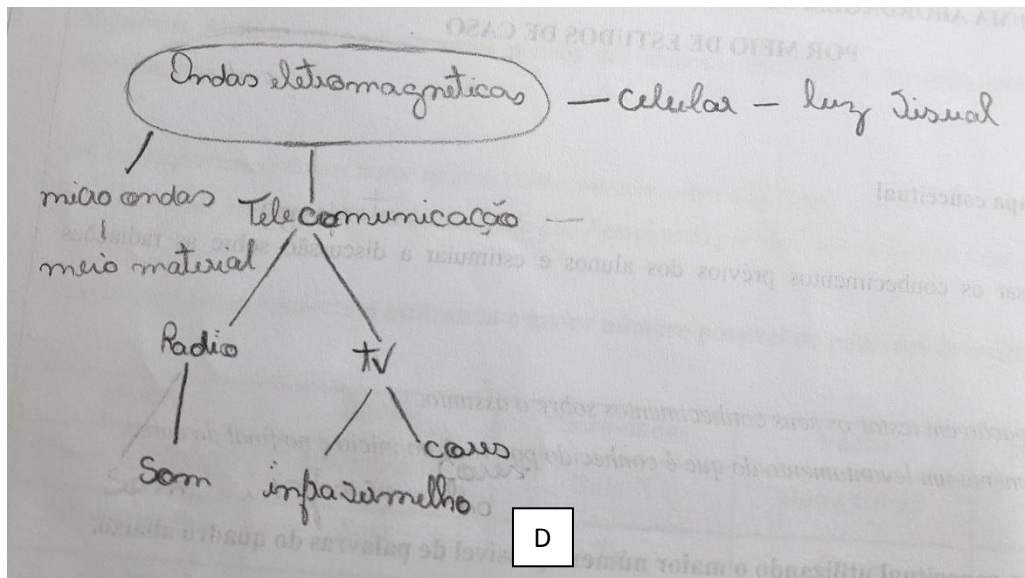




B



C



D

Observa-se que em nenhum dos quatro mapas apresentados os alunos utilizaram palavras de ligação para conectar os conteúdos, nem utilizaram palavras além das apresentadas no quadro de referência.

Os mapas apresentados demonstram a necessidade de se ensinar o conteúdo de radiações eletromagnéticas, pois há uma visível dificuldade de associar os tipos de radiações com suas características e aplicações.

Somente o aluno A-13, que elaborou o mapa apresentado na Figura 18 (A), conseguiu identificar corretamente o conceito mais geral (*ondas*) e dividi-lo em *ondas mecânicas* e *ondas eletromagnéticas*. Ele também foi o único a relacionar *som* às *ondas mecânicas*, além de afirmar que o *som* não se propaga no *vácuo*, necessitando de um *meio material* para tal.

O fato de somente um aluno (no total de nove) conseguir classificar as ondas em mecânicas e eletromagnéticas reforça o que foi proposto na descrição do produto, onde se sugere que o conteúdo de características e classificações das ondas seja inserido antes da aplicação do produto.

O aluno A-8, que elaborou o mapa apresentado na Figura 18 (B), não soube identificar o conceito mais geral (*ondas*), além de não conseguir entender que ele deveria ligar os conceitos do mais geral para o mais específico, interligando todos os outros conceitos relacionados aquele mais geral. Apesar de ter ligado cada palavra uma única vez ele fez correlações corretas, por exemplo, nas ligações apresentadas no lado direito de seu mapa: “*o Sol emite radiações ultravioletas, raios gama, infravermelho e luz visível, sendo a luz visível as cores que vemos*”. Nesse contexto podemos observar a necessidade de aprimorar as explicações através da utilização de mais exemplos a fim de que os alunos consigam interligar melhor os conceitos, além de poder confirmar também que os mapas não são autoexplicativos, sendo necessário externar os significados (MOREIRA, 2012, p 42).

Os mapas apresentados nas Figuras 18 (C) e (D) têm como característica comum a captação de ondas eletromagnéticas pelo rádio e produção de ondas sonoras. No entanto, em suas apresentações orais os alunos afirmaram que a transmissão dos sinais de rádio é feita através de ondas sonoras.

A **segunda atividade** foi distribuída logo após o término da primeira. Porém, nesta atividade os nove alunos foram separados em três grupos.

A atividade consistiu no Estudo de Caso chamado *Rádio Comunitária* (Apêndice A). O texto foi lido junto com os alunos e após a leitura foi pedido que eles discutissem em grupo e respondessem as questões propostas no final da atividade.

A atividade foi executada em pequenos grupos e não individualmente com o objetivo de oportunizar interações sociais. Desta forma, foi possível estimular o diálogo, a troca de informações e a divisão de tarefas em torno de um objetivo comum, que são necessárias para a produção do conhecimento pelo educando, além de ampliarem as capacidades individuais. Segundo a concepção de Vygotsky, é na relação com o próximo que o aluno, por intermédio da linguagem, acaba por se desenvolver enquanto sujeito (DAVIS, et. al., 1989, p. 50).

Durante a resolução das questões alguns alunos se mostraram inseguros, como representado pela fala do aluno A-9:

Aluno A-9: “*Professora, como posso responder se tenho as mesmas dúvidas que João⁹?*”.

Foi explicado pela pesquisadora, que eles não precisavam se preocupar se as respostas estavam certas ou erradas, mas que deveriam simplesmente pensar e responder de acordo com o que julgavam estar correto.

As respostas dos alunos, aos problemas apresentados no Caso, foram organizadas em categorias de acordo com as apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3: Categorização das respostas às questões propostas no Caso

Questões	Grupo 1 Alunos: A-8, A-7, A-13	Grupo 2 Alunos: A-1, A-17, A-9	Grupo 3 Alunos: A-6, A-14, A-5
1- O que são ondas de rádio?	<i>São ondas eletromagnéticas.</i>	<i>São ondas que espalham o som para os aparelhos de rádios.</i>	<i>São ondas eletromagnéticas.</i>
2- Como se dá a transmissão do sinal de rádio?	<i>Através de antenas.</i>	<i>São transmitidas pelo som.</i>	<i>Precisa de um meio material.</i>
3- Quais benefícios você acredita que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade?	<i>Notícias, informações locais, músicas, desaparecimento de pessoas, eventos na região e previsão do tempo.</i>	<i>Propagandas dos comerciantes locais, comunicados de vagas de emprego na região, avisos da escola, postos de saúde, etc</i>	<i>Músicas de artistas locais, eventos da comunidade, informações políticas, etc.</i>
4- Como ela poderia interferir na comunicação dos aeroportos?	<i>A interferência na frequência pode causar desde atrasos nos voos até a queda de aviões.</i>	<i>Os rádios regulares não interferem na comunicação, mas os rádios piratas podem interferir impedindo as mensagens dos aviões de chegar no aeroporto.</i>	<i>Ela pode interferir nas ondas sonoras de comunicação cortando sinal da torre de comunicação.</i>

⁹ João é o personagem do Caso: Rádio pirata.

<p>5- Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde.</p>	<p><i>Elas liberam radiações que podem causar câncer dependendo da quantidade do uso.</i></p>	<p><i>Podem causar problemas auditivos, os celulares podem causar problemas de visão e se ficar muito exposto pode causar até doenças mais graves como câncer.</i></p>	<p><i>Os mais idosos dizem que um aparelho de TV ligado em tempestade pode atrair raios para dentro de casa.</i></p>
---	---	--	--

Fonte: Elaboração própria.

Como poucos alunos participaram da atividade, o quantitativo em cada categoria não foi relevante para uma análise significativa, porém em uma análise qualitativa pode-se observar que, com exceção das respostas da Questão 3, foram obtidas respostas diversificadas.

Na Questão 1, dois grupos responderam que as ondas rádio são ondas eletromagnéticas e um grupo respondeu que são ondas sonoras. Comparando essas respostas com a organização do mapa conceitual, onde a maioria associou a transmissão de sinais de rádio às ondas sonoras, pode-se observar que, após as apresentações dos mapas e as discussões em grupo, alguns desses alunos começaram a associar o conceito de ondas de rádio ao conceito de ondas eletromagnéticas e não simplesmente ao som.

Um dos grupos que afirmou, na Questão 1, que ondas de rádio são ondas eletromagnéticas, respondeu, na Questão 2, que elas são transmitidas por antenas. Entretanto, o outro grupo que tinha a mesma resposta para a Questão 1 (Grupo 3), respondeu que elas necessitam de um meio material para se propagar.

O Grupo 2 respondeu que a transmissão dos sinais de rádio ocorre por meio do som. A resposta dessa questão mostra que os alunos ainda confundem sinais de rádio com o som, não entendendo que os sinais eletromagnéticos captados pelo rádio são transformados (decodificados) pelo mesmo na forma de ondas sonoras.

A Questão 3, que se refere aos benefícios das rádios à comunidade, apresenta respostas semelhantes entre os grupos. Somente o Grupo 2 apresentou como benefícios as propagandas de comerciantes locais. Contudo, conforme o art. 3 da Lei nº 9.612, DE 19 de

fevereiro de 1998¹⁰, as rádios comunitárias não podem fazer propagandas já que não são destinadas a fins lucrativos.

Na Questão 4 os alunos apresentaram respostas vagas, sem especificar realmente como uma rádio comunitária poderia interferir nos sinais dos aeroportos. O Grupo 2 afirmou somente que as rádios piratas poderiam interferir; o Grupo 1 comentou de maneira geral que ela poderia interferir na frequência, porém não explicou de que forma; o Grupo 3 continuou associando as ondas de rádio às ondas sonoras.

As respostas da Questão 5 mostraram que os alunos ainda não entendem as formas de interação das radiações não-ionizantes com a matéria. Os Grupos 1 e 2 associaram o câncer como um desses efeitos, enquanto o Grupo 3 relacionou a possibilidade de ocasionar descargas elétricas durante as tempestades. Este grupo levou em consideração as informações passadas por gerações anteriores, porém sem apresentar argumentos científicos acerca da questão.

Mesmo sendo um encontro com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, surgiram questionamentos sobre alguns conceitos físicos e aplicações da temática no cotidiano. Nesse momento, a pesquisadora aproveitou para gerar um debate com intenção de despertar maior interesse dos alunos e não simplesmente fornecer respostas "certas" aos questionamentos.

Aula 2 (2 horas/aula)

Na segunda aula estiveram presentes dezesseis alunos. Teve como principal objetivo apresentar as radiações eletromagnéticas, iniciando pela contextualização histórica. Além disso, foram discutidas as diferentes formas de radiações, os processos de produção e a classificação de acordo com a frequência (ou comprimento de onda) e energia no espectro eletromagnético.

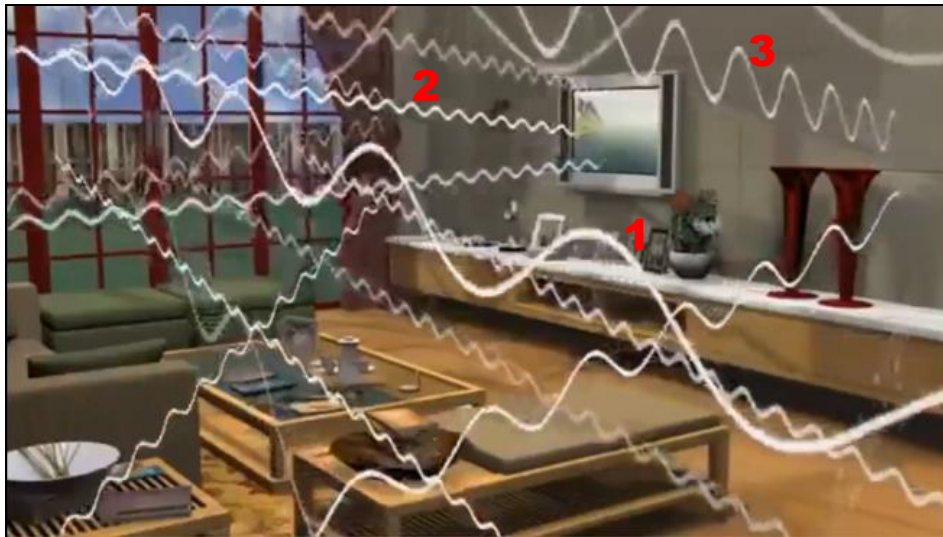
Durante a aula foi possível observar que os alunos se mantiveram atentos enquanto lhes eram apresentados os aspectos históricos. Quando foi afirmado que as ondas eletromagnéticas estão susceptíveis a fenômenos ondulatórios como: reflexão, refração, interferência e difração, assim como as ondas mecânicas, os alunos demonstraram não lembrar desses conceitos (já estudados no bimestre anterior). Por isso, foi necessário relembrar tais conceitos para dar sequência ao conteúdo.

¹⁰ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19612.htm#art1>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

Durante a explicação das características das ondas eletromagnéticas, foram introduzidos conceitos matemáticos básicos na definição de ondas eletromagnéticas, como a equação geral da onda. Além disso, foi possível mostrar a relação entre o comprimento de onda e a frequência das ondas, de modo que a velocidade de propagação não é alterada em um mesmo meio, sendo sempre aproximadamente 3.10^8 m/s quando o meio em questão é o vácuo.

A Figura 20 foi apresentada aos alunos e solicitado que respondessem qual das ondas (um, dois ou três) tem maior comprimento de onda e qual delas apresenta maior frequência.

Figura 20- Ondas eletromagnéticas de frequências diferentes



Fonte: Adaptado de: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

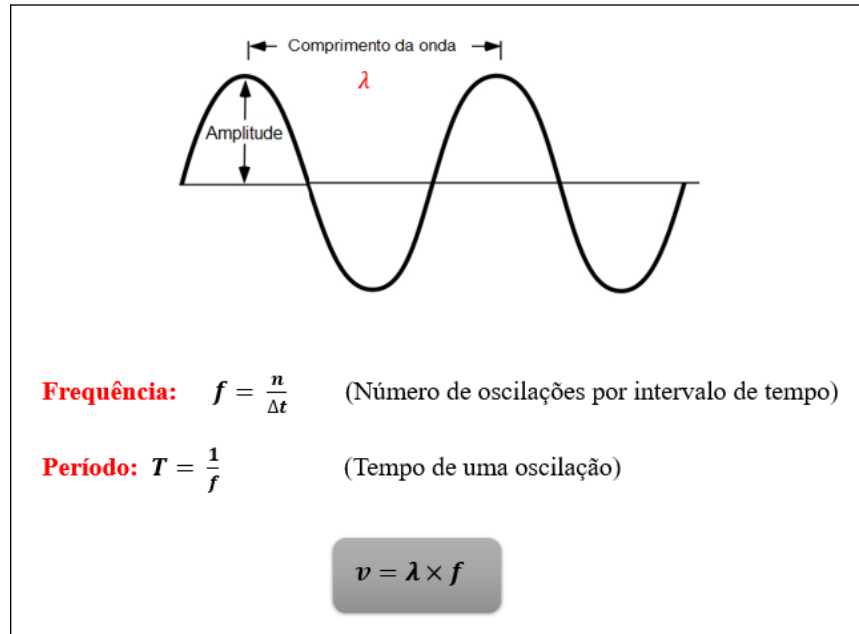
De forma geral percebeu-se que as respostas dos alunos foram bem diversificadas no que se refere às características gerais das ondas. Tais alunos não tinham a compreensão correta dos conceitos de frequência e comprimento de onda, a saber: para o aluno A-11 a onda de número 1 tem a maior frequência e o maior comprimento, pois ela é maior que as outras; para o aluno A-16 é a onda de número 2 que possui maior frequência, pois, é menor e mais rápida e a onda de número 1 o maior comprimento, pois é maior que as outras; já para o aluno A-8 a onda de número 3 tem maior frequência, pois parece mais alta do que as outras e a onda de número 1 tem a maior comprimento, pois é maior que as outras.

Após a discussão entre os alunos acerca da resposta correta, foi definido pela professora o significado de frequência, de comprimento de onda, de amplitude e de período. O objetivo era mostrar aos alunos as características básicas das ondas. Isso possibilitará aos

alunos a retomada do Caso “rádio comunitária” e conseguirem explicar a questão “*Como ela (rádio) poderia interferir na comunicação dos aeroportos?*”.

A Figura 21 foi apresentada na aula para descrever essas propriedades da onda.

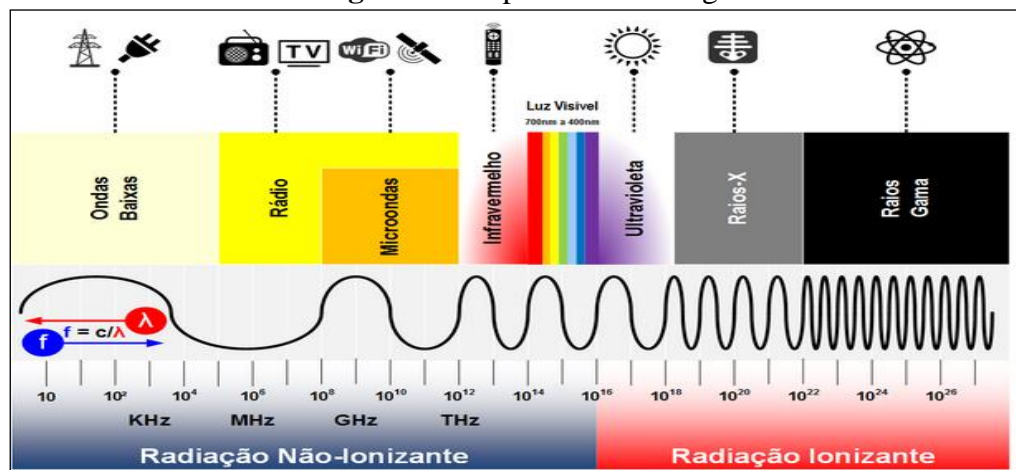
Figura 21- Definição das características físicas de uma onda transversal



Fonte: Elaboração própria.

Após discutir as propriedades e características das ondas eletromagnéticas, foi apresentado o espectro eletromagnético, conforme a Figura 22, diferenciando cada faixa de frequência, bem como salientando algumas de suas aplicações.

Figura 22- Espectro eletromagnético



Fonte: BRITO, S. H. B. O espectro eletromagnético na natureza. Disponível em: <<http://labcisico.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnético-na-natureza.html>>. Acesso em 12 de outubro de 2017.

Durante a explicação das diferentes faixas de frequências surgiram vários questionamentos entre os alunos. Para responder tais questionamentos foram citadas algumas propriedades de cada faixa, incluindo as diferenças entre as radiações classificadas como não-ionizantes e ionizantes. Alguns desses questionamentos seguem comentados abaixo:

Aluno A-12: *“É verdade que o homem não pode andar com celular na cintura que faz mal?”*.

Essa pergunta foi respondida ao mostrar que as radiações não-ionizantes, como ondas de rádio, micro-ondas e infravermelho (que podem ser emitidas por um celular na cintura de uma pessoa), não atravessam o corpo humano. Isso se deve ao fato de possuírem grandes comprimentos de onda e baixas frequências, podendo somente esquentar a região do corpo em contato com o aparelho.

No contexto dessa pergunta, foi apresentado um vídeo¹¹ de uma reportagem sobre estudos que mostram que a radiação do celular recebeu classificação, em uma escala de risco de possíveis causadores de câncer, como “possivelmente” causadora, onde foi levado em consideração casos em que se utilizam do celular na mesma região (ouvido) por mais de 30 minutos por dia durante 30 anos, ou seja, dificilmente pode-se comprovar que o causador do câncer é o celular. Essa explicação já auxiliaria a resolução da Questão 5 na retomada do Caso.

Aluno A-10: *“Infravermelho faz mal?”*

A pergunta do aluno foi respondida no mesmo contexto da anterior. A radiação infravermelha é não-ionizante e emitida por todos os corpos – também conhecida como radiação térmica. Essas radiações não são visíveis ao olho humano. Para serem vistas é necessária a utilização de equipamentos que funcionam como receptores de infravermelho como, por exemplo, os óculos de visão noturna.

Aluno A-4: *“Como as micro-ondas pode funcionar na comunicação se serve para esquentar alimentos?”*

A pergunta mostra que os alunos, de um modo geral, acabam associando as micro-ondas ao aparelho de micro-ondas, sem compreender que essa radiação não se restringe ao aparelho que tem como função aquecer alimentos. Para responder tal questão algumas aplicações das micro-ondas foram citadas pela pesquisadora com o intuito de mostrar que essa faixa de frequência, assim como as outras, possuem várias aplicabilidades diretamente relacionadas ao cotidiano.

¹¹ “FANTÁSTICO JUNHO 2011 – A RADIAÇÃO DO CELULAR”. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=XBh_3ft-qY>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Aluno A-8: *“Os raios gama existem mesmo? Achei que era coisa de filme”*.

A pergunta demonstra a dificuldade de se entender algo que acredita não fazer parte do seu cotidiano, pois dentre as radiações do espectro eletromagnético, a radiação gama é a menos comentada e discutida no cotidiano dos alunos.

Após a apresentação do conteúdo e interação com os alunos, com incentivo aos questionamentos, pode-se observar uma mudança quanto ao entendimento do que são ondas eletromagnéticas e como o espectro é dividido. Isso pode ser observado na fala do aluno A-7:

Aluno A-7: *“Professora, me devolve aquele mapa para fazer de novo, porque já sei que errei um monte de coisa”*.

Ao término das discussões os alunos responderam a uma lista de exercícios com o auxílio da apostila do aluno (Apêndice B), na qual foi possível verificar alguma evolução do entendimento dos conceitos científicos apresentados. Os mesmos encontraram dificuldades durante a resolução das questões 4, 5 e 6, pois exigiam um conhecimento prévio sobre a classificação das ondas e a equação $v=\lambda f$. Esse comportamento reforça novamente o entendimento sobre a necessidade de se inserir tais conteúdos no início do terceiro bimestre afim de se obter um melhor resultado na aplicação do presente produto educacional.

Na Questão 6 foi solicitado aos alunos que calculassem o comprimento de onda que era emitido por um aparelho eletrônico, em que foi fornecido a frequência e a velocidade da onda. Os alunos não souberam responder essa questão, pois, mesmo após a resolução de um exemplo em aula, não conseguiram resolver problemas com uso de notação científica. Essa dificuldade demonstra fragilidade na formação matemática, tendo em vista tratar-se de alunos do 3º ano do Ensino Médio. A fala do aluno A-11 expressa tal fragilidade:

Aluno A-11: *“Essas contas estragam o que a Física tem de legal”*.

Ainda no contexto dessa aula, pode-se observar de forma geral a curiosidade sobre o conteúdo. Devido à falta de conhecimento aprofundado, os alunos reproduzem informações do senso comum, como, por exemplo, a crença de que comida de micro-ondas é prejudicial à saúde, falar muito tempo no celular pode causar câncer, dentre outros.

O senso comum representa a forma como o indivíduo interpreta situações do seu dia-a-dia, a partir de seus conhecimentos empíricos transmitidos de geração para geração. O grande problema, segundo Saviani (1980, p. 12 apud Martins, 2013), é que esses conhecimentos muitas vezes são baseados em concepções hegemônicas e acabam sendo acolhidos, sem críticas, pelos indivíduos que não possuem o devido conhecimento científico. Nessa perspectiva, cabe ao professor mediar o ensino de ciências de modo a estimular o senso

crítico do educando, com o objetivo de construir o conhecimento e para isso, a aprendizagem dos conceitos científicos é considerada um critério fundamental (MARTINS, 2013, s.p).

De um modo geral, a aula foi introdutória com o intuito de proporcionar aos alunos uma visão geral dos conceitos científicos acerca do espectro eletromagnético, para que começassem a entender o quanto essas radiações estão presentes nas suas vidas. Com isso foi possível instigar os alunos e fazer com que eles pensassem mais a respeito do assunto.

Aula 3 (2 horas/aula)

Na terceira aula foi discutido algumas características das radiofrequências, bem como o funcionamento de aparelhos tecnológicos que as utilizam. Para tanto, foram abordados alguns tópicos como: o que são ondas de rádio, como é feita a comunicação por rádio, os efeitos biológicos da exposição às ondas de rádio, além dos benefícios e problemas que a utilização das ondas de rádio de maneira indevida pode causar.

Para um melhor entendimento acerca da comunicação por rádio, foi apresentado aos alunos um protótipo de um transmissor de rádio caseiro (**terceira atividade**). Na ocasião, eles puderam manipular o rádio para visualizar cada componente, tentando entender as etapas da geração e transmissão de ondas de rádio no aparelho.

Com a utilização do experimento (Figura 23) pôde-se observar melhor a diferenciação entre ondas sonoras e ondas de rádio, além de conceitos como frequência e interferência.

Figura 23- Experimento: Mini transmissor de rádio FM



Fonte: Elaboração própria.

O experimento utilizado atuou como mediador entre os conceitos científicos e a realidade natural, possibilitando aos alunos identificar e/ou controlar as variáveis relevantes, além de resolver problemas específicos associados a essa situação física (WESENDONK, 2015, p.34; adaptado e ampliado a partir de LOPES, 2004).

Pôde-se observar o entusiasmo dos alunos em ter a liberdade de manipular o transmissor, escolher as músicas e tentar resolver os problemas de interferência que estavam ocorrendo. No decorrer da aula, o aluno A-13 teve a ideia de levar o transmissor para fora de sala a fim de verificar se iria ocorrer menor interferência. O aluno A-7 teve a ideia de utilizar

um pregador de roupa de plástico (isolante elétrico) para manipular o capacitor variável, na tentativa de diminuir a interferência. Todas essas iniciativas concordam com as ideias vygotskianas (VIEIRA, 2007, p.35), quando afirma que a interação entre os sujeitos e o meio social colabora para transformação do indivíduo. Segundo ele, é na troca com o outro, durante atividades mediadas por instrumentos e signos, que vão se internalizando os conhecimentos. Alunos anteriormente desmotivados se mostraram interessados em resolver o problema da interferência, para melhorar a sintonia do rádio.

Ao término da atividade um grupo de alunos sugeriu que o transmissor ficasse na escola por mais alguns dias, pois queriam tentar (segundo eles) “fazer funcionar melhor”. De fato, o transmissor permaneceu na escola por mais uma semana e foi então que os alunos escolheram um nome para a rádio, a saber: “*Rádio Escola Baixada*”.

Retornando à sala de aula foi apresentado o *trailer* do filme brasileiro “*Uma onda no ar*”, em que os jovens de uma comunidade de Belo Horizonte, insatisfeitos com a realidade local, criam uma estação de rádio com o objetivo de “dar voz” aos excluídos, mesmo operando na ilegalidade. Esse *trailer* foi utilizado para iniciar a **quarta atividade**, com o objetivo de instigar o pensamento crítico, mostrar que a informação é um bem precioso e que todo mundo tem direito, além de visualizar e entender alguns benefícios e problemas que uma rádio considerada pirata pode trazer.

Durante a apresentação do *trailer* os alunos se mostraram atentos e eufóricos em algumas cenas. Foi solicitado à pesquisadora a apresentação do filme completo em outra ocasião.

De forma geral, essa abordagem mostrou-se muito positiva, pois conseguiu gerar uma discussão entre os alunos sobre a representatividade que as pessoas daquela localidade (Saturnino Braga) tinham nas mídias locais, como rádio e TV. Tais discussões são veementemente enfatizadas na abordagem CTSA, em que, um dos objetivos propostos, é incorporar o desenvolvimento de valores que se relacionam às necessidades humanas. Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de consciência do compromisso social, de respeito ao próximo, dentre outros (SANTOS, 2007, s. p.).

Após a discussão, eles responderam três questões, dentre as quais, destaca-se a terceira elaborada com enfoque CTSA: “*Se vocês fossem montar uma rádio comunitária, o que ela teria de diferencial?*”. As respostas abaixo, de forma geral, mostram a visão dos alunos quanto a importância que uma rádio comunitária, criada por eles, poderia trazer à comunidade:

Aluno A-12: “Antes de montar uma rádio eu faria uma pesquisa no bairro para saber o que as pessoas gostariam de ouvir na nossa rádio”.

Aluno A-18: “Ela teria muita música e notícias como vagas de emprego, projetos da escola que ninguém fica sabendo, divulgação de festas e um horário para as pessoas reclamarem das coisas erradas que acontecem aqui”.

Aluno A-3: “Teria diferentes tipos de músicas, recadinhos de amor e mais interação com os ouvintes”.

Aluno A-6: “Só colocaria músicas de cantores locais que não são famosos e não têm dinheiro pra colocar suas músicas nas outras rádios”.

Aula 4 (2 horas/aula)

O quarto encontro contou com a presença de quinze alunos e foi iniciado com a retomada do Caso “Rádio Comunitária”.

Para fins de comparação da mudança na forma de pensamento dos educandos entre as etapas do Estudo de Caso (apresentação do Caso e retomada do Caso), foi elaborado o Quadro 4 com as respostas de cada grupo às questões: Q_1 – “O que são ondas de rádio?” e Q_5 – “Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde”. Essas questões, por abordarem os conhecimentos científicos relacionados à temática, foram relevantes para a análise da apropriação dos conceitos.

Dentre os cinco grupos apresentados no Quadro 4, apenas os Grupos 1, 2 e 3 participaram das duas etapas, por esse motivo, somente esses grupos serão comparados. Na primeira etapa estavam presentes três grupos enquanto na etapa atual, cinco grupos. Os grupos não participantes de uma das etapas foram identificados com o termo: “não participou”.

Quadro 4- Comparação das respostas às questões Q_1 e Q_5 do Caso rádio comunitária.

Grupos	Questões	Primeira etapa	Segunda etapa
Grupo 1	Q_1	<i>São ondas eletromagnéticas.</i>	<i>São ondas eletromagnéticas de baixa frequência.</i>
	Q_5	<i>Elas liberam radiações que podem causar câncer dependendo da quantidade do uso.</i>	<i>Elas em si não são muito prejudiciais, podendo no máximo esquentar os corpos porque agitam as células como as micro-ondas fazem com a comida.</i>
Grupo 2	Q_1	<i>São ondas que espalham o som</i>	<i>São as ondas eletromagnéticas que</i>

		<i>para os aparelhos de rádios.</i>	<i>possuem maior comprimento de onda e menor frequência.</i>
	Q ₅	<i>Podem causar problemas auditivos, os celulares podem causar problemas de visão e se ficar muito exposto pode causar até doenças mais graves como câncer.</i>	<i>Por serem ondas com frequência fraca, não conseguem atravessar o corpo e não afetam a saúde.</i>
Grupo 3	Q ₁	<i>São ondas eletromagnéticas.</i>	<i>São um dos tipos de ondas eletromagnéticas.</i>
	Q ₅	<i>Os mais idosos dizem que TV ligada em tempestade pode atrair raios para dentro de casa.</i>	<i>Elas podem causar dor cabeça e alguns outros problemas dependendo do uso, mas não causam doenças graves.</i>
Grupo 4	Q ₁	Não participou	<i>São ondas eletromagnéticas.</i>
	Q ₅		<i>Talvez com o uso excessivo possa vir a nos causar alguns problemas como dor de cabeça, problemas visuais e como falou na reportagem, depois de alguns anos pode causar problemas mais graves como câncer no cérebro.</i>
Grupo 5	Q ₁	Não participou	<i>São ondas eletromagnéticas com frequência fraca que são emitidas por transmissores de rádio e de TV.</i>
	Q ₅		<i>Elas não causam doenças porque não conseguem atravessar o nosso corpo, mas pode ser que com muito uso um dia possa causar algum problema de saúde, só que vai ser difícil dizer que é por culpa dessas ondas.</i>

Fonte: Elaboração própria.

As respostas fornecidas foram categorizadas em: *respostas que utilizaram conceitos científicos e respostas que utilizaram conceitos cotidianos.*

Os conceitos cotidianos são aqueles construídos a partir de observações e vivências práticas no decorrer das interações com outras pessoas. Os conceitos científicos são os sistematizados, adquiridos nas interações escolares. Apesar de diferentes, estes conceitos exercem influência um sobre o outro já que, “diante de um conceito científico desconhecido, o indivíduo busca compreendê-lo relacionando-o com outro conceito já internalizado” (OLIVEIRA, 2016, p. 55).

Categorias na Primeira Etapa:

Respostas que utilizaram conceitos científicos: Os Grupos 1 e 3 conseguiram identificar as ondas de rádio como ondas eletromagnéticas na questão Q₁, pois associaram com a descrição da situação do cotidiano apresentado no texto introdutório. Entretanto, não

acrescentaram nenhuma característica que as distinguissem das outras ondas eletromagnéticas. Quanto a questão Q_5 , nenhum dos grupos justificou sua resposta por meio de conceitos científicos.

Respostas que utilizaram conceitos cotidianos: O Grupo 2 respondeu a questão Q_1 sem utilizar conceitos científicos e sua resposta foi baseada na associação feita entre aparelhos de rádio e ondas sonoras. A questão Q_5 foi respondida pelos três grupos baseados no senso comum e em informações passadas de geração para geração. O Grupo 1 relacionou o termo radiação à radioatividade, dando o exemplo do câncer como consequência que as ondas de rádio e micro-ondas podem gerar à saúde das pessoas. O Grupo 2 exemplificou como consequências os problemas auditivos e visuais, sendo estes mais comumente associados às ondas sonoras, luz visível e radiação ultravioleta.

Categorias na Segunda Etapa:

Respostas que utilizaram conceitos científicos: Na resolução das questões durante a reaplicação do Caso, os Grupos 1, 2 e 3 utilizaram conceitos científicos nas questões Q_1 e Q_5 , sendo que algumas das respostas foram mais detalhadas enquanto outras com alguns erros nos termos utilizados. Utilizando como comparação os três grupos que participaram das duas etapas, pôde-se observar que, após a intervenção didática, estes estudantes revelaram uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

Esse resultado foi obtido em função das discussões da aula anterior e no diálogo entre os alunos que compunham os grupos, na tentativa de relembrar as explicações para formular respostas mais completas e baseadas em conceitos científicos, já que foi informado que essa seria uma das atividades avaliativas do bimestre.

O processo de formação de conceitos é um dos pontos de preocupação de Vygotsky, pois desempenha uma função importante no desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Segundo ele, o desenvolvimento do pensamento conceitual permite uma mudança na relação cognitiva do indivíduo com o mundo que é função da escola e contribui para a consciência reflexiva do aluno (CAVALCANTI, 2005, p. 196).

A partir das análises das respostas dadas às questões, pôde-se observar que a proposta de ensino baseada no método Estudo de Caso, demonstrou ser uma ferramenta eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

Após a resolução das questões, a aula prosseguiu de forma expositiva dando sequência às explicações individualizadas de cada faixa de frequência. Foram apresentadas as faixas do espectro eletromagnético referente às micro-ondas, infravermelho e uma introdução à luz

visível. Os alunos acompanharam a aula por meio da apostila do aluno (Apêndice B) aliado à exposição oral da pesquisadora, conforme representado Figura 24.

Figura 24- Alunos reunidos para aula expositiva

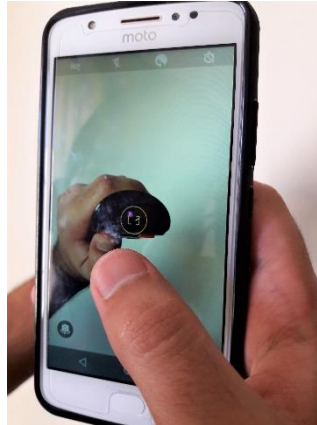


Fonte: Elaboração própria.

No decorrer da aula, foi explicado que tanto as ondas de rádio quanto as micro-ondas e o infravermelho são radiações invisíveis ao olho humano. Porém, o fato delas não serem captadas pelos nossos sentidos não quer dizer que não existem. Para demonstrar tal fato foi proposto a **quinta atividade** com a apresentação do experimento “*Enxergando o Invisível*”. No experimento foi utilizando um controle remoto e uma câmera de celular a fim de detectar a radiação infravermelha emitida pelo Light Emitting Diode (LED) do controle. Desprende-se disso que a informação de comando oriunda do controle remoto pode transmitida tanto para a TV como outros aparelhos, por meio de sinal infravermelho.

Os alunos utilizaram seus celulares para realizar o experimento e puderam observar o LED emissor de radiação infravermelha “acender” ao apertar qualquer botão (Figura 25).

Figura 25- Experimento “enxergando o invisível”



Fonte: Elaboração própria.

Durante a demonstração o aluno A-4 conseguiu relacionar o experimento com um fato ocorrido no seu cotidiano, antes não compreendido, conforme o relato abaixo:

Aluno A-4: *“Ah, é por isso que quando levei o controle lá de casa no camelô para consertar o chinês fez isso. Ele viu se realmente estava com defeito”*.

Durante a aula foi proposto uma atividade mental em que, utilizando o controle remoto, eles poderiam realizar dois testes: o primeiro apontando o controle para o teto para ver se a TV ligaria; o segundo apontando o controle no sentido contrário da TV, em um espelho ou até mesmo na parede branca, para ver se assim a TV ligaria. Foram questionados se eles acreditavam que a TV ligaria em alguns desses casos.

Cinco alunos responderam que ela não ligaria em nenhum dos casos. O aluno A-5 afirmou que a TV da casa dele só liga se o controle for apontado na direção da “*bolinha vermelha*”; 7 alunos responderam que ela ligaria utilizando um espelho, porque no espelho o sinal iria refletir e voltar para a TV; 3 alunos responderam que ela ligaria de qualquer jeito porque, segundo o aluno A-10, as ondas iriam se espalhar pela sala ao apertar o botão do controle remoto.

A partir desse experimento mental foi explicado que, assim como a luz visível, todas as ondas podem sofrer o processo de reflexão e que essa reflexão não ocorre só em espelhos, mas também em outras superfícies. Quando a superfície não é plana e polida, como um espelho, chamamos a reflexão de difusa. No caso do experimento, apontando o controle no sentido contrário da TV, mesmo na parede (dependendo do ângulo), ela poderia ligar, pois o sinal iria refletir. Ao apontar para o teto, também ocorreria reflexão, porém o raio refletido dificilmente atingiria o sensor da TV.

No aparelho de micro-ondas esse é um fenômeno importante para seu funcionamento, pois as ondas vão refletir em seu interior não “escapando” para fora do micro-ondas e, conseqüentemente, aquecendo o alimento.

Três alunos afirmaram que iriam realizar o experimento em casa e, na aula seguinte, comunicar à turma se haviam tido êxito. No mesmo dia, um desses alunos enviou uma mensagem em uma rede social afirmando: “*Deu certo! Não acreditei que ia dar*”.

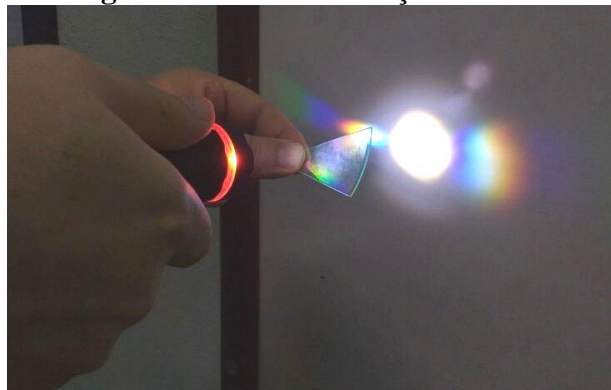
A utilização de aparelhos do cotidiano do aluno como exemplos, em uma abordagem CTSA, tem por finalidade despertar nos alunos a curiosidade e o espírito investigativo, de modo a incentivá-los a buscar solução aos seus problemas e aplicá-los na prática diária (FAVILA; ADAIME, 2013, p. 2871).

A aula continuou com a discussão acerca da luz visível em que a faixa do espectro correspondente a essa radiação foi delimitada e as cores correspondentes a essa faixa foram organizadas de acordo com suas frequências. Foi introduzido também o conceito de cor monocromática e policromática, a partir da análise das cores dos materiais escolares deles.

Aula 5 (2 horas/aula)

A aula cinco contou com a presença de treze alunos e prosseguiu com a discussão acerca do espectro de luz visível. Como na aula anterior foram discutidas as cores que correspondem à faixa visível do espectro eletromagnético, nesta aula foi realizada **sexta atividade** com a apresentação do experimento de dispersão da luz branca usando o CD como rede de difração (Figura 26). Esse experimento demonstrou que a luz branca é formada pela junção de todas as cores do arco-íris.

Figura 26- Rede de difração com CD



Fonte: Elaboração própria.

Anteriormente ao início do projeto, a professora titular da turma já havia solicitado aos alunos que preparassem o experimento *o disco de cores de Newton*, baseado em modelos da internet (sem restrições de materiais e métodos). Como o experimento não havia sido discutido até o início do projeto, o mesmo foi retomado para maiores explicações para compor a **sétima atividade** do projeto. Durante as apresentações (Figura 27), o experimento da decomposição da luz branca passando por uma rede de difração foi lembrado e, com isso, pôde-se mostrar aos alunos que o processo inverso também é válido, ou seja, ao combinar todas as cores é possível obter a cor branca.

Figura 27- Apresentação do experimento “Disco de Newton”



Fonte: Arquivo da professora titular.

A tarefa de pesquisa apresentou um caráter desafiador, a qual resultou na diversidade de trabalhos apresentados pelos alunos. Isso mostra a importância de atividades de pesquisa, nas quais o aluno é livre para pesquisar, elaborar e executar uma tarefa. Segundo Cunha et. Al. (2012, p. 653), tais atividades atribuem responsabilidades aos alunos, ficando o professor com a tarefa de mediador e avaliador da evolução dos trabalhos.

O aluno A-8, por exemplo, utilizou em seu trabalho um motor de um carrinho de brinquedo, enquanto o aluno A-7 mostrou um modelo no qual havia um orifício que poderia ser conectado a um ventilador (como havia feito em sua casa); o aluno A-3 imprimiu e colou as cores em um CD, o qual era girado por meio de um barbante, como havia aprendido no *site da internet*. De acordo com o PCN+:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002 p.84)

A partir dos experimentos foi possível discutir a respeito das cores que vemos nos objetos. Durante a explicação os alunos foram estimulados a fazer a uma brincadeira de “pensa rápido” em que a professora apresentava várias situações em que um objeto de uma determinada cor era iluminado por uma luz de determinada cor e eles tinham que responder rapidamente qual cor aquele corpo iria refletir.

Como exemplos de situações apresentadas pela pesquisadora têm-se: *“A bandeira da China (branca e vermelha) que foi exposta em um campeonato e em um determinado momento foi iluminada com um refletor azul, qual(s) cor(es) a bandeira aparentou ter?”*; *“Uma pessoa de camisa branca com folhas verdes encontra-se em uma festa iluminada com uma luz predominantemente verde. Qual cor aparentará ter a camisa dessa pessoa?”*; *“Em um ambiente iluminado com a luz azul vejo João com uma blusa azul e uma calça preta, ao mudar a luz para rosa, vejo João, ainda com a mesma roupa, só que agora aparentando ser preta na blusa e rosa na calça. Quais são as reais cores da roupa de João?”*

Essas perguntas promoveram a participação ativa dos alunos, permitindo uma maior descontração na aula. O aluno A-17, ao se deparar com a pergunta sobre as cores da roupa de João respondeu:

Aluno A-17: *“João só pode ter ido ao banheiro trocar de roupa porque eu nunca vi roupa que muda de cor assim”*.

O aluno A-1, que já havia entendido parte da explicação da matéria tentou explicar aos outros alunos falando:

Aluno A-1: *“Prestem atenção! Você vê a parte da luz que volta. Se você está vendo preto é porque não está voltando nada e isso quer dizer que a coisa não é da cor da luz que está iluminando, mas pode ser de outra cor ou ser preto mesmo e se você vê branco e porque está voltando todas cores”*.

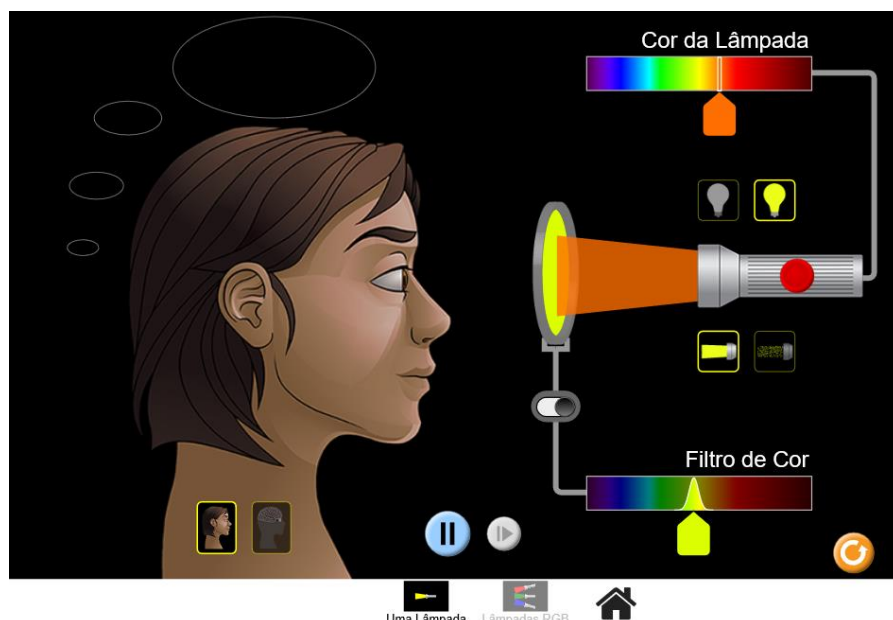
Então foi perguntado a ela se, por exemplo, todo corpo que aparenta ser azul ao ser iluminado pela luz azul só pode ser azul mesmo e ela respondeu erroneamente que sim, mostrando que mesmo tendo entendido o conceito de cor ainda confundia ao tentar responder rápido. Então foi explicado novamente que, se a superfície do corpo for branca, ela é capaz de refletir todas as cores. Ao ser iluminada com uma luz azul, vai aparentar ser azul, assim como

vai ocorrer ao ser iluminada por luz de qualquer outra cor, ou seja, a superfície branca sempre irá aparentar ter a cor da fonte que a iluminou. O aluno A-1 então respondeu:

Aluno A-1: “Entendi. Pode perguntar mais que agora não vou errar”.

Dando continuidade, foi apresentado o simulador PHET (Figura 28), no qual é possível variar as fontes de luz formando diversas cores, e, utilizando filtros de cor, mostrar que quando iluminado com uma cor que não é refletida pelo corpo, ele a absorve e aparenta ser preto.

Figura 28- Simulação “visão de cor”



Fonte: PHET. Visão de cor. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Após a explicação da faixa de frequência correspondente a luz visível os alunos, novamente em pequenos grupos, responderam a **oitava atividade** proposta com a resolução de um Estudo de Caso chamado “*Um dia de praia*”.

O Caso foi lido pela professora e os alunos discutiram, entre os integrantes dos grupos, de modo a buscarem respostas aos problemas apresentados, baseados em seus conhecimentos prévios e naqueles adquiridos no decorrer das aulas.

O Quadro 5 foi elaborado baseado nas respostas dos cinco grupos (três grupos de três alunos e dois grupos de dois alunos) às quatro questões propostas que servirão de comparação na primeira e última etapa da aplicação do Caso.

Quadro 5: Respostas à primeira etapa do Caso: Um dia de praia

Grupos	Questões	Respostas
1	Q ₁	<i>Ele chega por ondas eletromagnéticas. Amanda deveria usar protetor solar corretamente.</i>
	Q ₂	<i>Por causa do calor do Sol.</i>
	Q ₃	<i>Positivo: Deixa a pele bronzeada e protegida. Negativo: Pode causar queimaduras, manchas e câncer.</i>
	Q ₄	<i>Luz e ultravioleta.</i>
2	Q ₁	<i>Com a irradiação térmica transferindo o calor por ondas eletromagnéticas, chamadas ondas de calor. Ela não deveria se expor ao Sol entre 10h e 16h.</i>
	Q ₂	<i>A queimadura solar é causada pelos raios ultravioleta.</i>
	Q ₃	<i>Positivos: Faz bem à saúde. Negativos: Queimadura e câncer de pele.</i>
	Q ₄	<i>Luz, calor e ultravioleta.</i>
3	Q ₁	<i>O calor chega a Terra pela luz do Sol. Ela deveria usar protetor solar.</i>
	Q ₂	<i>Se ficar exposto por longos períodos.</i>
	Q ₃	<i>Pode causar queimaduras e câncer. Não sabemos como pode fazer bem.</i>
	Q ₄	<i>Luz e calor.</i>
4	Q ₁	<i>Através da radiação solar que o seu calor chega à terra. Ela poderia se proteger só se expondo nos devidos horários.</i>
	Q ₂	<i>Pode causar queimadura quando o Sol estiver muito quente e a pele não aguenta muito calor.</i>
	Q ₃	<i>Efeito positivo: Ajuda na imunidade. Crianças e idosos devem pegar sol de manhã para ganhar imunidade. Efeito negativo: Pode causar queimaduras e câncer.</i>
	Q ₄	<i>Luz e calor.</i>
5	Q ₁	<i>Chega através da radiação Solar. Ela pode evitar usando protetor solar e não se expondo muito tempo.</i>
	Q ₂	<i>Através dos raios ultravioletas.</i>
	Q ₃	<i>Positivo: De manhã o Sol fortalece os ossos, por isso os bebês precisam pegar Sol de manhã. Negativo: Pode causar câncer de pele.</i>
	Q ₄	<i>Luz e ultravioleta.</i>

Fonte: Própria autoria.

Legenda:

Q₁ – Redija uma explicação de que forma o calor do Sol chega à Terra e diga como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol.

Q₂ – Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?

Q₃ – Quais efeitos (positivos e negativos) a exposição excessiva ao Sol pode causar?

Q₄ – Quais tipos de radiações emitidas pelo Sol chegam à Terra?

Pode-se observar que mesmo com o desenvolvimento das aulas anteriores ainda é difícil para os alunos correlacionarem o novo Caso com os conceitos estudados. As questões apresentadas no Caso possuem caráter interdisciplinar relacionando o conteúdo de radiações

ultravioletas com os efeitos biológicos por meio da interação dessa radiação com organismos vivos.

Na Questão Q₁, somente os Grupos 1 e 2 identificaram que o calor do Sol só poderia chegar a terra por meio de radiação eletromagnética, sendo que o Grupo 1 não especificou de qual radiação eletromagnética estava se referindo e o Grupo 2 utilizou os conceitos científicos de maneira parcialmente correta, chamando de ondas de calor o que deveria chamar de infravermelho.

A Questão Q₂ apresentou uma pergunta mais aberta não ficando explícita qual o tipo de resposta desejada, que seria a forma de interação da radiação ultravioleta com o corpo humano. Sendo assim, as respostas que chegaram mais próximas ao desejado foram as dos Grupos 2 e 5, os quais identificaram a radiação ultravioleta como responsável pelas queimaduras. Os outros grupos associaram somente ao calor e ao tempo de exposição.

A Questão Q₃ buscou relacionar o conteúdo com os efeitos biológicos da exposição ao Sol. Nela nenhum grupo soube identificar que uma consequência muito importante à saúde é a obtenção de vitamina D, que é a responsável pela melhora na absorção do cálcio e, com isso, o fortalecimento dos ossos. O grupo que melhor apresentou um benefício da exposição controlada ao Sol foi o Grupo 5, o qual citou o fortalecimento dos ossos. Segundo uma integrante do grupo, ela sabe disso porque sua filha nasceu a pouco tempo e o médico a sugeriu que não deixe de se expor à luz solar pela manhã com a filha. Isso demonstra, mais uma vez, a importância de se trabalhar temas próximos à vida dos alunos, de modo que possam auxiliar na compreensão de seu próprio mundo (apreensão da realidade), motivando-os a buscar respostas de questionamentos que surgem em seu cotidiano (FOUREZ, 2003, p.120).

Na mesma Questão, quanto aos efeitos negativos, todos os grupos citaram queimaduras e câncer, ficando claro que identificam esse tipo de radiação como algo que pode fazer mal, mas, pelas respostas da Questão Q₂, ainda não sabem como ocorre a interação dessa radiação com as células.

As respostas da Questão Q₄ possibilitam identificar que os alunos ainda não conseguiram associar a radiação térmica ao infravermelho, identificando ainda como simplesmente “calor”; além de não terem identificado que a radiação ultravioleta é dividida em três tipos (UVA, UVB e UVC) sendo que somente UVA e UVB atingem a superfície da Terra.

Aula 6 (2 horas/aula)

O sexto encontro teve como objetivo discutir a radiação ultravioleta para fornecer o subsídio teórico para que os alunos consigam resolver os problemas propostos no Caso “*Um dia de praia*”. Para tanto, foram utilizados recursos como: texto fornecido na apostila do aluno, simulação do PHET sobre efeito fotoelétrico e o vídeo “*Como o Sol te enxerga*”¹².

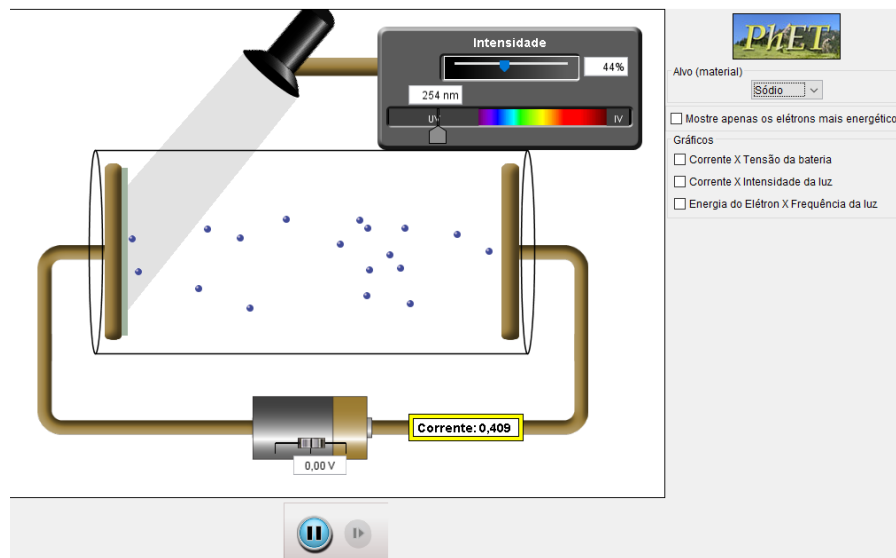
A aula contou com a presença de doze alunos e foi iniciada a partir das questões fornecidas no Caso, de forma que os alunos relembassem e interagissem em busca das respostas aos questionamentos.

Foi explicado que, a partir da radiação ultravioleta, em ordem crescente na frequência, as radiações passam a ser consideradas ionizantes e com isso sua interação com as células da pele humana pode causar danos desde vermelhidão, sensibilidade e queimadura até doenças graves como o câncer. A divisão da radiação ultravioleta em UVA, UVB e UVC foram apresentadas assim como a interação das faixas de UVA e UVB com a matéria. A radiação UVA (menos nociva) é capaz promover a liberação de radicais livres na pele, que causam danos em longo prazo, como envelhecimento precoce. A radiação UVB, é a responsável pelo bronzeamento e também pelas queimaduras e cancro na pele, enquanto a UVC não chega à superfície da Terra.

Para demonstrar a forma como essa radiação interage com a matéria foi demonstrado, por meio de um simulador, o fenômeno de efeito fotoelétrico (Figura 29) em que elétrons são arrancados de placas metálicas devido a incidência da radiação ultravioleta. A utilização desse simulador teve como objetivo fazer um paralelo com o que pode ocorrer no corpo humano exposto ao Sol, sem proteção, devido a interação dessa radiação com as células da pele (**nona atividade**).

¹² Vídeo: “Como o Sol de enxerga”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DTTDV5xrVwI>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

Figura 29- Captura de tela do simulador: “efeito fotoelétrico”



Fonte: PHET. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Durante a apresentação do simulador foram feitas algumas perguntas como, por exemplo: *“Vocês acreditam que qualquer tipo de radiação eletromagnética é capaz de arrancar elétrons da placa metálica?”* Como respostas quatro alunos responderam que sim justificando que, se recebessem muita radiação, independentemente do tipo, poderia ocorrer a emissão de elétrons na placa. Os outros oito alunos responderam que não, pois, segundo um deles, *“só as radiações fortes como a que estamos estudando que podem fazer isso, as outras, que já estudamos, são fracas e nem fazem mal”*.

Foi explicado que esse efeito só ocorre quando a placa recebe energia suficiente para ejetar elétrons e, para isso, é necessária que a fonte emita radiação com frequência a partir de uma frequência de corte, ou seja, para frequências abaixo deste valor, independentemente da intensidade, não implica a ejeção de elétrons da placa metálica.

O debate a respeito das formas de prevenção dos possíveis efeitos prejudiciais à saúde foi introduzido com o vídeo *“Como o Sol te enxerga”*. Este serviu como estímulo ao debate sobre o assunto, pois, a partir dele, os alunos puderam observar que os efeitos de exposição exagerada à luz solar podem surgir aos poucos.

As reações dos alunos ao assistirem o vídeo foi de surpresa e preocupação, demonstrando muito interesse pelo assunto. Dois deles falaram que trabalham expostos à luz solar e que nunca usaram protetor solar. O aluno A-7 comentou o caso de um colega de trabalho, da olaria, que utiliza protetor solar todos os dias e que, por isso, seus colegas de trabalho o chamam de “fresco”. Logo, esse mesmo aluno A-7 afirmou que agora sabe o

porquê dele mesmo parecer mais velho, pois, segundo ele, é “*castigado pelo Sol todos os dias*”.

A utilização de diversas atividades como explanação dos conceitos científicos, debates, vídeos e simuladores tem como objetivo propiciar, a evolução dos conceitos durante o segundo passo do método Estudo de Caso. Essas estratégias são necessárias para que os alunos tenham uma melhor compreensão do conteúdo, facilitando a resolução do Caso na próxima etapa (LINHARES; REIS, 2008, p.561). Esse segundo passo é muito importante, pois incentiva a autonomia no educando, que é de extrema relevância, para a tomada de decisões (SÁ; QUEIROZ, 2009, p.11).

Terminado o debate, os alunos se sentaram em grupo, de modo que se repetisse a configuração dos grupos da primeira etapa do Caso, (salvo algumas exceções devido à ausência de três aluno) retomaram o Caso “*Um dia de praia*” para, com os novos conhecimentos adquiridos, resolver as questões propostas.

Como alguns alunos se realocaram para outros grupos, sobraram quatro grupos de três, sendo os resultados obtidos representados no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6- Respostas à terceira etapa do Caso: Um dia de praia

Grupos	Questões	Respostas
1	Q ₁	<i>O calor chega por ondas eletromagnéticas. Para se proteger, ela tem que usar protetor solar, usar chapéu na praia e roupa que protege.</i>
	Q ₂	<i>Pelos raios UVB.</i>
	Q ₃	<i>O positivo é que ajuda na vitamina D e o negativo é que se pegar Sol demais pode dar queimaduras e até câncer.</i>
	Q ₄	<i>Luz e ultravioleta.</i>
2	Q ₁	<i>Ele chega na terra por ondas eletromagnéticas. Ela tem que usar protetor e evitar o Sol nas horas perigosas.</i>
	Q ₂	<i>A queimadura é causada pelos raios UVB.</i>
	Q ₃	<i>O Sol ajuda absorver vitamina D que é bom para os ossos. Ele também pode causar queimaduras e câncer.</i>
	Q ₄	<i>Calor infravermelho, luz, UVA, UVB e UVC.</i>
3	Q ₁	<i>Pelos raios do Sol. Ela deveria usar protetor solar.</i>
	Q ₂	<i>Pelos raios ultravioletas.</i>
	Q ₃	<i>Ajuda nas vitaminas, mas também causa queimaduras, envelhecimento e câncer de pele.</i>
	Q ₄	<i>Luz, calor e infravermelho.</i>
4	Q ₁	<i>Pelos raios eletromagnéticos de infravermelho. Usando protetor, ficando na barraca e não ficando muito tempo na praia.</i>
	Q ₂	<i>São os raios UVB que causam as queimaduras.</i>
	Q ₃	<i>Positivo: Ajuda a absorver vitamina D que ajuda no crescimento das</i>

		<i>crianças. Negativo: Manchas, queimaduras e câncer.</i>
	Q ₄	<i>Ultravioleta.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Legenda:

Q₁ – Redija uma explicação de que forma o calor do Sol chega à Terra e diga como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol.

Q₂ – Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?

Q₃ – Quais efeitos (positivos e negativos) a exposição excessiva ao Sol pode causar?

Q₄ – Quais tipos de radiações emitidas pelo Sol chegam à Terra?

Comparativamente às respostas obtidas na primeira etapa de aplicação, houve indícios de evolução dos conhecimentos. Esse resultado positivo pode estar relacionado ao fato da terceira etapa do método Estudo de Caso ter sido realizada no mesmo dia da segunda etapa e com isso torna-se mais fácil para os alunos responderem as questões com as informações que lhes foram fornecidas na aula, mesmo que essas não tenham sido verdadeiramente interiorizadas. O ideal seria que entre a segunda etapa e a terceira houvesse um intervalo de tempo maior para que os alunos pudessem realizar trabalhos como pesquisas que é uma das características centrais desse método, “[...] uma vez que requer que o próprio estudante acesse, avalie e use as informações para solucionar os problemas” (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p. 12).

Aulas 7 e 8 (4 horas/aula)

As escolas estaduais normalmente antecipam as avaliações das turmas de terceiro ano, pois as notas dos alunos precisam ser fechadas antes das demais para que tenham a formatura realizada ainda ao final do ano. Devido a esse fato, dentre outros, houve uma dificuldade de conciliar o calendário de provas finais e aulas nos dias letivos, por esse motivo o oitavo e nono encontros foram realizados no mesmo dia em horários diferentes como uma atividade fora do horário oficial da disciplina na turma. Essa dificuldade atrapalhou a avaliação final do projeto, pois, como os alunos da turma já possuíam um somatório de notas superior a vinte pontos, que é a nota necessária para serem aprovados, alguns não quiseram participar da avaliação alegando que não precisavam de nota e outros não puderam participar, pois no dia houve enchente em alguns pontos da cidade que os impediram de estar presentes. Com isso, só participaram dos encontros e avaliação final sete alunos.

O sétimo encontro foi destinado a continuidade do estudo das radiações eletromagnéticas com explicações sobre os raios X e raios gama.

Aula 7.1 – Raios X

Durante o desenvolvimento da aula procurou-se fazer entender aspectos como a natureza dos raios X, sua descoberta e as consequências dela no meio científico. Para tanto foi proposto, na **décima atividade**, uma prática com radiografias, com o objetivo de aproximar o conteúdo apresentado da realidade do aluno de modo a fazer com que compreenda a forma de interação desta radiação com a matéria. Por meio da análise das diferentes tonalidades apresentadas em uma imagem de radiografia pôde-se discutir a absorção dessa radiação em diferentes materiais com densidades distintas.

Foram entregues aos alunos duas radiografias diferentes para que pudessem analisar e destacar características que chamassem atenção como forma, nitidez, partes de destaques, possíveis fraturas ou lesões, corpos estranhos, dentre outras características. A presente atividade é uma adaptação de uma das etapas propostas na dissertação “*Física das radiações: Uma proposta para o Ensino Médio*”¹³.

A turma foi dividida em dois grupos e cada um investigou uma radiografia, depois os grupos trocaram as imagens (Figura 30).

Figura 30- Alunos observando imagens de Raios X



Fonte: Elaboração própria.

Durante as análises foram levantadas perguntas pela pesquisadora como: *A qual parte do corpo pertence a radiografia? O que mais lhes chamou a atenção? Por que? O que causou o aparecimento dessas imagens?* Essas perguntas foram feitas com a finalidade de

¹³ SOUZA, W. B. de. Física das Radiações: Uma proposta para o Ensino Médio. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação

motivar uma discussão sobre o tema, para que, posteriormente, seja feita uma conceituação formal do saber que estava sendo trabalhado na atividade.

Foram destacados pelos alunos pontos das imagens como: *“partes muito claras na região dos dentes”* da radiografia da face e a *“falta de uma parte do pulmão na radiografia do tórax”*, segundo eles.

Com a discussão acerca das imagens pode-se trabalhar a interação desta radiação com a matéria, demonstrando que possui poder de penetração muito maior do que as radiações eletromagnéticas estudadas até o momento. Com a imagem da radiografia da face foi possível demonstrar que os pontos muito claros na região dos dentes correspondiam a implantes dentários que possuem a base metálica e densidade muito maior que as dos ossos e por isso os raios X não são capazes de atravessar esta parte, formando uma imagem clara na chapa. Explicação semelhante pôde ser usada quanto a radiografia do tórax que apresentava parte da região pulmonar mais clara, correspondente à região do coração que possui maior densidade e, com isso, menos radiação atravessou quando comparada ao pulmão, formando a região mais clara.

O desenvolvimento da atividade ocorreu de forma dinâmica, de modo que os alunos puderam manusear e avaliar as radiografias, que são tão comuns em suas vidas, mas aparentemente de difícil compreensão. Durante as explicações os alunos participaram ativamente das discussões, demonstrando interesse pelo conteúdo, porém também apresentaram muitas dúvidas como: *“Por que grávida não pode tirar raio X?”*, *“Por que mandam você tirar tudo que tem de metal na hora de tirar o raio X?”* e *“É verdade que quem trabalha com raio X aposenta mais cedo?”*

As dúvidas foram sanadas ao longo da aula. Para uma maior formalização da discussão, foi utilizado o texto base apresentado na Apostila do Aluno de modo a direcionar as discussões abordando assuntos como: como os raios X contribuíram na mudança da concepção de átomo, para a evolução dos modelos atômicos e para o desenvolvimento de novas áreas na Física.

A abordagem do tema da forma apresentada possibilita uma reorganização dos conceitos cotidianos de forma a formalizar os conceitos científicos. Para Vygotsky (1991), os conceitos espontâneos e científicos envolvem experiências, atitudes e caminhos diferentes. Um conceito espontâneo é formado sem uma organização consistente e sistemática, enquanto o conceito científico é sempre mediado por outros conceito de forma consistente e sistemática por meio de um ensino formalizado sobre determinado objeto. *“A ausência de um sistema é a*

diferença psicológica principal que distingue os conceitos espontâneos dos conceitos científicos” (VYGOTSKY, 1991, p.99 apud, NÉBIAS, 1999, p. 135).

Aula 7.2 – Raios Gama

A sétima aula foi continuada com a explicação da última faixa de frequência do espectro eletromagnético em que elementos como contexto histórico, propriedades e aplicações das radiações gama foram discutidos com os alunos.

Para contextualização da aula e como forma de chamar a atenção dos alunos, foi utilizado uma passagem do filme *Incrível Hulk*¹⁴ onde Bruce Banner é exposto a radiação gama. Com a utilização do filme como introdução, o aluno A-8 comentou:

Aluno A-8: “*Por isso eu achava que esse negócio de radiação gama era só coisa de filme. Se ela existe mesmo por que não tem um Hulk na vida real?*”

A resposta a essa pergunta foi desenvolvida no decorrer da aula. Primeiramente foi explicado o contexto no qual a radiação gama foi descoberta e as propriedades que a diferencia dos raios X. Em sequência foi discutido a forma como ela interage com a matéria, afetando os organismos expostos a nível celular. Essa interação é capaz de causar alterações morfológicas e funcionais de forma imediata ou tardia, sendo que a intensidade das reações provocadas nos tecidos depende da dose, da área irradiada, da sensibilidade do tecido e do estágio de desenvolvimento das células. A partir da explicação pôde-se responder ao questionamento do aluno, já que tais efeitos da exposição à radiação gama pode causar mutações que, de uma maneira geral, causam danos às células e não conferem superpoderes a elas.

A forma como esse tipo de radiação interage com a matéria foi exemplificada por meio do vídeo: “70 anos: Hiroshima e Nagasaki- Parte I” (Figura 31) e da reportagem: “Césio 137: 30 anos” (Figura 32). A apresentação desses acidentes, assim como a discussão acerca outros como o de Chernobyl possibilitou não só demonstrar os danos causados ao ser humano, mas também algumas das aplicações desse tipo de radiação.

¹⁴ Bruce Banner é exposto a Radiação Gama /Hulk (2013). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hzEW1hJB6wM>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

Figura 31- *Print screen* do vídeo: “70 anos: Hiroshima e Nagasaki- Parte 1”



Fonte: < <https://www.youtube.com/watch?v=K8llkWNrkdI> > Acesso em: 20 de novembro de 2017.

Figura 32- *Print screen* da reportagem “Césio 137: 30 anos”



Fonte: < <https://www.youtube.com/watch?v=VUHLS1WL6FM> > Acesso em: 20 de novembro de 2017.

Com o objetivo de estimular a participação dos alunos na discussão sobre tema, foi apresentado a reportagem “*Bomba de hidrogênio tem potencial destruidor bem maior que a atômica*” (Figura 33), onde é relatado os testes feitos pela Coreia do Norte com uma bomba de hidrogênio em 2017. Essa reportagem traz para o contexto atual o problema da utilização de armas radioativas e os riscos de sua utilização em uma nova guerra.

Figura 33- *Print screen* da reportagem “Bomba de hidrogênio tem potencial destruidor bem maior que a atômica”



Fonte: <<https://globoplay.globo.com/v/6125904/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

A utilização da reportagem possibilitou uma discussão interdisciplinar envolvendo física, política, geografia e história onde os alunos demonstraram muito interesse e participaram ativamente expondo suas opiniões e curiosidades, sendo em sua maioria baseadas em informações sem respaldo teórico, como demonstra a fala do aluno A-18:

Aluno A-18: *“Se ele jogar bomba nos Estados Unidos está bom. Só não pode jogar no Brasil”.*

Com a fala do aluno é possível observar que falta conhecimento quanto à proporção dos efeitos da utilização da bomba atômica como: danos à saúde não só da população dos Estados Unidos, já que essa radiação poderia se espalhar contaminando uma grande área, os efeitos tardios que as pessoas expostas podem ter como problemas genéticos em seus descendentes e os efeitos políticos e econômicos que acarretaria mudanças no resto do mundo.

Também pôde-se observar dúvidas e curiosidades como exposto:

Aluno A-13: *“Professora, quem inventou a bomba atômica? Será que ele sabia do mal que estava fazendo?”*

Aluna A-9: *“Como que as pessoas têm coragem de mexer com radiação sabendo do mal que faz para todo mundo?”*

Aluno A-11: *“Por que não proibem os países de usar radiação?”*

Os questionamentos apresentados foram respondidos por meio de explicações baseadas em: desenvolvimento histórico da construção da primeira bomba atômica, lembrando a teoria de Einstein vista por eles no primeiro ano do Ensino Médio, de acordo com o currículo mínimo; as aplicações tecnológicas em outras áreas, lembrando o que é radioatividade, estudada por eles durante o segundo ano do Ensino Médio, destacando que o foco na aula seria somente na radiação gama; e as políticas de controle ao uso de bomba atômica que foi criada após a utilização em Hiroshima e Nagasaki.

O debate possibilitou ampliar a visão dos alunos em diversas áreas de conhecimento, estimulando assim o diálogo e o raciocínio crítico.

Apesar dos riscos, a radiação gama é utilizada em diversas aplicações tecnológicas como por exemplo na medicina, em usinas nucleares de energia e na indústria alimentícia. Com o objetivo de desmistificar a radiação gama e mostrar que podem ser utilizadas de maneira a beneficiar o homem foram distribuídos textos de reportagens sobre sua utilização em diversos segmentos para que os alunos, em pequenos grupos, pudessem ler e apresentar aos outros alunos, de forma que pudessem avaliar criticamente os pontos positivos e negativos da utilização da mesma.

A turma se dividiu em três grupos, ficando cada grupo responsável por ler e discutir sobre o assunto de seu texto para em sequência explica-lo ao resto da turma. Os textos utilizados foram: “*Raios gama operam o cérebro sem cortes*”¹⁵, “*Cientistas propõe conservar alimentos com radiação*”¹⁶ e “*USP usa raios gama para esterilizar mosquito transmissor da dengue*”¹⁷.

Após a leitura do texto os grupos expuseram o conteúdo de seu texto para os outros alunos de modo que o assunto fosse debatido entre eles, com intermédio do professor, fazendo-os avaliar que, assim como outras faixas do espectro eletromagnético, as aplicações da radiação gama são diversas, desde a aplicações que põe em risco à vida humana a aplicações que podem salvar vidas.

Aula 8 – Avaliação final

¹⁵ Disponível em < <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1004200401.htm>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

¹⁶ Disponível em <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/pesquisa/cientistas-propoem-conservar-alimentos-com-radiacao,60395b6db16da310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

¹⁷ Disponível em < <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2013/01/1218346-usp-usa-raios-gama-para-esterilizar-mosquito-transmissor-da-dengue.shtml>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

O oitavo encontro foi destinado à avaliação final e contou com a presença de sete alunos. Dentre estes, apenas quatro participaram de todas as etapas da pesquisa.

Para que um aluno obtenha a aprovação, na rede estadual de educação do estado do Rio de Janeiro, é necessário que, ao longo do ano, some uma nota igual ou superior a 20,0 pontos de um total de 40,0 divididos em quatro bimestres e tenha uma frequência igual ou superior a 75% do total de horas letivas, conforme a portaria SEEDUC/SUGEN nº 419 de 27 de setembro de 2013.

Segundo o artigo 2º da portaria 419/2013: “A Avaliação da Aprendizagem na Educação Básica é um procedimento de responsabilidade da escola e visa a obter um diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem dos discentes em relação ao currículo previsto e desenvolvido em cada etapa do ensino” (RIO DE JANEIRO, 419/2013). Como instrumentos avaliativos, são sugeridos na presente portaria provas objetivas, provas operatórias, auto avaliação e portfólio, sendo de fundamental importância a diversificação destes instrumentos ao longo de cada bimestre.

Como o presente trabalho foi aplicado em uma unidade escolar que segue tal portaria normativa, foi estipulado como instrumentos avaliativos um *portfólio* com dados dos trabalhos desenvolvidos ao longo do bimestre (resoluções dos Casos, resoluções de exercícios e anotações das participações em debates e trabalhos) representando o percurso formativo do aluno com propósito de verificar seu desenvolvimento durante o bimestre; e *provas objetiva e operatória*, aplicadas durante o oitavo encontro com o objetivo de diagnosticar as etapas da construção do conhecimento em que os alunos se encontram.

A utilização de três instrumentos para a obtenção de uma nota final foi determinada devido a orientação do artigo 4º, parágrafo 4 da portaria 419/2013 em que determina: “Nas avaliações bimestrais deverão ser utilizados, no mínimo, 03 (três) instrumentos avaliativos diferenciados com valores definidos pelo Professor” (RIO DE JANEIRO, 419/2013).

O portfólio foi construído ao longo das aulas anteriores, ficando o oitavo encontro destinado somente para as provas objetiva e operatória (APENDICE A), as quais foram constituídas com dez questões. Dentre estas, seis foram objetivas e quatro operatórias (discursivas). Também foram utilizados como instrumentos de avaliação a elaboração de um novo mapa conceitual e de um desenho representativo do espectro eletromagnético, a fim de resumir os conhecimentos científicos adquiridos.

Como o quantitativo de alunos que participaram da avaliação foi pequeno, pôde-se discutir as respostas dos alunos, relativas às dez questões, à medida que foram entregando

suas avaliações. Esse momento de avaliação foi uma nova oportunidade para reflexão e correção de erros conceituais eventualmente cometidos.

As dez questões são apresentadas a seguir, com o respectivo quantitativo de acertos. Foram analisadas, em alguns casos, as argumentações acerca de suas respostas. À medida que os alunos iam entregando suas atividades, a pesquisadora teve a oportunidade de solicitar esclarecimentos sobre suas opções de respostas. Isso possibilitou verificar alguns erros conceituais persistentes, bem como enfatizar os conceitos científicos corretos.

Questão 1- O que é radiação eletromagnética?

- a) É a ciência que estuda a força de atração ou repulsão entre fios condutores percorridos por corrente elétrica.
- b) É a transmissão de energia eletromagnética na forma de ondas constituídas por campos elétrico e magnético oscilantes e perpendiculares entre si.
- c) É o estudo da corrente elétrica produzida por correntes estacionárias.
- d) É o conhecimento obtido sobre as descargas elétricas durante as chuvas.

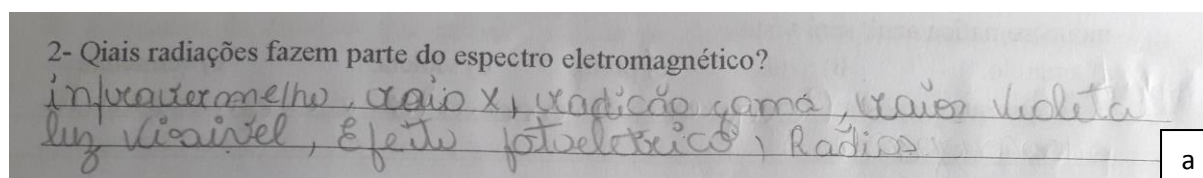
A Questão 1, de caráter objetivo, estava relacionada com o tema chave dos conteúdos apresentados ao longo do bimestre. Como resultado, todos os alunos responderam corretamente a letra B.

Questão 2- Quais as radiações que fazem parte do espectro eletromagnético?

A Questão 2 teve como objetivo analisar se os alunos conseguiram entender que as radiações trabalhadas ao longo do bimestre representavam as faixas de frequências que, quando reunidas, formam o espectro eletromagnético.

De um modo geral, os resultados das respostas dessa questão foram satisfatórios, pois quatro dos alunos responderam corretamente, dois apresentaram respostas parcialmente corretas (Figuras 34-a e 34-b) e um apresentou uma resposta genérica (Figura 34-c), não sendo a desejada na questão.

Figura 34- Respostas que apresentaram erros.



2- Quais radiações fazem parte do espectro eletromagnético?

Telecomunicação, infravermelho, transporte de energia ultravioleta, Raio X, Rôn Gamma, luz visível.

b

2- Quais radiações fazem parte do espectro eletromagnético?

Todas as ondas eletromagnéticas.

c

O aluno A-9, em sua resposta citou os “raios violeta” e o “efeito fotoelétrico” como radiações que fazem parte do espectro eletromagnético. Quando ele cita os raios violetas, pressupõe-se que se refere à radiação ultravioleta. Por outro lado, ao citar o efeito fotoelétrico, percebe-se confusão conceitual do aluno.

O aluno A-18, respondeu “telecomunicações” onde deveria ter respondido ondas de rádio, utilizando sua aplicação no lugar da radiação propriamente. Também citou “transporte de energia”, que é uma propriedade das ondas discutida em sala, porém não se encaixa como uma das radiações do espectro.

O aluno A-8, não citou as radiações que fazem parte do espectro eletromagnético, apenas generalizou que são todas as ondas eletromagnéticas.

Apesar dos erros apresentados, pode-se observar que os alunos conseguiram relacionar pelo menos parte dos conteúdos, que foram trabalhados, de forma compartimentalizada ao longo das aulas, ao assunto mais geral que é o espectro eletromagnético. Mesmo com a compartimentalização, a utilização da contextualização e a constante conexão dos assuntos, permitiu uma visão mais integrada dos conteúdos.

Questão 3- *Quais as principais características que diferenciam as radiações eletromagnéticas?*

Três dos sete alunos responderam que as radiações são divididas em ionizantes e não ionizantes. Três responderam que são diferenciadas pela frequência e um respondeu que se diferenciam pela frequência e comprimento de onda.

Para esses alunos que responderam “ionizantes e não ionizantes”, que na verdade são classificações e não características, foi explicado após a avaliação que essa classificação existe devido a características como frequência e interação com a matéria sendo que, a partir

da faixa do espectro correspondente ao ultravioleta, a radiação consegue interagir com a matéria a ponto de alterar a mesma, sendo estas radiações classificadas como ionizantes.

Questão 4- *Quais dos objetos ou equipamentos abaixo utilizam o conceito de radiações eletromagnéticas em seu funcionamento?*

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aparelho de raios X | <input type="checkbox"/> Espelho | <input type="checkbox"/> Halteres | <input type="checkbox"/> Televisão |
| <input type="checkbox"/> Cronômetro | <input type="checkbox"/> Lâmpada | <input type="checkbox"/> Detector de infravermelho | |
| <input type="checkbox"/> Espectrofotômetro | <input type="checkbox"/> Balança | <input type="checkbox"/> Luneta. | |

A quarta Questão teve como objetivo a avaliação acerca do entendimento quanto a contextualização realizada ao longo das aulas. Para cada faixa do espectro foram discutidos os aparelhos que utilizam dessas radiações em seu funcionamento.

Todos os alunos identificaram aparelho de *raios X*, *televisão*, *detector infravermelho* e *lâmpada* como objetos ou equipamentos em que o conceito de radiações está presente em seu funcionamento. Quanto a lâmpada, o aluno A-11 justificou que, “*quando ligada, emite luz visível, calor e até ultravioleta*”.

Somente quatro alunos identificaram o espectrofotômetro como equipamento que utiliza o conceito de radiações eletromagnéticas em seu funcionamento, sendo que dois destes afirmaram que não tinham certeza, mas pelo nome do aparelho acreditavam que estava certo, enquanto os alunos que não marcaram essa opção afirmaram que não lembravam do que se tratava.

Dois alunos marcaram “luneta” dentre as opções e, quando questionados, o aluno A-9 respondeu que “*a luneta serve para ver as coisas de longe e que, para ver alguma coisa, precisa de luz que é onda eletromagnética*”. A resposta apresentada pelo aluno apresenta coerência quando se analisa a utilização da luneta, mas se tal raciocínio for levado em consideração em todas as opções o espelho também deveria ser marcado, já que sua utilização está diretamente relacionada com a reflexão da luz advinda de uma fonte luminosa.

Questão 5- *(ENEM-2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo. Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre*

essas localidades devido à ionosfera. Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- a) reflexão b) refração c) difração d) polarização e) interferência*

Até a Questão 4, os conteúdos envolvidos nas questões eram mais gerais e envolviam o conteúdo como um todo. A partir da Questão 5, os assuntos tratados passaram a ser mais específicos e direcionados para discussões que foram realizadas ao longo das aulas referentes a cada faixa do espectro.

A Questão 5 aborda o conteúdo de fenômenos ondulatórios discutido nas aulas iniciais, sendo o assunto da questão, especificamente, tratado na aula de ondas de rádio.

Cinco alunos responderam corretamente a letra **a**, enquanto os A-18 e A-13 responderam **e**. Quando estes foram questionados sobre o motivo de tal resposta (letra **e**), ambos afirmaram que lembravam que a pesquisadora havia falado sobre interferência na aula de ondas de rádio, mas não lembravam da resposta.

Questão 6- *(Enem 2010) Um garoto que passeia de carro com o seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência Megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência do sinal da emissora do centro.*

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata atrapalha o sinal da rádio do centro devido à:

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.*
b) interferência devido à semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.
d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
e) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.

Durante as aulas em que o tema principal foi ondas de rádio, o tópico interferência foi amplamente debatido, já que estava diretamente relacionado com o Caso “Rádio comunitária” apresentado em aula. Acredita-se que este fato possibilitou um maior entendimento, uma vez que todos os alunos acertaram a questão.

Questão 7- Marque a alternativa que melhor a define radiação infravermelha.

- a) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui uma frequência menor do que a da luz vermelha do espectro visível, porém maior que a das micro-ondas.
- b) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui um comprimento de onda menor que o da luz azul do espectro visível, porém maior que o dos raios X.
- c) É um feixe de elétrons com velocidade comparada à da luz.
- d) É a amplificação da luz por emissão estimulada de radiação.

A Questão 7 trata do conteúdo de radiação infravermelho e, para sua resolução, é necessário que o aluno relembre as características desta faixa, de forma a identificar sua posição no espectro eletromagnético.

Somente um aluno respondeu erroneamente a letra **b**, e todos os outros marcaram corretamente a letra **a**. Apesar disso, os alunos apresentaram dúvidas na questão, tornando necessário que a pesquisadora os alertasse que prestassem atenção ao nome, a fim de que identificassem a sua posição no espectro. Depois de uma leitura mais atenta, os alunos que apresentaram dúvidas conseguiram identificar a resposta correta da questão.

Questão 8- (UFES) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto:

- a) amarelo.
- b) azul.
- c) preto.
- d) violeta.
- e) vermelho.

Justifique sua resposta:

A Questão 8 trata de um assunto abordado na aula em que foi explicado a faixa de frequência correspondente à luz visível. Durante a aula foi discutido sobre a absorção e reflexão das cores pelas superfícies.

Dentre os sete alunos participantes, dois responderam erroneamente que o objeto será visto como azul e cinco responderam corretamente que o objeto será visto da “cor” preta. As justificativas apresentadas foram diversas, sendo que alguns alunos que responderam a alternativa correta, justificaram de maneira errada.

As respostas dos alunos são apresentadas na Figura 35 (A a G).

Figura 35- Respostas da Questão 8

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: porque a cor azul é absorvida pelo objeto.

A

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: a cor vista será o preto pois a cor azul será absorvida

B

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: Porque a cor amarela é absorvida pela cor azul

C

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: Porque o amarelo é absorvido pela cor azul

D

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: porque se fosse branco com amarelo ficaria amarelo.

E

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: Porque a iluminação azul reflete e agita a superfície do objeto a cor refletida.

F

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo. b) azul. c) preto. d) violeta. e) vermelho.

Justifique sua resposta: porque é uma luz monocromática sem a de outros

G

Dois alunos marcaram a opção correta, porém justificaram de maneira errada, afirmando que a cor amarela será absorvida pela cor azul. Na verdade, como o objeto é amarelo, ele só refletirá a luz amarela e não a azul (a qual será absorvida).

Um dos alunos justificou por meio de um exemplo de uma outra situação, afirmando que se o objeto fosse iluminado por luz branca, o mesmo seria visto na cor amarela.

Com a resposta deste aluno pode-se observar que houve uma apropriação do conceito científico onde, além de identificar a resposta correta ao questionamento, forneceu como justificativa um exemplo de uma outra situação.

Um dos alunos que respondeu que o objeto será visto na cor azul, utilizou como justificativa o conceito apresentado em aula, afirmando que a cor vista será a refletida pelo objeto (que está correto). Entretanto, não avaliou que uma superfície de cor amarela, só refletirá a luz amarela, absorvendo a luz azul incidente.

Por meio da análise das respostas obtidas na questão, pode-se observar que, por mais que alguns alunos apresentaram respostas incorretas, de uma maneira geral, o resultado do trabalho realizado na apresentação do conteúdo de luz e cor foi positivo, pois seis dos sete alunos lembraram que a cor apresentada pelos corpos é fruto da absorção e reflexão dos comprimentos de ondas da faixa do espectro correspondente à luz visível.

Questão 9- Quais os principais benefícios que o uso das radiações trouxeram para os avanços científicos e tecnológicos? Em sua opinião, esses benefícios superam os riscos?

A Questão 9 teve como objetivo avaliar o entendimento e opinião dos alunos quanto a utilização das radiações eletromagnéticas de uma maneira geral. Ao longo do projeto foram apresentadas e discutidas as diversas formas com que as radiações eletromagnéticas se apresentam no cotidiano e, dentre elas, as aplicações tecnológicas que utilizam desses tipos de radiações em seu funcionamento. Ao avaliar as aplicações, foram levantadas as características, seus pontos positivos e negativos, assim como a forma como interagem com a matéria e os efeitos que têm na sociedade e no ambiente.

O desenvolvimento tecnológico, a partir do estudo das radiações eletromagnéticas, foi discutido em uma abordagem CTSA com o objetivo de promover um aprendizado em ciências que proporcione a formação de cidadãos conscientes, críticos e atuantes na sociedade, desenvolvendo competências, atitudes e valores necessários à avaliação das dimensões ética e

moral da ciência e da tecnologia (REIS, 2004, p. 117). Desta forma, os alunos poderiam responder a esta questão levando em consideração diversos aspectos.

Todos os alunos responderam que os benefícios superam os riscos. Citaram como benefícios o seu uso na medicina e nas telecomunicações. Em relação aos problemas, citaram as doenças que podem surgir no ser humano devido à exposição excessiva à radiação solar.

Questão 10 - O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos. Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompostos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera. De acordo com as ideias do texto acima,

I. Os CFCs são nocivos aos seres vivos, pois impedem a incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.

II. A camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.

III. A camada de ozônio na estratosfera tem sido degradada devido às interações da radiação ultravioleta com os CFCs.

IV. A camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera.

É correto apenas o que se afirma em

a) I e IV.

b) I, II.

c) II e III.

d) II e IV.

e) III e IV

O assunto abordado na Questão 10 foi abordado no projeto durante o desenvolvimento do Estudo de Caso “Um dia de praia”, em que o conteúdo de radiação ultravioleta foi tratado com uma abordagem CTSA, levando em consideração aspectos como danos e benefícios que podem causar à saúde, formas de proteção, efeitos na natureza intensificados pela utilização de CFC em equipamentos tecnológicos, dentre outros.

Todos os alunos presentes responderam erroneamente a letra **d** ao invés da letra **e**. Ao entregarem a avaliação, foram questionados sobre o motivo de afirmarem que a sentença II estava correta. Todos responderam que “o *“buraco” na camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre*”. Entretanto, a afirmativa dizia que o responsável era a camada de ozônio, e não o “buraco” na camada de ozônio. Ao ler novamente a questão com os alunos, eles perceberam que, por falta de atenção, leram a sentença de forma incorreta, acrescentando uma palavra que não havia. Eles também afirmaram que não haviam entendido direito a sentença III, mesmo esta estando descrita no texto, por isso não a escolheram como opção verdadeira.

Após a resolução das questões, foi solicitado aos alunos que reelaborassem o mapa conceitual proposto na primeira aula e desenhassem o espectro eletromagnético em ordem crescente de frequência, classificando em radiações ionizantes e não ionizantes, além de citar algumas características e aplicações de cada faixa de frequência.

Conforme afirma Moreira (2012, p.8):

[...] mapas conceituais são instrumentos diferentes e que não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de escolha múltipla ou um problema numérico. A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Quanto ao resultado do mapa, não é possível apresentar para o aluno um mapa conceitual como sendo o mapa correto de certo conteúdo. Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p.7). Nesse sentido o ideal é permitir que o aluno tenha sempre a chance de refazer tal atividade, afim de expressar no papel as mudanças de pensamento ao longo do processo de aprendizagem.

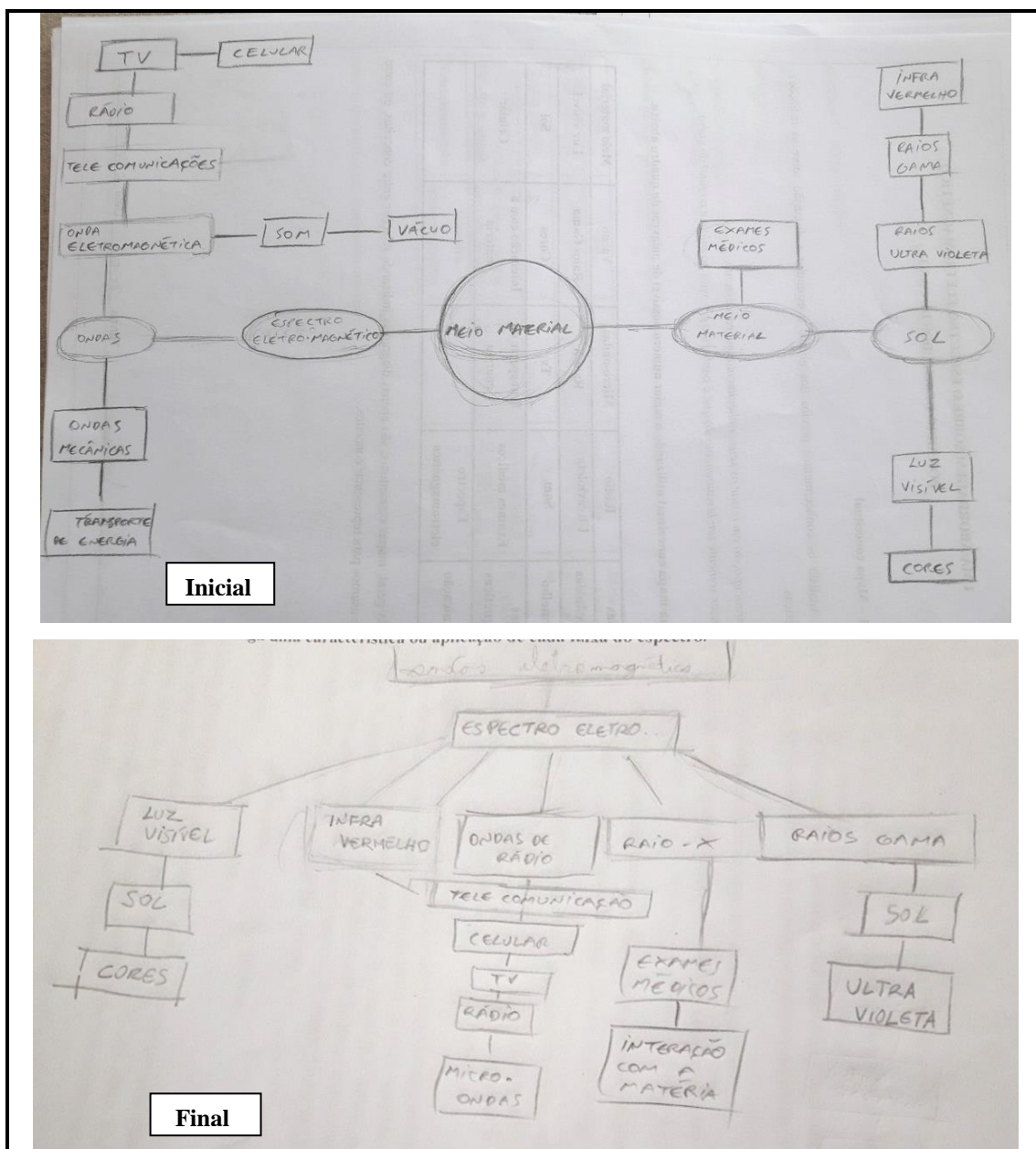
Como descrito anteriormente, a aula final foi realizada em um dia fora do horário regular da disciplina, em que foram aplicadas quatro aulas no mesmo dia. No referido dia, também ocorreram pontos de alagamento na cidade devido a uma forte chuva, o que reduziu o número de alunos presentes e, além disso, estes foram liberados mais cedo pela direção da escola. Por esses motivos, as atividades da confecção do mapa conceitual e do desenho do espectro, não foram realizadas conforme planejado, sendo o mapa conceitual parcialmente

elaborado por alguns alunos enquanto que o desenho do espectro eletromagnético não foi realizado.

A realização incompleta dessas tarefas dificultou a análise comparativa dos mapas conceituais elaborados antes e após o projeto, só sendo possível a comparação de somente dois mapas. Entretanto, mesmo sem a comparação dos dados, pôde-se observar, pelo desenvolvimento das aulas e pelas respostas dadas às questões apresentadas, que houve uma evolução significativa dos conceitos.

Os únicos dois mapas conceituais elaborados durante a atividade são comparados aos mapas produzidos pelos mesmos alunos na primeira etapa do projeto na Figura 36 e 37.

Figura 36- Comparação dos mapas conceituais (Aluno A-8)



A Figura 36 apresenta os mapas iniciais e finais dos alunos A-8.

No primeiro mapa, o aluno não conseguiu identificar o conceito central, além de interligar o conceito de Som ao conceito de Ondas Eletromagnéticas e o de Vácuo; o de Exames médicos a Meio material, dentre outros.

Ao comparar o mapa feito pelo aluno A-8, tanto no início do projeto quanto ao término, foi possível observar que houve indícios de aprendizagem, pois, o aluno conseguiu elaborar um esquema em que, os conceitos mais gerais, mais inclusivos, apareceram no topo do mapa e, gradualmente, foram sendo desenvolvidos os conceitos mais específicos, apresentando suas ideias de maneira mais organizada. Porém, o aluno verticalizou alguns conceitos como: Ondas de rádio, Telecomunicações, Celular, TV, Rádio e Micro-ondas; interligando uns aos outros, nessa ordem. Ao explicar seu mapa no momento da entrega, afirmou que:

Aluno A-8: *“as ondas de rádio pertencem ao espectro eletromagnético. Elas são utilizadas nos equipamentos de telecomunicação. Esses equipamentos podem ser o celular, a TV e o próprio rádio. As micro-ondas também são usadas na telecomunicação, por isso estão ligadas naquela parte do mapa”*.

Pela resposta acima, o aluno tentou justificar a organização de seu mapa. Afirmou que, apesar de distribuir os conceitos intermediários na vertical, entendia que os mesmos eram aplicações diferenciadas das ondas. Contudo, segundo ele, verticalizou os conceitos para o mapa ficar mais organizado.

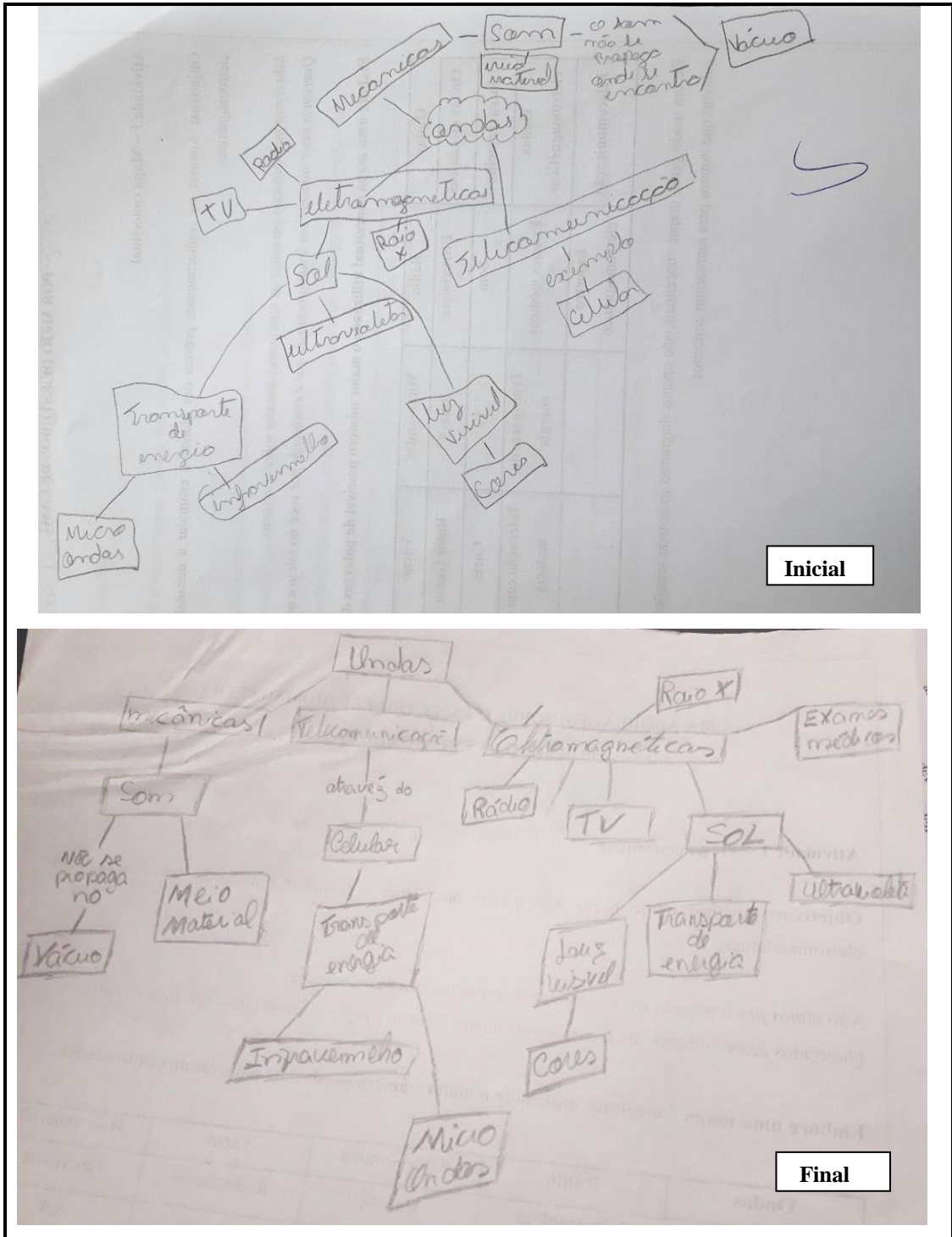
Dessa forma, entende-se que o aluno demonstrou indícios de aprendizagem, pois, por meio da organização conceitual de seu mapa, bem como a explicação do mesmo, o aprendiz conseguiu atribuir significado ao dado conhecimento (MOREIRA, 2012, p. 5).

Nessa perspectiva pode-se confirmar o que afirma Moreira (2012, p. 2): “mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual”.

É importante ressaltar que não existem regras gerais para o traçado de um mapa correto. O importante é que o mapa consiga evidenciar os significados atribuídos a conceitos, e isso foi observado na evolução do mapa apresentado pelo aluno A-8.

A Figura 37 apresenta os mapas construídos pelo aluno A-18 no início e no final do projeto.

Figura 37- Comparação dos mapas conceituais (Aluno A-13)



O primeiro mapa (Figura 37 - inicial) apresentado pelo aluno, já contava com algumas ligações corretas entre conceito, como a separação entre Ondas Mecânicas e Ondas Eletromagnéticas, a identificação que Som é uma Onda Mecânica e que não se propaga no Vácuo, dentre outras.

O segundo mapa (Figura 37- final) apresentou-se muito semelhante, variando apenas a organização, a relação de Raios X a Exames Médicos e a ligação dos conceitos de Infravermelho e Micro-ondas. No mapa inicial, esses últimos conceitos foram apresentados interligados ao Sol e, no mapa final, aparecem relacionados ao Celular. Ao explicar seu mapa, após a entrega, o aluno afirmou que:

Aluno A-13: *“o celular funciona por meio de micro-ondas e também é capaz de “ver” o infravermelho. Ele (celular) transporta energia por essas ondas”*.

Ao explicar a relação, foi possível entender o sentido atribuído pelo aluno a tal ligação. Ele correlacionou o Infravermelho ao Celular devido ao experimento *“Enxergando o Invisível”* realizado em sala, onde os alunos utilizando o celular puderam “visualizar” a emissão de infravermelho pelo controle remoto.

O aluno também relacionou o Sol diretamente às Ondas Eletromagnéticas e, posteriormente, ao Transporte de Energia. Para explicar tal conexão afirmou:

Aluno A-13: *“O Sol emite onda eletromagnética, que é a energia que mantém a vida na Terra”*.

Por meio da explicação pode-se observar que, mesmo a organização não estando correta, o aluno entende a relação entre tais conceitos.

No mapa inicial (Figura 37), a aplicação das radiações em Exames Médicos não foi citada, enquanto no mapa final foi relacionada aos Raios X. Em nenhum dos dois mapas, foi citado o conceito de Radiação Gama. Quando questionado o alunos afirmou que:

Aluno A-13: *“Não me lembrei dessa. Lembrei mais das que a gente fez atividades”*.

Pôde-se observar que o aluno ainda apresentou dificuldade em organizar os conceitos dos mais gerais para os mais específicos. Isso fica claro, por exemplo, quando ele relaciona o conceito de Telecomunicações a Ondas e os conceitos de Micro-ondas e Infravermelho ao conceito de Transporte de Energia. Percebe-se aí tanto uma confusão conceitual, como uma dificuldade na hierarquização dos conceitos, uma vez que Micro-ondas e Infravermelho deveriam estar relacionados ao conceito de Ondas Eletromagnéticas.

Apesar de não apresentar muitas diferenças conceituais, o mapa final comparado ao mapa inicial, demonstra uma melhor organização dos conceitos. Deixa clara a compreensão do aluno acerca da proposta de elaboração dos mapas conceituais. Pôde-se observar também, por meio das explicações, que o educando conseguiu atribuir significados aos conhecimentos apresentados por meio da relação entre os conceitos.

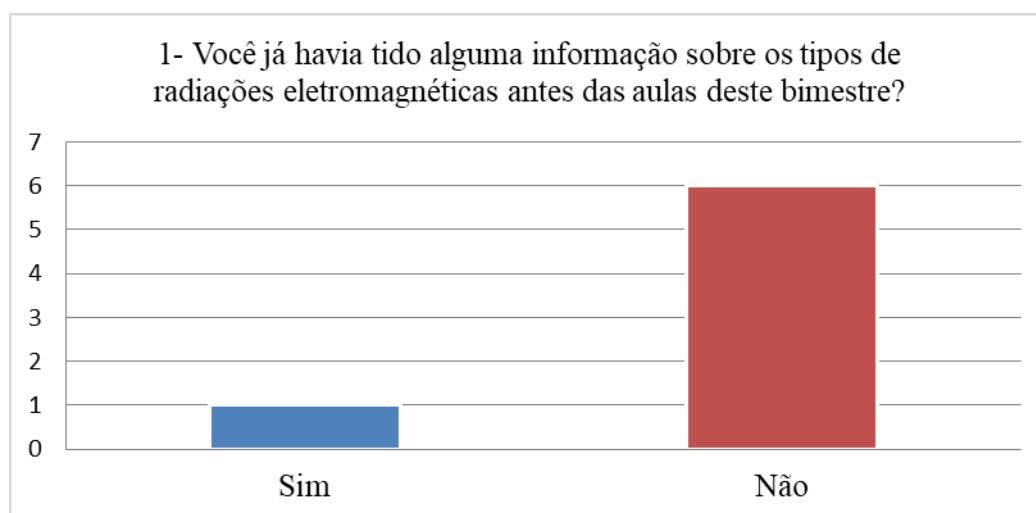
É importante salientar que este aluno (A-13), apesar de apresentar um comportamento de desinteresse e falta de atenção durante as aulas regulares, participou ativamente de todas as etapas do projeto.

5.2 Análise da proposta

Com o objetivo de avaliar a relevância e opinião dos alunos quanto a proposta, foi pedido aos mesmos que respondessem a um questionário (Apêndice C) a respeito do trabalho realizado ao longo do bimestre. As respostas obtidas, bem como o quantitativo de aluno para cada resposta, são apresentadas nos gráficos a seguir.

O Gráfico 1 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Você já havia tido alguma informação sobre os tipos de radiações eletromagnéticas antes das aulas deste bimestre?*”.

Gráfico 1- Dados referentes à resolução da Questão 1



Fonte: Autoria própria.

Pelas respostas obtidas no questionamento, observa-se que, mesmo as radiações eletromagnéticas sendo tão presentes nas vidas dos indivíduos, somente um dos alunos já havia tido algum tipo de informação sobre o assunto.

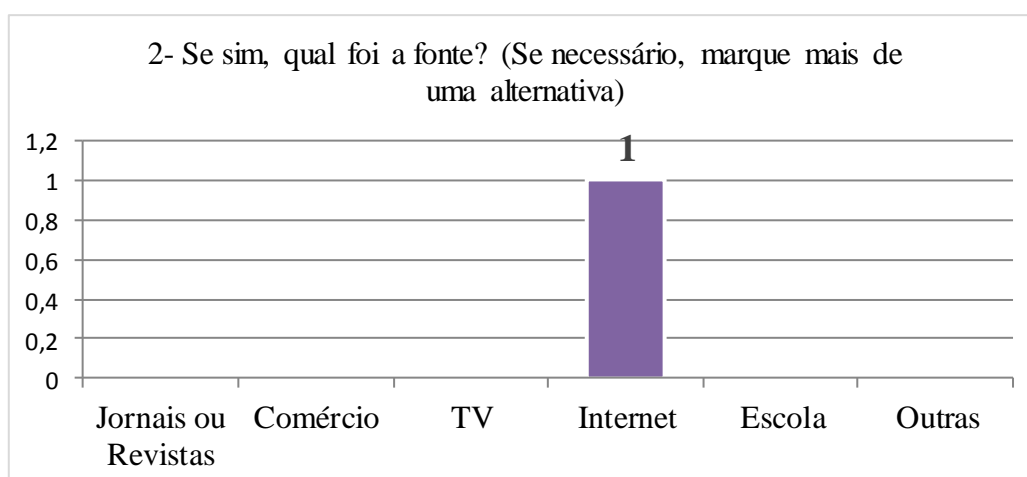
Tal conteúdo já deveria ter sido abordado no terceiro bimestre, de acordo com o Currículo Médio do Estado do Rio de Janeiro. Segundo a professora titular da turma, como os alunos haviam ficado sem professor durante todo o primeiro semestre, foi necessário, ao iniciar na turma no segundo semestre, abordar outros assuntos antes de dar início ao conteúdo programático do terceiro bimestre. Com isso, somente foi possível abordar os assuntos

referentes aos conceitos gerais de onda e começar a falar sobre os fenômenos ondulatórios, não sendo possível tratar especificamente das radiações eletromagnéticas.

Essa avaliação reforça a importância de ter sido abordado tal assunto na turma, devido sua relevância “tanto para a inserção do cidadão no mercado de trabalho, quanto para uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza, bem como dos artefatos tecnológicos que estão à sua volta” (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 29).

O Gráfico 2 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Se sim, qual foi a fonte? (Se necessário, marque mais de uma alternativa)*”.

Gráfico 2- Dados referentes à resolução da Questão 2

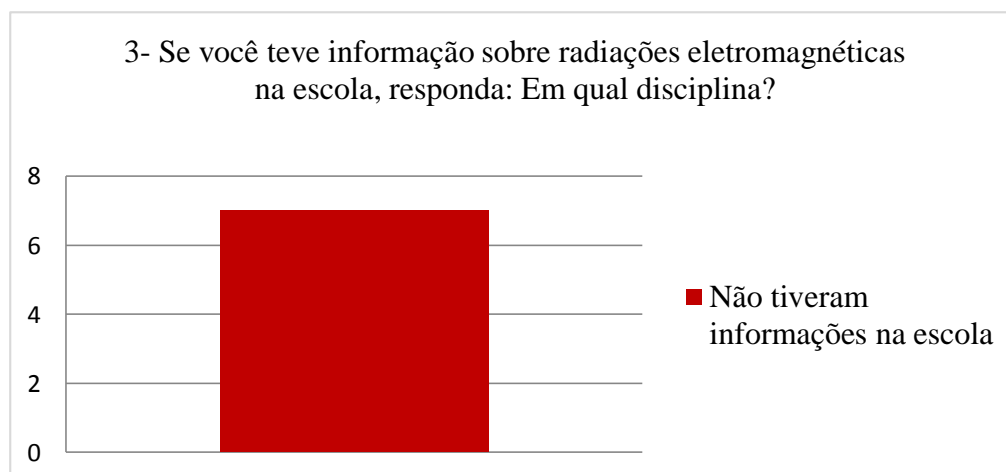


Fonte: Autoria própria.

O aluno que respondeu, na Questão 1, que já havia tido informação sobre o assunto, respondeu na Questão 2 que essa informação havia sido obtida por meio de internet.

Os conceitos de radiações eletromagnéticas já poderiam ter sido abordados na escola, em outros momentos e disciplinas, mesmo que sem aprofundamento, já que tal assunto possui um caráter interdisciplinar, e que os alunos se encontravam no último bimestre do terceiro ano do Ensino Médio. Segundo Nascimento e Alvetti (2006, p. 30), “[...] os conhecimentos científicos devem ser tratados a partir de uma perspectiva integralista, que faça a junção dos saberes e que estes sejam inseridos no escopo escolar”. A falta do tratamento formal de tal conteúdo no ambiente escola, pode gerar interpretações simplistas sobre a natureza do assunto à medida que o aluno pode ter acesso a informações superficiais e, muitas vezes, inverídicas sobre o tema.

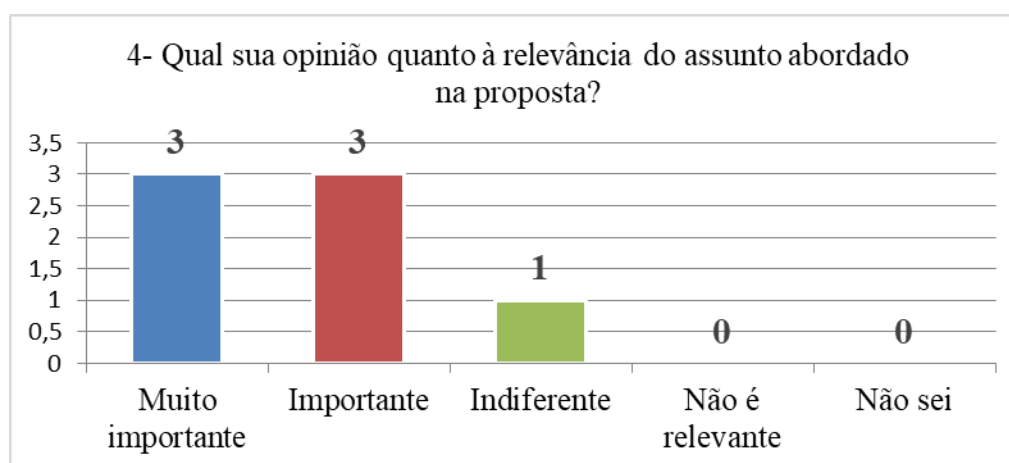
O Gráfico 3 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Se você teve informação sobre radiações eletromagnéticas na escola, responda: Em qual disciplina?*”

Gráfico 3- Dados referentes à resolução da Questão 3

Fonte: Autoria própria.

A resposta à Questão 3 vai de acordo com as respostas anteriores.

O Gráfico 4 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Qual sua opinião quanto à relevância do assunto abordado na proposta?*”. O objetivo desta questão é analisar a opinião do aluno quanto à escolha do tema do projeto aplicado.

Gráfico 4- Dados referentes à resolução da Questão 4

Fonte: Autoria própria.

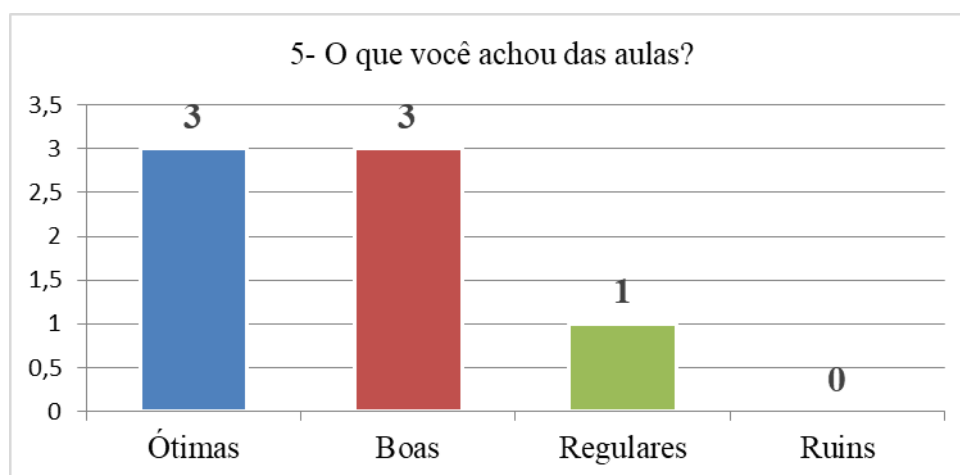
Pôde-se observar que somente um dos alunos não avaliou o assunto como importante ou muito importante. Vale ressaltar que as respostas dos questionários foram anônimas, de modo que poderiam opinar verdadeiramente sobre o que achavam.

Ao longo do trabalho foi reforçada, a todo o momento, a importância do assunto de radiações eletromagnéticas em diversas áreas do conhecimento, uma vez que, “entender o espectro eletromagnético em detalhes e as diferentes aplicações que cada faixa desse espectro

tem ajudado a compreender diversos processos tecnológicos atuais” (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 3). Para tanto, foram aplicadas atividades contextualizadas, visando não só a explicação de um tema, mas também da sua aplicabilidade e necessidade na vida cotidiana.

O Gráfico 5 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*O que você achou das aulas?*”.

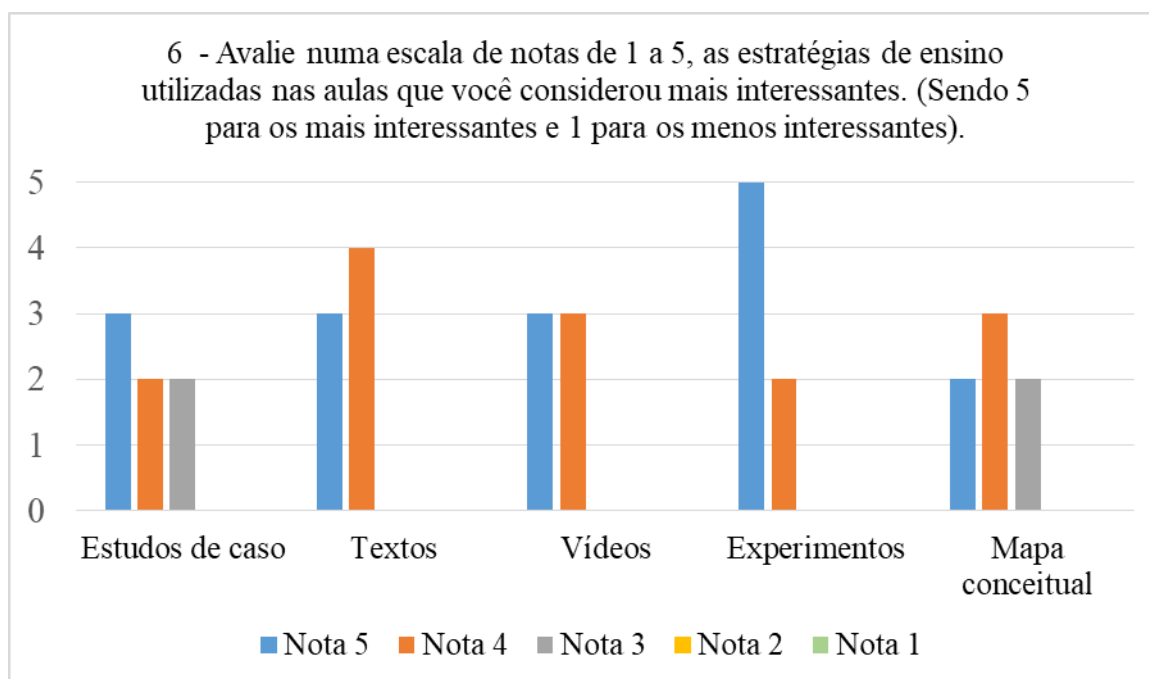
Gráfico 5- Dados referentes à resolução da Questão 5



Fonte: Autoria própria.

As respostas apresentadas na Questão 5 demonstram que, dos sete alunos presentes nesta etapa de avaliação, seis alunos gostaram das aulas.

O Gráfico 6 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Avalie numa escala de notas de 1 a 5, as estratégias de ensino utilizadas nas aulas (Sendo 5 para os mais interessantes e 1 para os menos interessantes)*”. Esta questão teve como objetivo identificar qual ou quais instrumentos utilizados na proposta os alunos mais gostaram.

Gráfico 6- Dados referentes à resolução da Questão 6

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que, dentre as atividades, a mais bem avaliada pelos alunos foi a utilização de experimentos. Dos sete alunos que responderam, cinco atribuíram nota 5 e dois atribuíram nota 4.

As atividades experimentais como estratégia de ensino tem sido, há alguns anos, apontadas como uma maneira eficaz de minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar Física, principalmente quando utilizadas de modo que privilegiem condições para os alunos questionarem e refletirem sobre os fenômenos e conceitos abordados (ARAÚJO; ABIB, 2003, P.176).

De um modo geral, todos os instrumentos foram bem avaliados, sendo que somente dois (Estudos de Caso e Mapa conceitual) receberam como menor nota, a nota 3 em uma escala de 1 a 5.

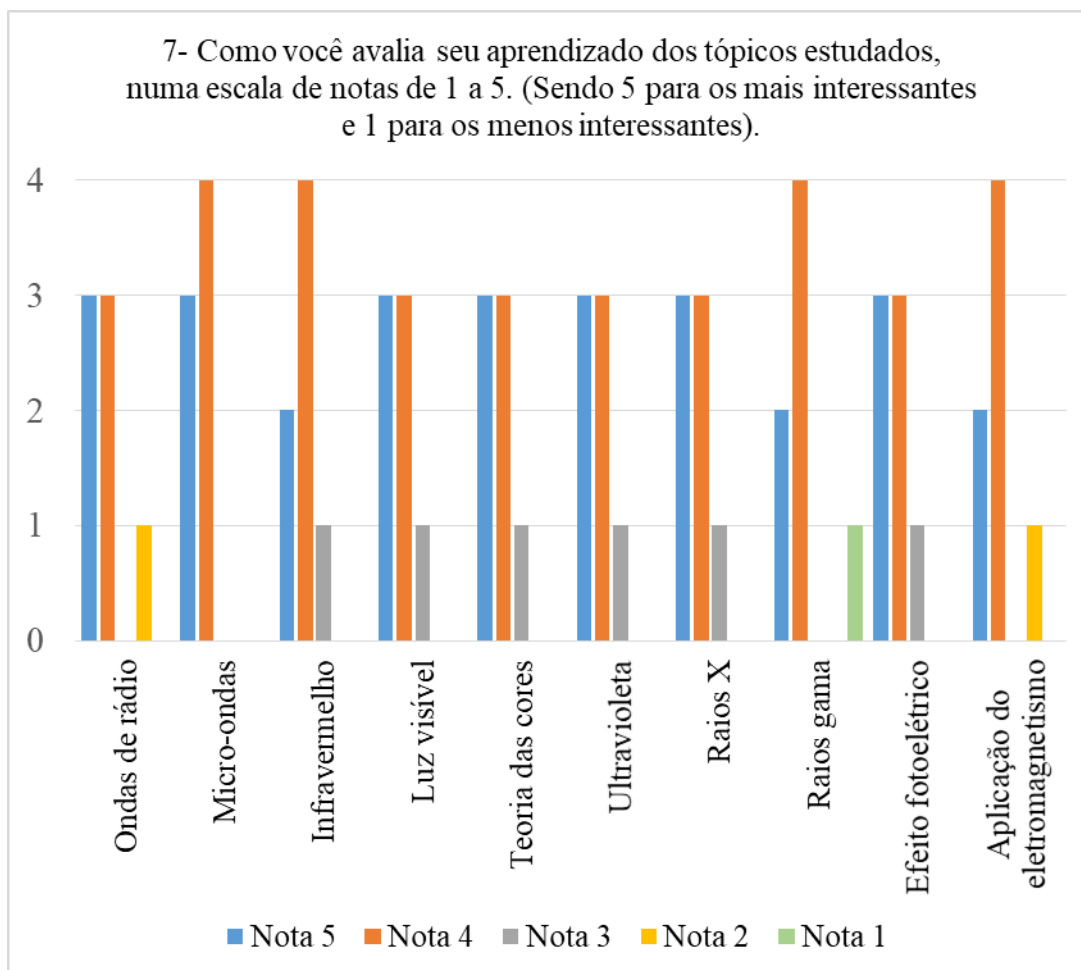
As notas 3 atribuídas ao Estudo de Casos, possivelmente podem estar relacionadas a uma reclamação observada ao longo do projeto quanto a responder uma atividade sem ainda ter estudado a matéria (primeira etapa do Caso) e depois ter que repetir a atividade (última etapa do Caso).

Quanto as notas 3 atribuídas ao Mapa conceitual, possivelmente podem ter sido atribuídas devido à dificuldade relatada pelos alunos durante sua execução.

O Gráfico 7 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “Como você avalia seu aprendizado dos tópicos estudados, numa escala de notas de 1 a 5. (Sendo 5 para os mais

interessantes e 1 para os menos interessantes)”. Esta questão objetivou fazer com que o educando se auto avaliasse, levando em consideração sua aprendizagem quanto aos assuntos abordados ao longo das aulas.

Gráfico 7- Dados referentes à resolução da Questão 7



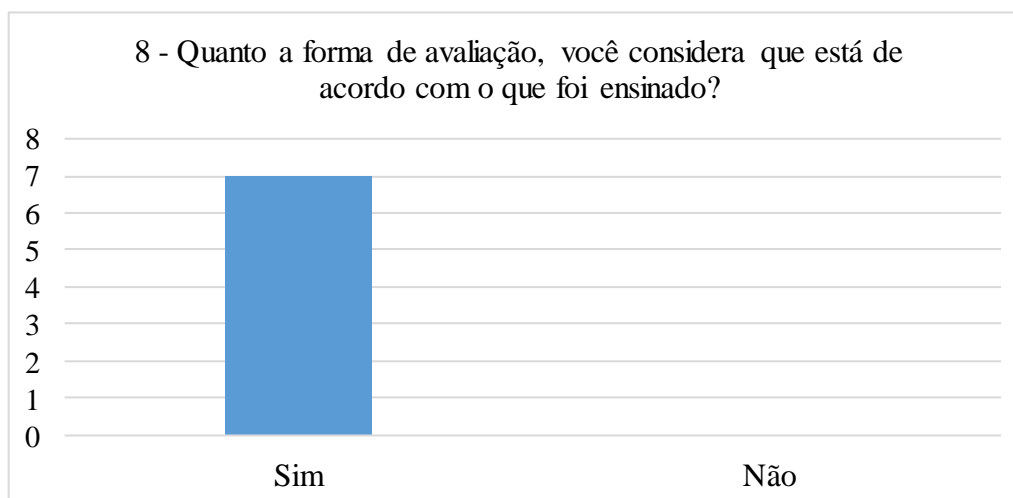
Fonte: Autoria própria.

Quase todos os temas foram avaliados, por eles, com nota acima de 3. Somente um aluno avaliou seu aprendizado do conteúdo com Notas entre 1 e 3. Enquanto, os outros seis alunos, avaliaram com Notas entre 4 e 5. Isso representa que, por mais que ainda tenham dificuldade com relação a alguns conceitos, acreditam ter realmente aprendido o conteúdo abordado nas aulas, o que demonstra, na visão dos alunos, que a proposta cumpriu com seus objetivos.

O Gráfico 8 apresenta as respostas dos alunos referente a questão: “*Quanto a forma de avaliação, você considera que está de acordo com o que foi ensinado?*”. Esta questão teve

como objetivo avaliar a forma de avaliação da aprendizagem dos conceitos apresentados no projeto.

Gráfico 8- Dados referentes à resolução da Questão 8



Fonte: Autoria própria.

Todos os alunos presentes concordaram que a avaliação estava de acordo com o que foi ensinado ao longo do bimestre.

A Questão 9 foi discursiva. Nela os alunos tinham liberdade para responder quais foram suas opiniões quanto ao projeto e como avaliavam sua aprendizagem a partir da proposta utilizada. As respostas obtidas foram organizadas no Quadro 7.

Quadro 7- Respostas ao questionário de avaliação da proposta

Perguntas	Respostas
9- Avalie sua aprendizagem e as aulas de Física desde o início da aplicação do projeto.	<i>“Incrível! Ficar atento sobre as coisas do dia-a-dia, as tecnologias e etc é muito bom para nosso aprendizado. As aulas tiveram uma temática diferente e isso foi muito bom”.</i>
	<i>“Foi ótimo as aulas de Física. Gostei muito da rádio comunitária que fizemos”.</i>
	<i>“Foi interessante as aulas, deu para aprender mais com as explicações, vídeos, experimentos e etc”.</i>
	<i>“As aulas foram boas e aprendemos muitas coisas importantes para nossas vidas e que eu não sabia”.</i>

	<i>“Foi bom. Aprendi bastante nessa matéria, com instalação de novos canais de rádio e que muitas vezes as rádios piratas ajudam as transmissões de emissoras nos bairros de classe baixa”.</i>
	<i>“Muito bom. Gostei de saber como funcionam as tecnologias que usamos”.</i>
	*Um aluno não respondeu à Questão.

Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar, pelas respostas dos alunos, que há indícios de que a proposta de ensino utilizada se mostrou eficaz ao cumprir o propósito de apresentar o conteúdo de forma contextualizada e atual, visando não só a exposição de um tema, mas também sua aplicabilidade e necessidade na vida cotidiana, vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção.

De acordo com a teoria de Vygotsky, o papel da escola é desafiar e estimular o educando de modo que o processo de ensino-aprendizagem, proporciona uma maturação de seus processos psicológicos que não seria possível ocorrer espontaneamente. “O desenvolvimento dos conceitos ou dos significados das palavras pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (VYGOTSKY, 1998, p. 104).

Nesse contexto, acredita-se que a proposta apresentada possui potencial para ser desenvolvida em outras instituições afim de proporcionar uma aprendizagem dinâmica e contextualizada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a graduação e o mestrado da pesquisadora foi, a todo momento, reforçado que o ensino de ciências nas escolas precisa sempre se adequar à realidade social e às novas tecnologias. Essa adequação busca promover o desenvolvimento do aluno de forma que, por meio da conexão de conceitos científicos a sua realidade, seja possível a formação de alunos com capacidade de análise crítica, de interpretação e de argumentação.

Neste contexto, o presente trabalho foi elaborado utilizando tópicos do cotidiano dos alunos, envolvendo as radiações do espectro eletromagnético, por meio de Estudo de Caso Sócio-Científico com enfoque CTSA, para analisar a aprendizagem dessa temática.

O projeto foi aplicado em uma turma de Ensino Médio do Colégio Estadual Atilano Chrysóstomo em Campos dos Goytacazes-RJ, com o objetivo de investigar as potencialidades da proposta de utilização de Estudos de Caso com enfoque CTSA sobre radiações eletromagnéticas. As atividades foram elaboradas segundo a perspectiva de Vygotsky, propondo atividades com formatos de problematização, promovendo, em todas as aulas, momentos de interação com auxílio da mediação de instrumentos e signos.

Na teoria de Vygotsky o papel da escola é desafiar e estimular o educando de modo que o processo de ensino-aprendizagem, oportunizado pela escola, proporciona uma maturação de seus processos psicológicos que não seria possível ocorrer espontaneamente. “O desenvolvimento dos conceitos ou dos significados das palavras pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (VYGOTSKY, 1998, p. 104).

Uma das preocupações e dificuldades durante a elaboração da proposta foi quanto a adaptação da linguagem de forma que o assunto se tornasse mais acessível, porém, sem que o saber ficasse descaracterizado. Com isso, buscou-se elaborar um material que atendesse as necessidades básicas dos alunos, com enfoque epistemológico e que tivesse um encadeamento lógico de ideias. Após a elaboração e aplicação, pôde-se observar que, o caráter investigativo dos assuntos abordados por meio de Estudos de Caso gerou uma dinamicidade nas aulas, promovendo a interação dos alunos por meio de debates e atividades que tornaram os conceitos ensinados mais significativos.

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento da proposta tiveram evidências positivas quando avaliado a evolução do pensamento dos alunos que acompanharam o projeto, sendo que, a princípio não sabiam explicar nem do que se tratavam as radiações

eletromagnéticas. Essas evidências foram identificadas principalmente pelo envolvimento que os alunos tiveram durante o curso, seja nas discussões, atividades em classe e extraclasse.

O fato de o projeto ter sido aplicado em uma escola do interior do município e que atende alunos mais carentes, possibilitou observar, ainda com mais intensidade, os resultados positivos, mesmo este resultado sendo obtido em um grupo pequeno de alunos. Dessa forma sugere-se fortemente que, em contextos semelhantes a esse, o presente produto educacional seja utilizado.

Utilizando a metodologia de ensino denominada Estudos de Caso foi possível superar desafios como: a preparação de um material didático apropriado para os alunos, de acordo com o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro; propor atividades desafiadoras que estimulassem o senso crítico; gerar momentos de interação de modo a criar um ambiente propício para o desenvolvimento de uma aprendizagem potencialmente significativa.

Alguns empecilhos dificultaram a obtenção de um melhor resultando. Dentre eles, pode-se destacar: baixa frequência dos alunos; número de aulas reduzido devido a atividades na escola, situações de calamidade pública (enchente), período de provas adiantado, dentre outros. Estes fizeram com que o cronograma de aplicação do produto fosse alterado, impossibilitando a aplicação de todas as atividades planejadas pela pesquisadora, porém, sem gerar defasagem no conteúdo trabalhado.

No que se refere à avaliação final, apesar desta contar com a presença de somente sete alunos de uma amostra total de dezoito alunos, deve-se ressaltar que quatro destes alunos participaram efetivamente de todas as etapas do projeto e apresentaram uma evolução significativa no que se refere aos seus conhecimentos científicos, o que constitui um indício que o projeto foi eficaz.

A partir dos dados obtidos ao longo do projeto, pode-se concluir que a proposta utilizada atendeu as necessidades dos alunos ao realizar atividades com o objetivo de não estudar a Física pela Física, mas preparar alunos críticos para participar ativamente nas decisões da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, Jose de Pinho. Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista. 2000. 312 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo/BR, v.25, n.2, p.176-194, 2003.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona/ES, v.14, n.3, p.365-379, 1996.
- BASSALO, J. M. F. A crônica da ótica clássica (Parte III: 1801-1905). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 6, n. 1, p. 37-58. 1989.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George. *Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes, 2010.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI, 2003.
- BEM-DOV, Yoav. *Convite à Física*. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 1996.
- BRASIL. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. MEC-SEMTEC, 2002.
- CABRAL, Júlio César. *Efeito fotoelétrico: uma abordagem a partir do estudo de circuitos elétricos*. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- CAVALCANTI, Lana de Souza. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: Uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia. *Cad. Cedes*, Campinas, vol. 25, n. 66, p. 185-207, maio/ago. 2005
- CUNHA, Ana Edite J. et al. Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 11, n. 3, p. 635-659, 2012.
- DAVIS, Cláudia; SILVA, Maria Alice; EPÓSITO, Yara. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. *Cad. Pesq.*, São Paulo (71), p. 49-54, novembro de 1989.
- DARROZ, L. M.; CORTEZ, J. Mapas conceituais: um curso de capacitação para professores

da educação básica. *Experiência*, Santa Maria, UFSM, v. 1, n. 2, p. 54-65, jul./dez. 2015.

ÉVORA, Cátia Quitério. Ensino da “Energia” em Contexto CTSA: Um Estudo com Alunos do 7º Ano de Escolaridade. 2011. 186 f. (Mestrado) Ensino de Física e Química para o 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário - Universidade de Lisboa.

FAVILA, Miguel Antônio; ADAIME, Martha. Uma análise da contextualização na perspectiva CTSA sob a ótica do professor de química. *REMOA*, Santa Maria, UFSM, v. 13, n. 13, p. 2865 – 2873, out – dez. 2013.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre, n. 8, v. 2, p. 109-123, 2003.

FREITAS, Neli Klix. A importância das interações sociais na aprendizagem de alunos com necessidades especiais. *X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE*. Pontífca Universidade Católica do Paraná. Curitiba, p. 7040-7051, novembro. 2011.

GALDINO, M. A. et. al. O contexto das energias renováveis no Brasil. *Revista da DIRENG*. Rio de Janeiro, p. 17-25, s. d.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciéncias*, Barcelona/ES, v.17, n.2, p.311-320, 1999.

GIRCOREANO, José Paulo; PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. O ensino da Óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 18, n.1, p. 26-40, abr. 2001.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química nova na escola*. v. 31, n. 3, agosto 2009.

HALLIDAY, d.; RESNICK, J. W. *Fundamentos da Física*, volume 3: Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HALLIDAY, d.; RESNICK, J. W. *Fundamentos da Física*, volume 4: Óptica e Física Moderna. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273. 2007.

HERREID, C. F. Sorting potatoes for Miss Bonner: Bringing order to case-study methodology through a classification scheme. *Journal of College Science Teaching* 27: 236-239, 1998.

HODSON, D. A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, v.70, n.256, p.33-40, 1990.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. A contextualização do ensino no currículo da escola básica. *Ciência e Educação*, v. 17, n.1, p. 35-50, 2011.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 3, p. 555-574, 2008.

LOPES, J. Bernardino. *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa/PT: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES, 2004. (Coleção “Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas”). ISBN 972-31-1079-2.

LUCCI, Marcos Antonio. A PROPOSTA DE VYGOTSKY: A PSICOLOGIA SÓCIO-HISTÓRICA. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 10, 2 (2006). P.1-11.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; et al. Materiais Instrucionais numa Perspectiva CTSA: Uma Análise de Unidades Didáticas Produzidas por Professores de Química em Formação Continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14(2), p. 281-298, 2009.

MARTINS, Edneia. Conhecimento científico e senso comum: ensino de Ciências na educação de jovens e adultos - EJA para a formação crítica. *Anais - III seminário regional de formação continuada de professores*. Paraná, 2013. Disponível em: < <http://cac.php.unioeste.br/eventos/serprof/anais/trabalhos/artigo/artigo/32.pdf>> Acesso em: 20 de janeiro de 2017.

MAZONI, Alan et. al. Rádio Pirata. EDM0425 - Metodologia do Ensino de Física I. Instituto de Física da Universidade de São Paulo-USP. São Paula, 2017. Disponível em: < <http://sites.usp.br/nupic/radio-pirata/>> Acesso em: 13 de setembro de 2017.

MOREIRA, M. A. *Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo: Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, 2009. 2016. 64f.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. *Actas del PIDECE: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias*, n. 19, p. 1-38, 2003.

MOURA, Breno Arsioli; SILVA, Cibelle Celestino. A óptica newtoniana no século XVIII: o que podemos aprender com esse episódio? Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p647.pdf>> Acesso em: 26/01/17.

MOURÃO, Ronaldo Rogerio de Freitas. *Explicando a Teoria da Relatividade*. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 2005.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marcos. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 1, dezembro. 2006.

OLIVEIRA, F.F.; VIANNA, D.M.; GERBASSI, R.S. Física Moderna no Ensino Médio: O que Dizem os Professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OLIVEIRA, M.K. *Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4ª Edição. São Paulo: Ed. Scipione, 2003

OLIVEIRA, Munich Ribeiro. O uso de Estudo de Caso para aprender Física no Proeja: um experimento metodológico com base em Paulo Freire e Vygotsky. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016.

PALUSKA, Geraldo Claret. Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos. 2013. 96f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PAZINATO, Maurícius Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. O Estudo de Caso como Estratégia Metodológica para o Ensino de Química no Nível Médio. *Revista Ciências&Ideias*. v. 5, n.2. p.1-18, . Mai/ago - 2014.

PEREIRA, A. M.; SANTOS, A. C. F.; AMORIM, H. S. *Ensinando Física das radiações com um contador geiger baseado em plataforma arduíno*. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 49/1, p. 1-14, 2009.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. (Orgs). *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais*. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016. 116 p.

RANGEL, Fernanda Cristina da Silva; GUIMARÃES, Manoela Barros. Estudo de Caso: Um Método Didático para o Ensino de Oxirredução. 2014. 84 f. (Monografia) Ciências da Natureza – Licenciatura em Química - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, campus Campos-Centro. Campos dos Goytacazes, RJ.

REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997, 2012.

REIS, Pedro Guilherme Rocha dos. Controvérsias Sócio-científicas: Discutir ou não Discutir? Percursos de Aprendizagem na Disciplina de Ciências da Terra e da Vida. 2004. 488 f. Tese (Educação Especialidade: Didática Das Ciências) - Faculdade De Ciências Da Universidade De Lisboa, União Europeia.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação. *Currículo mínimo de Física*. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

ROSA, Cleci T. Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: Proposta de organização do roteiro para aulas de Física. *Física na Escola*, v. 13, n. 1, p. 4-7, 2012.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de química. *Educación Química* 24 (2): 524,

2013.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. *Estudo de Casos no Ensino de Química*. Campinas: Átomo, 2009. 106 p.

SANTOS, Maria de Fátima Ribeiro dos; SANTOS, Saulo Ribeiro dos. *Metodologia da pesquisa em educação*. São Luís: UemaNet, 2010.

SANTOS, W. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS numa perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*. V. 2, n. 2, p. 1-23 – Dezembro 2002.

SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPTEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no Ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis/BR, v.20, n.1, p.31-43, 2003.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.

SOUZA, W. B. de. Física das Radiações: Uma proposta para o Ensino Médio. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

VIEIRA, Antonia de Fátima Alves. A formação de conceito na perspectiva de Vygotsky. 2007. 45 f. Monografia (Curso de Psicologia) - UniCEUB- Centro Universitário de Brasília. Brasília.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Organizado por Michel Cole et all. Tradução José Cipolla Neto; Luiz Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998, 2003.

VYGOTSKY, L.S. et al. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone; EDUSP, 1988.

WESENDONK, Fernanda Sauzem; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p. 779-821, dez. 2016.

APÊNDICES

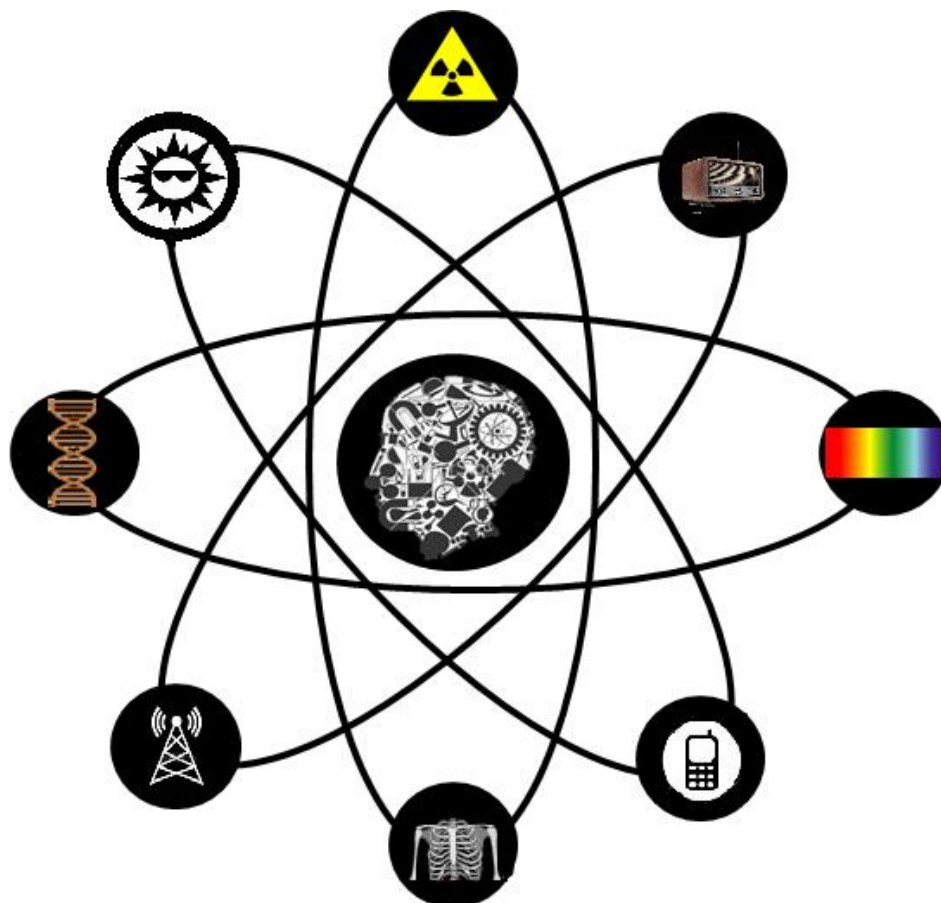
APÊNDICE A



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO



MANUAL DO PROFESSOR

AUTORA: ALICE LUBANCO LEAL BARROS

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Nesse material você encontra orientações para conduzir as atividades propostas no produto educacional “**Radiações eletromagnéticas por meio de Estudos de Caso**” que está relacionado às habilidades e competências trabalhadas no quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio.

O método de Estudo de Casos é baseado no método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL) (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 11).

De acordo com Queiroz et al. (2009) “o Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas” (QUEIROZ et al., 2007, p. 731). Ele consiste na utilização de narrativas sobre situações vivenciadas por indivíduos que necessitam buscar soluções para os problemas enfrentados (SILVA et al., 2011, p. 186).

O método Estudo de Caso se pauta na aproximação dos alunos com problemas reais ou simulados e busca a promoção do aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas (SÁ; QUEIROZ, 2009, p.12). Para atingir tais propósitos, as atividades realizadas englobam aula expositiva, trabalhos em pequenos grupos, atividades individuais e discussões em sala de aula (SÁ et al., 2007, p.732).

Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, o papel principal do professor é de mediador, ajudando o estudante a trabalhar a analisar os fatos e considerar, então, as possíveis soluções. (SÁ et al., 2007, p.731).

Em geral, de acordo com Sá et al. (2007) e Linhares e Reis (2008), durante a aplicação do Estudo de Caso, o aluno segue três ou quatro passos cuja duração depende dos objetivos a serem alcançados.

No primeiro passo, ocorre a leitura do texto do caso e a elaboração de uma solução inicial para o mesmo, com base em suas concepções prévias. Este momento permite ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos, de forma que possa partir dos conhecimentos e ideias que possuem para desafiar a construção ou a reconstrução de novos conhecimentos.

No segundo e/ou no terceiro passo do Estudo de Caso, podem ser realizadas uma ou várias atividades, como por exemplo: a leitura e discussão de textos, experimentos, encenação teatral, entre outras possibilidades, “[...] de forma a proporcionar ao aluno momentos de reflexão e interação com os demais, para que, durante esse processo, o aluno tenha oportunidade de se manifestar e, ainda, conhecer e refletir sobre outros pontos de vista, através da discussão com os colegas e com o professor” (OLIVEIRA, 2015, p.97).

No último passo, o estudante deve retomar o caso e sugerir uma nova solução, incorporando os novos conhecimentos adquiridos ao longo dos passos anteriores.

A proposta é que, durante a aplicação do projeto, você atue como mediador na realização das atividades, estimulando a participação, cooperação, raciocínio crítico e autonomia dos alunos, apresentado o conteúdo de formas diversificadas de modo a permitir que o aluno atue como protagonista do seu ensino aprendizagem.

O conteúdo abordado está distribuído em vinte aulas divididas em dez momentos, baseados nas faixas de frequência do espectro eletromagnético. Ao longo da apostila são propostos quatro Estudos de Caso (dois de radiações não-ionizantes e dois de radiações ionizantes) além de textos, experimentos, debates, pesquisas e exercícios. Estes são apresentados com o objetivo de compor o segundo e/ou terceiro passo do Estudo de Caso de forma a fornecer subsídio para que os alunos possam desenvolver os conhecimentos necessários para resolução dos Casos.

Além disso, o aluno receberá a *Apostila do Aluno* (integralmente ou aula a aula) enquanto o professor terá este manual para orientar suas atividades.

O quadro abaixo apresenta resumidamente os conteúdos trabalhados e os momentos de cada encontro, sendo um encontro correspondente a duas horas/aula. Cada momento da aula tem seu tempo estimado, porém ele pode variar de acordo com o desenvolvimento da turma. Adapte os momentos da forma que melhor se adequar às necessidades de sua turma.

Quadro: Atividades/momentos

AULA	CONTEÚDOS	MOMENTOS	AULAS
Aula 1	Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas	Apresentar a proposta do curso e a organização das primeiras atividades. (20 min)	2
		Ensino da estratégia de elaboração de mapas conceituais. (30 min.)	
Estudo de Caso: Rádio Pirata	Atividade 1 – Propor a elaboração de um mapa conceitual sobre ondas eletromagnéticas com os conhecimentos prévios dos alunos. (20 min)		
	Atividade 2 – Leitura do Caso com os alunos. Resolução das questões propostas pelos alunos dispostos em pequenos grupos – levantamento de seus conhecimentos prévios. (30 min)		
Aula 2	Conhecendo as radiações e o espectro eletromagnético	Aspectos ondulatórios das radiações eletromagnéticas: espectro de frequências, comprimento de onda e modelo físico. (50 min)	2
		Vídeo “Ondas Eletromagnéticas” (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (35 min)	
Aula 3	Ondas de Rádio: Construindo um transmissor de rádio caseiro	Discussão sobre as ondas de rádio. (20 min)	2
		Atividade 3 - Demonstração do Transmissor de Rádio e discussão sobre como esse transmissor pode ser usado na escola. (30 min)	
	Rádio Pirata e Rádio Comunitária: problematização	Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata, através de textos de jornal e revistas. (20 min)	
Aula 4	Micro-ondas e Infravermelho	Atividade 4 – Exibição do trailer do filme: “Uma onda no ar” e debate sobre a importância das rádios comunitárias para a comunidade. (30 min)	2
		Retomada do Estudo de Caso. (20 min)	
		Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. (30 min)	
	Estudo de Caso: Energia solar	Atividade 5 – Experimento: “Enxergando o invisível”. (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (15 min)	
Aula 5	Luz visível	Atividade 6 - Estudo de Caso: Energia solar (20 min)	2
		Discussão sobre a luz visível. (40 min)	

		Atividade 7 – Experimento: Dispersão da luz branca. (10 min)	
		Discussão sobre a cor dos objetos. (30 min)	
		Utilização do simulador PHET para demonstrar as cores que vemos (20 min)	
Aula 6	Luz e energia	Atividade 8 - Apresentação dos trabalhos – Disco de Newton. (40 min)	2
		Atividade 9 - Debate sobre a utilização de energia solar. (40 min)	
		Retomada do Caso: Energia solar. (20 min)	
Aula 7	O Sol e suas radiações	Atividade 10 - Estudo de Caso: Um dia de praia (20 min)	2
		Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. (30 min)	
		Aspectos corpusculares da radiação eletromagnética. O efeito fotoelétrico (20 min)	
		Vídeo: “Como o Sol te enxerga”. Debate sobre as formas proteção contra radiação ultravioleta. (10 min)	
		Atividade 11 – Experimento: Efeito germicida da radiação UV. (20 min)	
Aula 8	Raios X e os aparelhos de diagnósticos	Retomada do Estudo de Caso (20 min)	2
		Atividade 12 - Os raios X e sua interação com a matéria: apresentação de imagens de raios X para possível interpretação. (30 min)	
	Radiação Gama	Atividade 13 - Estudo de Caso: <i>A Física por trás do Hulk</i> . (20 min)	
		Raios gama: Características e interação com a matéria. (30 min)	
Aula 9	Aplicações da radiação gama	Distribuição de reportagens, notícias e textos sobre a utilização da radiação gama para debate sobre o tema. (60 min)	2
		Retomada do caso. (20 min)	
		Revisão geral sobre o espectro eletromagnético. (30 min)	
Aula 10	Avaliação da proposta	Resolução das questões finais. (50 min)	2
		Elaboração de um esquema do espectro eletromagnético. (20 min)	
		Reelaboração do mapa conceitual (20 min)	
		Resolução de questionário acerca da metodologia de ensino. (10 min)	

Fonte: Própria autora.

AULA 1– Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas

Objetivos: Estimular a curiosidade dos alunos para o estudo do aspecto ondulatório das radiações eletromagnéticas além de coletar dados dos conhecimentos prévios dos alunos.

Conteúdo: Concepções prévias sobre as ondas eletromagnéticas, com ênfase nas ondas de rádio.

Habilidades e competências envolvidas:

- Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para exploração espacial e na comunicação;
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Demonstração, por meio de uma situação problema, que diversas formas de ondas eletromagnéticas estão presentes no nosso dia-a-dia além da apresentação de questionamentos a respeito das mesmas para estimular a curiosidade dos alunos.

Instrumentos:

- Texto introdutório;
- Mapa conceitual;
- Caso: Rádio comunitária.

Momentos:

- Apresentação da proposta do curso (10 min);
- Motivação inicial com texto introdutório fornecido na *Apostila do Aluno* (10 min);
- Explicação da estratégia de elaboração de mapas conceituais (30 min);

Sugestão: Utilizar o texto “Mapas conceituais e aprendizagem significativa” de Marco Antônio Moreira disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> como subsídio para explicar o que são e como são feitos os mapas conceituais, assim como dar exemplos para o melhor entendimento por parte dos alunos.

- Atividade 1 – Elaboração de um mapa conceitual baseado nas palavras sugeridas na *Apostila do Aluno* – Tarefa individual com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos (30 min);
- Atividade 2 – Resolução do Caso: Rádio comunitária. – Tarefa realizada em pequenos grupos para que os alunos discutam e somem seus conhecimentos prévios a respeito do conteúdo de ondas de rádio (20 min).

Observações:

- O Caso será retomado no início da aula 4, onde será discutido os conceitos físicos de ondas de rádio com o propósito de avaliar se houve mudanças nas concepções dos alunos quando forem feitas as comparações entre as respostas deles antes depois da explicação dos conceitos físicos.
- Devido a esta organização da proposta, a atividade “Estudo de Caso: Rádio comunitária” segue também aqui no material do professor, para que a mesma possa ser impressa isoladamente da apostila do aluno e utilizada no momento da retomada do Caso.

Atividade 2: Estudo de Caso: Rádio Comunitária

Leia o texto abaixo e discuta com seu grupo as respostas dos questionários que o segue. Em seguida, destaque o questionário preenchido e entregue ao professor.



Rádio Comunitária

João, um estudante do curso técnico de telecomunicações do IFF Campos, em uma aula de sistemas de rádio e televisão, descobriu a existência das rádios comunitárias e dos benefícios que ela pode trazer para a comunidade, com notícias de interesse local.

Muito motivado como o fato, ele chegou em casa, no bairro de Guarus, e logo foi contar para sua mãe que gostaria de montar uma rádio para colocar em prática os conhecimentos que estava adquirindo no curso. Ao mesmo tempo, ele também tinha o objetivo de ajudar a comunidade de seu bairro com informações, notícias e entretenimento, pois sentia que as outras rádios da cidade tinham um viés mercantilista e acabavam não dando ênfase aos acontecimentos da região.

Sua mãe logo lhe questionou:

— João, seria muito legal ter uma rádio assim aqui no bairro, mas eu já assisti a uma reportagem falando que essas ondas de rádio são perigosas e podem ocasionar acidentes aéreos. Nós moramos perto do aeroporto, não seria perigoso?

Assustado com a informação, João respondeu:

— Mãe, meu professor não falou nada disso. Inclusive, ele informou que várias informações são transmitidas da mesma forma que as ondas rádio como, por exemplo, sinais de TV, de telefonia celular, de internet, etc...

— Sendo assim fico mais preocupada ainda. Se existem tantas ondas assim se propagando no ar, será que elas podem fazer mal à nossa saúde?

— Não sei dizer até que ponto elas podem ser prejudiciais. Amanhã, na aula, perguntarei ao professor e te respondo.

No dia seguinte, João perguntou ao professor Carlos:

— Professor, fiquei muito entusiasmado com a aula de ontem, quando você falou das rádios comunitárias e até pensei em montar uma desse tipo no meu bairro, mas minha mãe me fez algumas perguntas que eu não soube responder e gostaria que o senhor me ajudasse.

— Fico muito feliz com seu interesse e vou lhe ajudar no que precisar.

— As ondas utilizadas nas telecomunicações podem fazer mal? Além disso, é verdade que as ondas de rádio podem ocasionar acidentes aéreos?

— João, baseado nesses seus questionamentos irei preparar uma aula sobre ondas eletromagnéticas e suas características, na tentativa de lhe ajudar a resolver essas dúvidas. De qualquer forma, já posso te adiantar que, com relação às ondas de rádio, se você realmente tem interesse em montar uma rádio comunitária em seu bairro, fique atento à legislação para não utilizar uma faixa de frequência que não deve e, conseqüentemente, gerar interferência no sistema de comunicação do aeroporto Bartolomeu Lisandro, que é perto da sua casa. Na próxima aula, também vou explicar melhor como funcionam as emissoras de rádio regulares e a diferença delas para uma “rádio pirata”.

— Tudo bem, professor. Vou esperar a aula de semana que vem para entender melhor como funcionam essas ondas e o que mais preciso saber para montar minha rádio.

Imaginem que vocês são professores/amigos de João. Ajude-o a responder as questões que segue.

1- O que são ondas de rádio?

2- Como se dá a transmissão de um sinal de rádio?

3- Quais benefícios você acredita que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade?

4- Como ela poderia interferir na comunicação dos aeroportos?

5- Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde.

AULA 2 – Radiações do espectro eletromagnético

Objetivo: Discutir o espectro eletromagnético e a diferenciação das radiações que o compõe.

Conteúdos: Ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e conceitos matemáticos básicos utilizados na definição de uma onda eletromagnética.

Habilidades e Competências envolvidas:

- Conhecer as características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os diferentes tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência;
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos relacionados ao tema, identificando e relacionando as grandezas físicas envolvidas;
- Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam os fenômenos presentes em nosso cotidiano.

Motivação: A busca por respostas aos questionamentos apresentados na aula anterior.

Instrumentos:

- Texto de referência – apostila do aluno;
- Apresentação através de *Power Point*;
- Apresentação de um vídeo.

Momentos:

- Apresentação do conceito de ondas eletromagnéticas a partir de seu desenvolvimento histórico (15 min);
- Descrição de algumas das principais características de uma onda, a saber: frequência, comprimento de onda, amplitude e velocidade (30 min);

Sugestão: Após a explicação, utilizar imagens com diferentes tipos de ondas e solicitar que os alunos as comparem quanto ao comprimento de onda, frequência e amplitude.

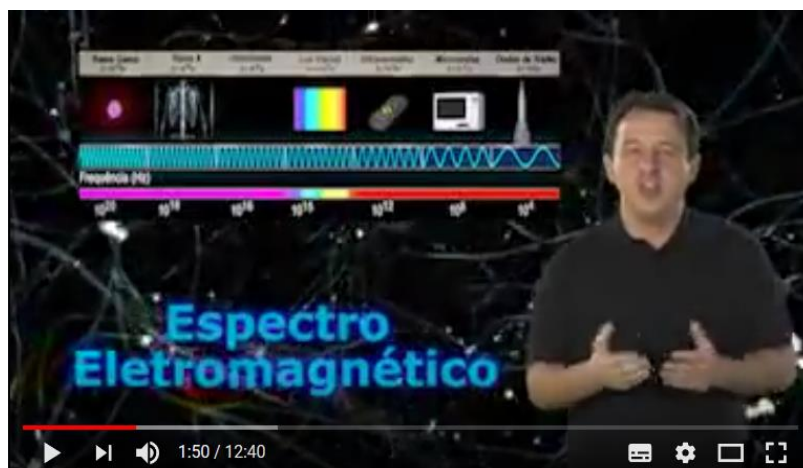
Exemplo: *Print screen* do vídeo: “Ondas eletromagnéticas”



Fonte: “Ondas eletromagnéticas”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

- Descrição das diferentes faixas de frequência do espectro eletromagnético, enfatizando as características ionizantes e não-ionizantes das radiações (35 min).

Sugestão: O Vídeo “Ondas eletromagnéticas” pode ser utilizado como subsídio ilustrativo para melhor diferenciação do espectro eletromagnético.



Fonte: “Ondas eletromagnéticas”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

- Resolução das questões do texto base – As questões são apresentadas na página 11 da apostila do aluno.

AULA 3 – Ondas de rádio

Objetivos: Discutir o conteúdo de ondas de rádio por meio de uma abordagem em Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) ressaltando as principais características desse tipo de onda assim como as suas aplicações e a sua relação com a sociedade.

Conteúdos: Ondas de rádio; interferência e transmissão de ondas eletromagnéticas; aplicações tecnológicas das ondas de rádio; geração e transmissão de sinais de rádio.

Habilidades e competências envolvidas:

- Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna no que se refere a exploração espacial e a comunicação;
- Relacionar os benefícios alcançados nas comunicações e na saúde pública com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado através do avanço na ciência;

Motivação: Entender como a utilização de ondas de rádio pode trazer benefícios e/ou riscos para o ser humano, conforme sua utilização for feita de forma de forma devida ou indevida, respectivamente. Manipular e analisar o funcionamento de um mini transmissor de rádio FM.

Instrumentos:

- Textos base – Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- *Trailer* do filme “Uma onda no ar”;
- Mini transmissor FM – Proposta experimental.

Momentos:

- Discussão sobre as ondas de rádio – Momento destinado à explicação sobre o sinal de rádio utilizado nas telecomunicações, dentre outras aplicações. As etapas de comunicação por rádio são detalhadas assim como os efeitos biológicos de sua utilização (20 min).
- Apresentação do protótipo de um mini transmissor de rádio FM (Adaptado de “Como fazer uma emissora de rádio FM”)¹⁸.

¹⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

MINI TRANSMISSOR FM

Materiais

A – Conector para bateria;

B – Led (Verde);

C – Antena;

D – Bobina (Fio de cobre esmaltado, \varnothing 0,8 mm, 4 voltas);

E – Fio;

F – Cabo com conector P₂;

G – Transistor (BC 337);

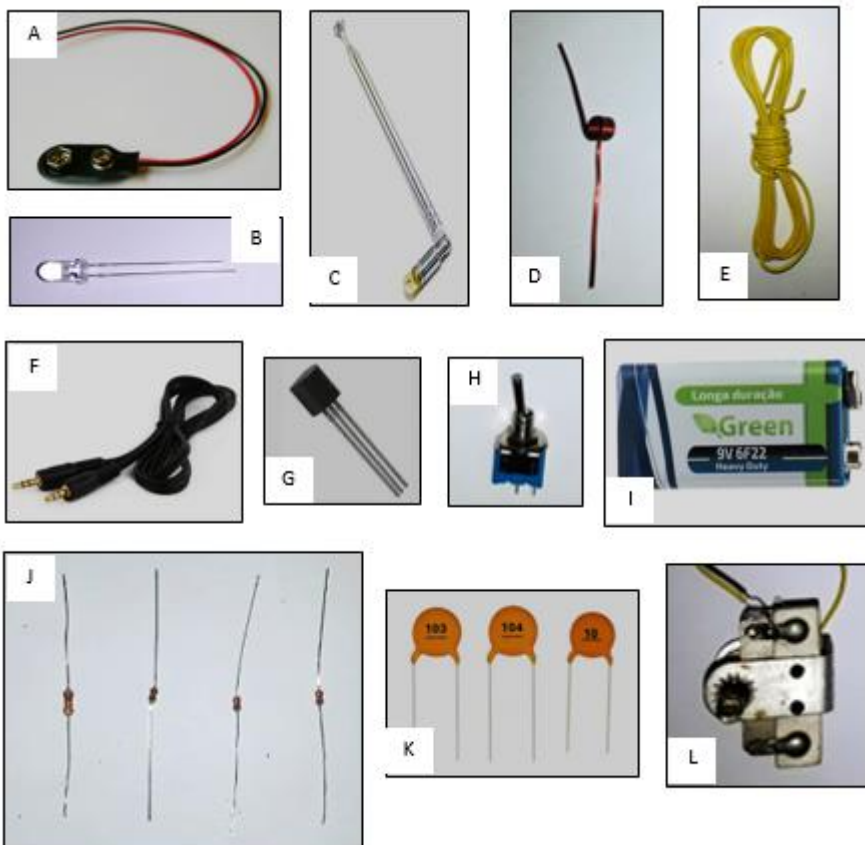
H – Botão (Liga / Desliga);

I – Bateria (9 V);

J – Resistores (27K, 10K, 1K, 470 Ohms);

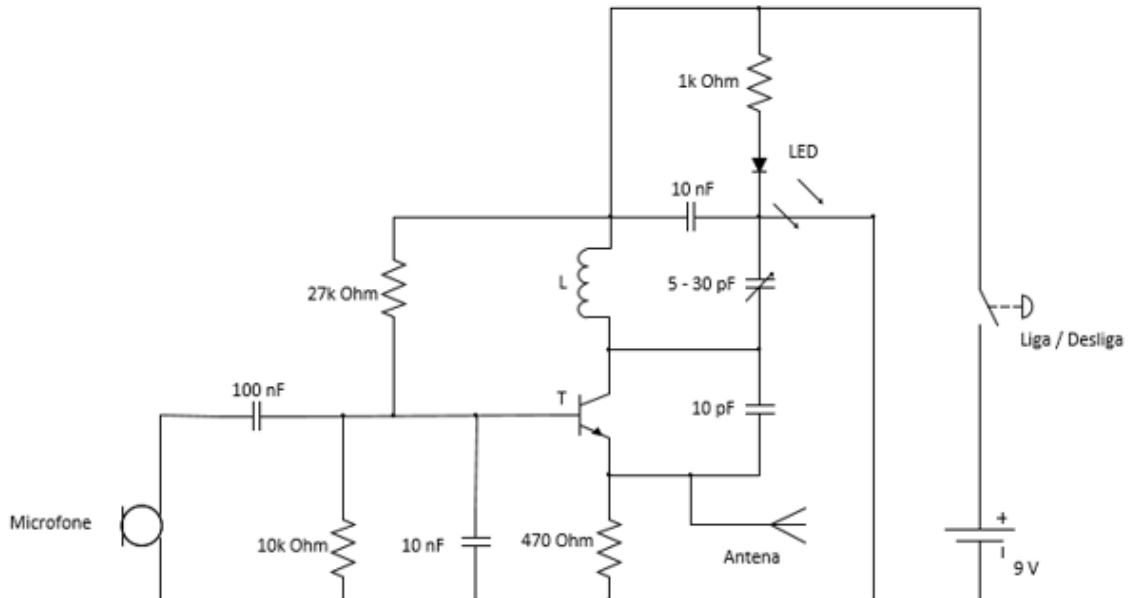
K – Capacitores (100nF, 10nF e 10pF);

L – Capacitor variável.



Montagem

Os materiais descritos anteriormente serão utilizados na montagem do mini transmissor de rádio FM. Para tanto, é necessário a utilização de um ferro de solda e fio de estanho para unir os componentes de acordo com o esquema representado abaixo:

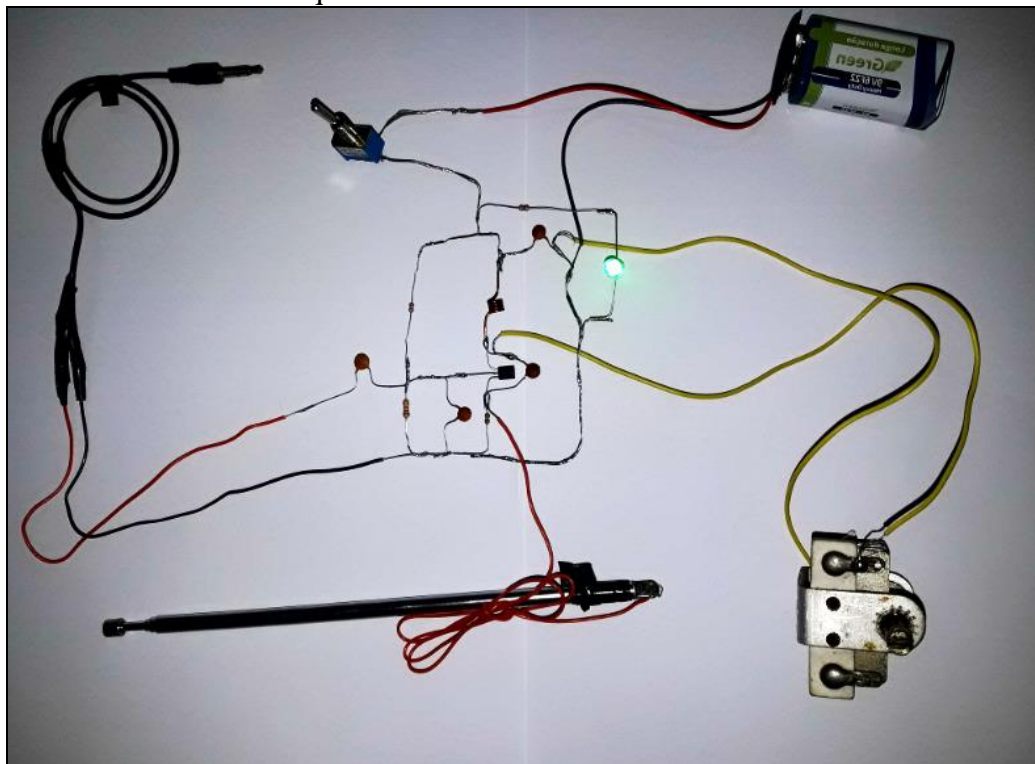


Fonte: Própria autora.

Observações:

- Todos os materiais podem ser retirados de sucatas eletrônicas;
- No esquema representado acima, L corresponde à bobina (D), T corresponde ao transistor (G) e o microfone equivale ao cabo com conector P₂ (F). O capacitor variável deverá possuir uma faixa de capacitância entre 5,0pF a 30pF;
- Os fios utilizados deverão ser desencapados e soldados com os componentes para facilitar as conexões;
- É importante observar os terminais do transistor. No caso do BC 337, em geral o terminal da esquerda é o coletor, o da direita é o emissor e o terminal do meio é a base.
- O LED é utilizado como sinal de que o circuito está conectado a uma fonte de tensão. Caso este não ascenda ao ligar o botão de liga/desliga, possivelmente algo no circuito não está bem conectado.

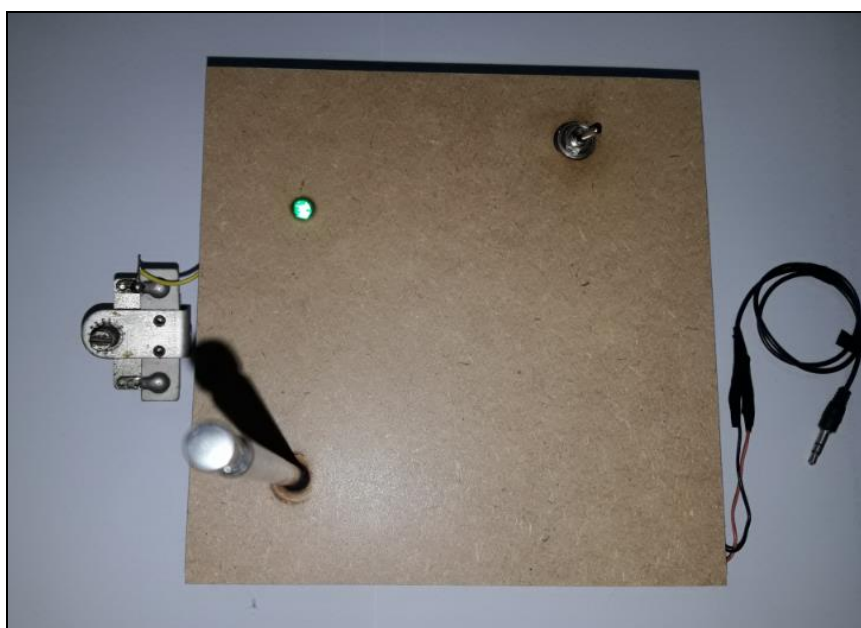
Esquema do mini transmissor montado



Fonte: Própria autora.

Para melhor armazenar o protótipo pode se utilizar um recipiente, como a caixinha de madeira abaixo.

Caixinha adaptada para armazenar o transmissor de rádio



Fonte: Própria autora

Na tampa da caixa são feitos orifícios nas posições referentes à antena, ao LED e ao botão liga/desliga enquanto o circuito fica preso na tampa por baixo. Também é possível fazer um orifício para encaixe do capacitor variável.

Dentro da caixa também foram colocados a bateria e o fio para conexão no celular ou computador.

Manipulação do protótipo:

- O rádio deve ser manipulado pelos alunos que poderão escolher a música ou informação desejada e terão a tarefa de sintonizar em uma faixa de frequência não ocupada por outra rádio.
- A informação a ser transmitida será escolhida no celular conectado ao cabo com entrada P₂ que transmitirá essa informação para o transmissor.
- O receptor do sinal, como por exemplo outro celular ligado a um aplicativo de rádio deve estar sintonizado em uma faixa de frequência próximo a 90 MHz. Essa faixa de frequência não poderá estar transmitindo nenhuma rádio. Deve-se escolher uma faixa vazia podendo ser um pouco maior ou menor que 90 MHz.
- Após a seleção do conteúdo, a sintonia do canal no aparelho transmissor é feita por meio do capacitor variável afim de alcançar a mesma frequência que o aparelho receptor está sintonizado.
- Se, mesmo ao variar a capacitância do capacitor, nenhum sinal for captado no receptor de rádio, deve-se variar a frequência escolhida no receptor ao mesmo tempo até encontrar a frequência ideal.
- Essa não é uma tarefa simples, principalmente porque o sinal sofre muita interferência do meio externo até mesmo ao interagir com o corpo de quem está manipulando o transmissor.
- Após encontrar a frequência ideal, todos os aparelhos receptores que estiverem nas proximidades do transmissor poderão sintonizar na frequência e ouvir as informações transmitidas.

OBS: O mini transmissor de rádio NÃO é considerado uma rádio pirata pois seu alcance não ultrapassa um raio de cinco metros.

A partir desse protótipo é possível discutir conceitos como geração de ondas eletromagnéticas, frequência, interferência e dar início à discussão a respeito de rádios comunitárias *versus* rádios piratas.

- Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata (30 min). – A partir do protótipo pode-se discutir as diferenças entre rádios comerciais, piratas e comunitárias em termos de alcance, funcionamento, legislação e material divulgado, além da discussão sobre as vantagens que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade em que vivem e qual a diferença que teria, principalmente em relação a conteúdo quando comparadas às rádios comerciais que funcionam ali. Os textos utilizados encontram-se na apostila do aluno. Outros materiais também podem ser utilizados como subsídio teórico, como por exemplo o “Módulo Inovador: Rádio Pirata” do Instituto de Física da Universidade de São Paulo por Mazoni et. al¹⁹.

Sugestão: A importância de se ter uma rádio na comunidade é muito bem mostrada no filme brasileiro “Uma Onda no Ar”. Porém, como o filme é longo para se trabalhar em sala (1h e 32min) é sugerido que se apresente o *trailer* do mesmo (2min e 23s), em que cenas importantes do filme são apresentadas de modo que o aluno possa refletir sobre o assunto. A apresentação desse vídeo torna a aula mais dinâmica e atrativa o que possibilita uma maior interação entre os alunos.

Print screen do trailer do filme “Uma Onda no Ar”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=PIOKVFoi1-E&t=74s>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.

¹⁹ Módulo Inovador: Rádio Pirata. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/92892/mod_folder/content/0/radio%20pirata.pdf?forcedownload=1. Acesso em 20 de setembro de 2017.

AULA 4 – Micro-ondas e infravermelho

Objetivos: Avaliar os conhecimentos adquiridos com as aulas por meio da reaplicação do Caso: “Rádio comunitária”; discutir o conteúdo de micro-ondas e infravermelho a partir de suas descobertas e suas aplicações tecnológicas; avaliar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da radiação de luz visível por meio do Estudo de Caso: “Energia solar” e despertar o interesse para o estudo do mesmo.

Conteúdos: Micro-ondas e infravermelho.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar os benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado;
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Compreender as aplicações de micro-ondas e do infravermelho em equipamentos e situações diversificadas.

Instrumentos:

- Apostila do Aluno;
- Quadro branco.

Momentos:

- Retomada do Caso: “Rádio comunitária”. – Neste momento, os alunos responderão novamente o Caso apresentado na primeira aula (versão separada da Apostila do Aluno disponível na aula um do manual do professor) para que possa ser avaliado a evolução dos conhecimentos acerca das ondas de rádio. Os alunos deverão responder novamente em pequenos grupos (preferivelmente os mesmos grupos da primeira aplicação) (20 min).
- Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. – Momento destinado a explicação do conteúdo a partir do texto base encontrado na apostila do

aluno. Encontram-se no texto dados sobre a contextualização histórica, as aplicações e os efeitos biológicos dessas radiações. (30 min)

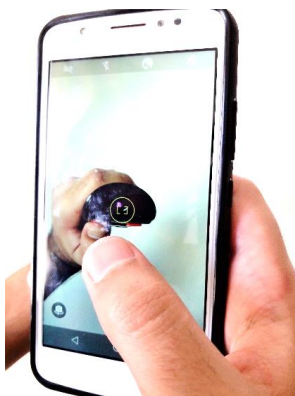
- Experimento: “Enxergando o invisível”. – Esse experimento é baseado na proposta do livro “Radiações Moléculas e Genes”²⁰. Nele pode-se observar que a radiação infravermelha é invisível ao olho humano, porém pode ser detectada por aparelhos como câmeras digitais.

ENXERGANDO O INVISÍVEL

Materiais:

Fonte de radiação infravermelha (controle remoto de TV ou similar);

Câmera fotográfica (pode ser de celular).



Procedimento: Posicione o controle frente a câmera do celular e pressione qualquer botão. Um feixe luminoso aparecerá no visor do celular. Esse feixe é de radiação infravermelha.

- Resolução das questões do texto base. – Baseados na explicação do conteúdo os alunos irão responder as questões apresentadas na apostila do aluno para fixação do conteúdo.
- Estudo de Caso: “Energia solar” (Segue abaixo para futura reaplicação). – Após a leitura do Caso feita pelo professor, os alunos em pequenos grupos responderão as questões propostas e entregarão ao professor com o objeto de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre luz visível. (20 min).

²⁰ SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008.

Atividade – Estudo de Caso.

Essa atividade deverá ser realizada em pequenos grupos.



Energia solar

Gean, proprietário de uma fábrica de pão em Morro do Coco, assustado com o valor da conta de luz que terá de pagar nesse mês, pediu ajuda ao seu filho Sandro para pensarem em uma alternativa para diminuir o consumo.

Sandro, ao avaliar os equipamentos da fábrica percebeu que a estufa era mantida aquecida por resistores elétricos, o que consome muita energia. Ele logo lembrou de uma aula de Física em que aprendeu sobre energia renovável e pensou que uma alternativa possível seria a utilização de energia solar, já que na região tem grande incidência de luz solar boa parte do ano.

Seu pai, sem entender muito sobre o assunto resolveu buscar informações com Lara, engenheira elétrica e amiga da família.

— Lara, estou tendo dificuldade para pagar o alto valor de minha conta de luz e não estou encontrando alternativas para diminuição do consumo nas operações. Por isso, eu e meu filho pensamos em buscar fontes alternativas de energia. Ele me falou que uma opção seria a energia solar. Você acha que é possível utilizar esse tipo de energia lá na fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito ser possível, respondeu Lara. Sandro já havia comentado comigo sobre a estufa e pensei na possibilidade de instalarmos painéis termo solares que captarão a energia proveniente dos raios de solares e a transformarão em energia térmica.

— Mas tem como aproveitar o calor do Sol na estufa da fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito que sim. Temos que estudar a planta da fábrica para tentarmos criar um mecanismo, mas já adianto que podemos avaliar duas possibilidades: Painéis termo solares e fotovoltaicos. No caso da fábrica, vamos avaliar o mais viável, mas a utilização da energia termo solar em indústrias alimentícias tem crescido muito no Brasil. O investimento inicial é menor que de painéis fotovoltaicos e gera uma boa economia na conta de luz.

— É, acho que vou precisar de mais explicações para entender melhor o funcionamento desses painéis.

Agora é com vocês!

Respondam os questionamentos feitos por Gean, posteriormente a essa conversa.

- 1- De que forma, a partir da luz solar, Gean poderá economizar energia elétrica?
- 2- Como funciona um painel termo solar?
- 3- Qualquer “tipo de luz” (cor) pode vir a gerar energia elétrica? Justifique sua resposta.
- 4- Quais as vantagens e desvantagens da utilização de energia Solar?
- 5- Quais os motivos que justificam a variação na bandeira tarifária na conta de luz?

AULA 5 – Luz visível

Objetivos: Interpretar a cor de um objeto como o resultado de processos de absorção e reflexão seletiva da luz que incide sobre ele

Conteúdos: Espectro visível; luz mono e policromática; difração da luz branca; cor de um corpo e energia solar.

Habilidades e competências envolvidas:

- Reconhecer o olho humano como receptor de ondas eletromagnéticas, na faixa do visível;
- Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios;
- Identificar a cor como uma característica das ondas luminosas;
- Discutir modelos para explicação da natureza da luz, vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção

Motivação: Responder as questões apresentadas no Caso: “Energia solar”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- CD;

Momentos:

- Discussão sobre a luz visível. – Apresentação das principais características do espectro visível, ou seja: a organização das cores no espectro de acordo com a sua frequência, além de diferenciar as cores monocromáticas das policromáticas. Durante esse momento, também é possível detalhar melhor as propriedades ópticas da luz como: reflexão, refração, absorção e difração. (40 min)
- Experimento: Dispersão da luz branca. – Esse experimento permite que a luz branca (policromática) pode se decompor nas sete cores do espectro visível, formando um “arco-íris”. (10 min)

DISPERSÃO DA LUZ BRANCA

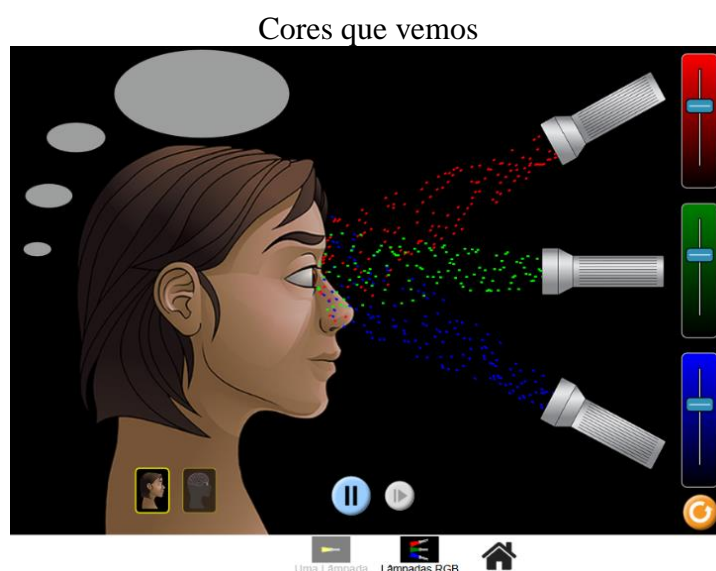
Materiais:

Lanterna de LED branco;
Prisma ou CD.

Procedimentos:

Aponte a luz da lanterna para o CD e veja as cores sendo decompostas ao atravessar o CD (que funciona como uma rede de difração).

- Cor dos objetos. – Tudo o que se enxerga ou é produto de interação da radiação com os corpos ou a própria emissão de radiação por eles. Nesse momento da aula, é importante utilizar vários exemplos mostrando que a cor que vemos nos objetos corresponde a parte ou toda a luz que é refletida ou absorvida por ele. Com a utilização desses conceitos aplicados a exemplos é possível reforçar a ideia de reflexão, absorção, cores monocromáticas e policromáticas. (30 min)
- Simulador PHET: Cores que vemos. – Com o auxílio do simulador é possível reforçar a ideia cores monocromáticas e policromáticas assim como a identificação do olho humano como receptor de luz.



Fonte: Cores que vemos. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html>. Acesso em 12 de outubro de 2017.

Sugestão: Propor a atividade abaixo e em grupo para ser apresentada e discutida na próxima aula.

Atividade em grupo

- 1- Reunam-se em grupo, pesquisem como é possível montar um disco de Newton com materiais diversos e tragam montado na próxima aula. Lembrem-se: use a criatividade e divirtam-se durante a montagem. Na próxima aula cada grupo apresentará o seu trabalho.
- 2- Pesquisem sobre o funcionamento, as vantagens e desvantagens da energia solar. Na próxima aula discutiremos sobre o assunto.

AULA 6 – Energia solar

Objetivos: Relacionar o conceito de luz com energia solar utilizando como “ponte” a energia solar térmica; avaliar os conhecimentos adquiridos com as aulas por meio da reaplicação do Caso: “Energia solar”.

Conteúdos: Energia solar.

Habilidades e competências envolvidas:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas;

Motivação: Compreender os aspectos básicos da energia solar.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- Experimentos montados pelos alunos (Disco de Newton).

Momentos:

- No primeiro momento os alunos apresentarão os dois trabalhos realizados em casa, sendo primeiramente apresentado o disco de Newton, onde será possível avaliar o empenho do grupo em pesquisar e apresentar um trabalho experimental construído por eles. (40 min)

Observação: Existem diversos protótipos de discos de Newton disponíveis na internet como os disponíveis em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=LlKeTEzYrjo> > ;

<<https://www.youtube.com/watch?v=y3dNDb2isU8>>;

Cabe ao aluno pesquisar e escolher o que achar melhor.

- Após a apresentação dos trabalhos experimentais, serão realizados debates baseados na pesquisa sobre energia solar, onde os alunos apresentarão os dados que encontraram além de suas ideias acerca da implantação desse tipo de energia em suas regiões. Durante o debate, dados e informações a respeito das formas de aproveitamento de energia solar serão fornecidos pelo professor. Nesse momento os alunos terão como subsídio a apostila do aluno e suas pesquisas que contém informações a respeito do assunto. (40 min)

Sugestão: A exposição do vídeo “Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê” do Manual do Mundo. Se trata de uma excelente ferramenta pois mostra a implantação em prédios e creches da comunidade Santa Marta, no Rio de Janeiro, onde o retorno para os moradores não é só financeiro, mas também educacional.

Print screen do vídeo: “Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê”



Fonte: Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Borave. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFuI858vRSg>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

- Retomada do Caso: Energia solar. – Nesse momento os alunos responderão novamente as questões apresentadas logo após a apresentação do Caso, porém agora com os novos conhecimentos adquiridos. O Caso encontra-se no final da aula quatro do manual do professor, para ser distribuído fora da apostila do aluno, de forma que fique mais fácil o recolhimento e a correção das questões. (20 min)

AULA 7 – O Sol e suas radiações

Objetivos: Conhecer efeitos da radiação ultravioleta sobre o organismo humano e o papel dos protetores solares como auxiliares na proteção da pele contra a exposição excessiva dessa radiação.

Conteúdo: Radiação ultravioleta; efeito fotoelétrico; efeitos biológicos da exposição à radiação ultravioleta.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pelas radiações eletromagnéticas, com ênfase na radiação ultravioleta;
- Compreender as propriedades ondulatórias e corpusculares das radiações eletromagnéticas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano.

Motivação: Entender os questionamentos feitos no Caso: “Um dia de praia”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Aparelho de vídeo (data show ou TV ligada ao computador);
- Material utilizado para o experimento “Efeito germicida da radiação ultravioleta”.

Momentos:

- Estudo de Caso: “Um dia de praia”. – O Caso será apresentado pelo professor enquanto os alunos, reunidos em pequenos grupos, acompanharão a leitura e discutirão entre si as possíveis respostas para as questões apresentadas, a partir de seus conhecimentos prévios. Esse momento busca estimular a curiosidade dos alunos a respeito do tema radiação ultravioleta.

Observação: O Caso será retomado ao término da explicação da aula em que será abordado o tema radiação ultravioleta, afim de avaliar se houveram melhoras na aprendizagem, quando comparadas as respostas antes e depois da explicação. Devido a esta organização da proposta,

a atividade “Estudo de Caso: Um dia de praia” também é apresentada aqui no material do professor, para que ela possa ser impressa separadamente e utilizada no momento da retomada do Caso.

Atividade - Estudo de Caso



Um dia de praia

Amanda entrou de férias após terminar as provas finais no Colégio Estadual Atilano Crisóstomo e foi passar o final de semana em Guarapari com a sua família. Ao chegar, logo pela manhã, foi direto para a praia, onde ficou até ao final da tarde.

Quando sua mãe a viu chegando em casa, toda vermelha, logo perguntou:

— Amanda, você está muito queimada. Esqueceu de usar protetor solar?

— Esqueci de levar, mas, a todo o momento que eu me sentia quente, entrava na água e me refrescava. Não entendi porque me queimei desse jeito. – Respondeu Amanda.

Sua mãe logo retrucou.

— Você está completamente equivocada, Amanda!

— Poxa, mãe, quando encosto em alguma coisa quente água gelada resolve. Porque com o Sol é diferente? E como é que o Sol pode queimar tanto se estamos tão longe dele? – Perguntou Amanda.

— Eu não sei a explicação detalhada, mas sempre é necessário utilizarmos protetor solar, principalmente entre as 10:00 h e às 16:00 h, pois nesse período ocorre a maior incidência dos raios UVB. – Respondeu sua mãe.

— UVB? O que é isso? Acho que a professora de Biologia já falou sobre isso quando explicava sobre a camada de ozônio. Tem alguma relação? – Perguntou Amanda.

— Tem sim, filha. UVB é uma faixa de radiação ultravioleta que é parcialmente filtrada pela camada de ozônio. Vi em uma reportagem que o Brasil faz parte do Protocolo de Montreal que vale desde 1987 e tem a adesão de 197 países que assumiram o compromisso de eliminar a geração e uso de substâncias nocivas à camada de ozônio que são encontrados, por exemplo, nos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado. Parece que o uso dessas substâncias causa “buracos” na camada de ozônio, o que faz com que mais raios UVB nos atinjam e esses raios podem causar até câncer de pele.

— Nossa, que interessante! Eu não sabia que a radiação do Sol pode ser tão perigosa. Acho que vou ficar longe dele!!! Disse Amanda ao ouvir a sua mãe.

— Não precisa tanto. Tomando as devidas precauções, tomar Sol até as 10:00 h e depois das 16:00 h faz bem à saúde.

— Hum... Vou pesquisar mais sobre o assunto para tentar entender melhor. De qualquer forma, a partir de agora sempre irei utilizar filtro solar quando eu ficar exposta ao Sol.

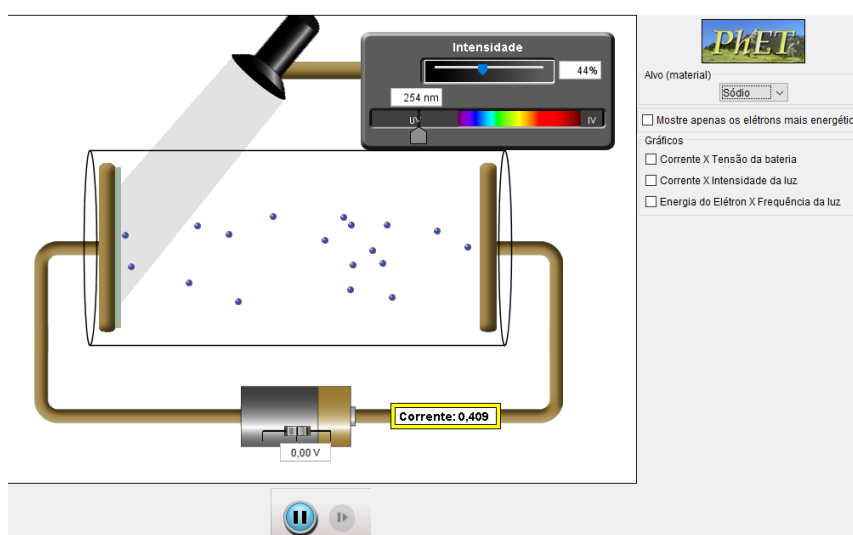
— Muito bem, minha filha!

Agora é com vocês. Pensem sobre o assunto e respondam as questões apresentadas abaixo.

- 1- Redija uma explicação sobre a forma com que o calor do Sol chega à Terra e como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol?
- 2- Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?
- 3- Quais efeitos (positivos e negativos) que a exposição excessiva ao Sol pode causar?
- 4- Quais os tipos de radiação que são emitidas pelo Sol e chegam até à Terra?
- 5- Quais as substâncias utilizadas na indústria de refrigeradores e que afetam a camada de ozônio?
- 6- O que é o Protocolo de Montreal e quais efeitos ambientais a adesão a esse protocolo busca trazer?

- Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. – Nesse momento deve-se utilizar como referência o conteúdo da apostila do aluno para nortear a aula, levando em conta fatores como a contextualização histórica da descoberta dessa radiação, as fontes dessa radiação, os tipos (UVA, UVB, UVC) e os efeitos biológicos que ela causa. É importante salientar o caráter corpuscular dessa radiação enquanto interage com a matéria, fazendo um paralelo entre o efeito fotoelétrico (que será explicado logo a seguir) e a forma que essa radiação interage com as células da pele das pessoas expostas à luz do Sol. (30 min)
- Efeito fotoelétrico. – Após a exposição sobre como a radiação interage com a matéria, o efeito fotoelétrico poderá ser explicado utilizando o simulador PHET. Com isso, o aluno poderá observar que os fótons que compõem a radiação ultravioleta, ao incidir sobre um metal, são absorvidos pelos elétrons e estes são ejetados. Pode-se observar também que energia com que os elétrons são ejetados não depende da quantidade de fótons incidentes, mas sim da frequência desses fótons, ou seja, ao se incidir radiações com uma frequência mais baixa sobre o metal, como a luz visível, esses elétrons não serão ejetados explicitando o caráter ionizante da radiação ultravioleta. (20 min)

Captura de tela do simulador: “efeito fotoelétrico”



Fonte: PHET. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

- Vídeo “Como o Sol te enxerga” – Discussão sobre as formas de proteção contra a radiação ultravioleta. Com a exibição do vídeo “Como o Sol te enxerga”, é possível mostrar alguns efeitos da exposição à radiação ultravioleta sem as devidas proteções e, a partir daí, discutir as possíveis formas de proteção contra essa radiação. (10 min)

Captura de tela do vídeo “Como o Sol te enxerga”



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DTTDV5xrVwI>> . Acesso em: 20 de outubro de 20117.

- Experimento: Efeito germicida da radiação UV²¹. Esse experimento é de dificuldade média que pode ser feito com um mínimo de reagentes e em sala de aula ou como atividade extraclasse. Ele possui grande potencial didático pois permite testar várias hipóteses sobre a ação germicida dos raios ultravioletas, atendendo a curiosidade e interesses dos alunos. (20 min)

Observação: O experimento deve ser previamente preparado em casa para ser utilizado em sala de aula.

EFEITO GERMICIDA DA RUV

Descrição geral: O experimento é realizado com *Saccharomyces cerevisiae* (levedura utilizada na produção do pão e também da cerveja) que é seguro, não patogênico e de crescimento rápido. Isso permite a realização do experimento em sala de aula, não precisando de um ambiente estéril para a manipulação da cultura.

²¹ SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008.

Materiais:

- Placa de petri;
- Levedura desidratada (fermento biológico);
- Suco de uva (produto comercial);
- Açúcar;
- Ágar (Esse polissacarídeo, extraído de algas, é usado para tornar meios de cultura gelatinosos e pode ser encontrado em farmácias de manipulação ou em empresas que vendem reagentes de laboratório);
- Fonte de radiação ultravioleta (lâmpada fluorescente sem a camada de fósforo no vidro – lâmpada germicida);
- Bloqueador solar, hidratante, óculos de sol e outros materiais cuja proteção contra RUV se deseja testar;
- Pipeta ou seringa descartável;
- Alça de vidro ou a parte convexa de uma colher de chá;
- Opcional: secador de cabelo.

Preparo do meio

- Em 200 ml de água colocar duas colheres de sopa de suco de uva e uma colher de açúcar;
- Acrescente duas colheres de café, rasas, de ágar;
- Ferver durante 30 segundos até que o líquido perca o aspecto leitoso;
- Colocar o líquido ainda quente em placas de Petri formando uma camada de 3 a 5 mm e deixar solidificar;
- Secar a placa (para o experimento funcionar bem é ideal que a cobertura não esteja muito úmida, pois isso dificultaria as células entrar no meio (plaqueamento). Pode-se utilizar o secador de cabelo, com cuidado para não causar um aquecimento excessivo, até que a umidade superficial desapareça).

Preparo da cultura de leveduras

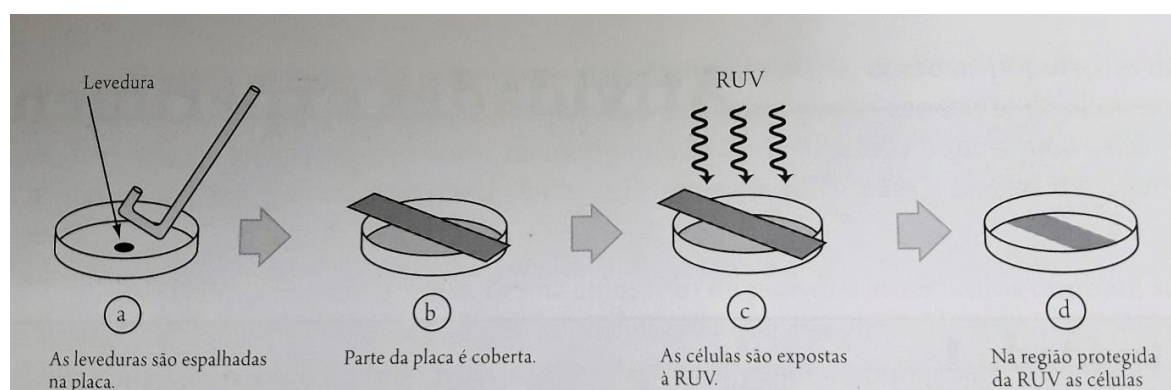
- Coloque aproximadamente 10 mL de água em um recipiente e acrescente meia colher de chá de levedura. Deixe as leveduras hidratarem por aproximadamente dez minutos.

- Quando a solução de leveduras estiver hidratada (com mais grumos), coloque uma gota sobre a placa com o meio de cultura e com uma alça de vidro (ou a parte convexa da colher de chá) espalhe bem a gota por toda superfície da placa.
- Cubra a placa com um filme do tipo PVC.

Experimento:

Uma vez “plaqueadas” as leveduras, pode expô-las à RUV. Antes, porém, deve-se cobrir partes das placas com diferentes objetos que possuam proteção UV para demonstrar que essa radiação possui ação germicida. Pode-se cobrir também com objetos cuja proteção UV queira ser avaliada, como por exemplo cremes hidratantes.

Esquema geral do experimento

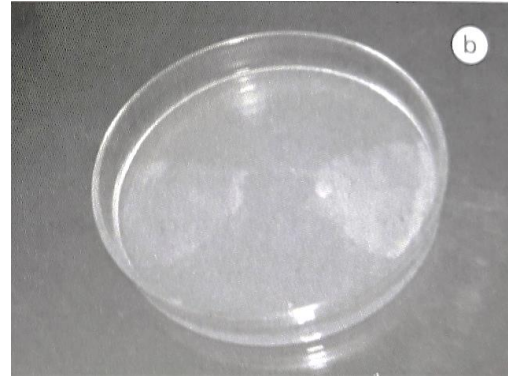
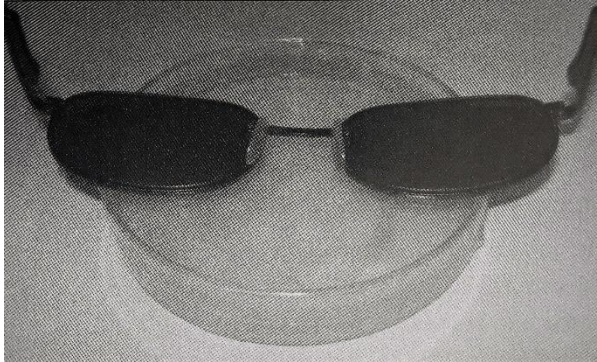


Fonte: SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008, p. 88.

- As leveduras são espalhadas na placa;
- Parte da placa é coberta com os materiais que se deseja testar (óculos, protetor, hidratante);
- A placa é exposta à radiação UV;
- As células crescerão somente na região protegida dos raios UV, demonstrando o caráter germicida da radiação ultravioleta.

Resultados:

Utilizando como exemplo uma amostra coberta com óculos de Sol, pode-se observar que na região ao redor das lentes não ocorre o desenvolvimento das leveduras, elas só se desenvolvem na região protegida dos raios UV.



Fonte: SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008, p. 88.

Observação:

- Vários materiais podem ser testados. É interessante observar que a proteção da radiação UV não ocorre devido a cor escura dos óculos, pois corpos transparentes também podem filtrar essa radiação. Por exemplo, uma fina camada de bloqueador solar ou até mesmo uma lâmina de vidro podem agir como filtros de UV.

Conclusão:

De acordo com Sartori; et. al.:

“A relação desse tema com o dia-a-dia e a aplicabilidade das conclusões decorrentes das observações são formas de valorizar o conhecimento científico e tornar o aluno mais consciente sobre a necessidade de utilizar métodos de proteção contra RUV e sobre a importância do controle de qualidade em relação aos produtos que envolvem proteção contra RUV” (SARTORI; et. al.; 2008, p87).

AULA 8 – Raios X e raios gama

Objetivos: Discutir sobre a descoberta, a produção e a utilização atual dos raios X e raios gama

Conteúdos: Raios X e raios gama.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados na ciência e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado no estudo dos raios e dos raios gama.
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Curiosidade em compreender como são formadas as imagens em radiografia e conseguir responder os problemas propostos no Caso: “A Física por trás do Hulk”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- Imagens de radiografias;

Momentos:

- Antes de dar início ao conteúdo de raios X e raios gama, o Caso “Um dia de praia” deve ser retomado para que os alunos possam responder às questões propostas, já com os novos conhecimentos adquiridos sobre RUV para avaliar, comparativamente às respostas anteriores e verificar se houve mudanças no pensamento a respeito do assunto. (20 min)
- Raios X e sua interação com a matéria. - Após a entrega das questões resolvidas, será apresentado o conteúdo de raios X por meio de contextualização histórica da descoberta dessa radiação e da apresentação das aplicações dos raios X no nosso cotidiano. (30 min)

Sugestão²²: Ressalte as aplicações médicas e apresente imagens de radiografias para que os alunos possam discutir e pensar a respeito de como essas imagens surgiram e o que elas significam. Estimule a participação dos alunos lançando perguntas como:

- Em que lugar a radiografia é tirada?
- Enquanto ocorre esse procedimento, alguma pessoa permanece na sala? Por que?
- Por que em alguns exames colocamos um colete de chumbo?
- Como você sabe que os raios X passaram por você?
- Como alguns órgãos e ossos aparecem na chapa?

- Estudo de Caso: “A física por trás do Hulk”. – Após a explicação sobre raios X, inicia-se o conteúdo da faixa de maior frequência do espectro eletromagnético, a radiação gama. Para iniciar esse tópico será aplicado o Caso “a Física por trás do Hulk” e, assim como os outros Casos, os alunos irão responder os questionários, em pequenos grupos, após a leitura feita pelo professor. (20 min)
- Uma versão do Caso, independente da apostila, encontra-se ao final desta aula para ser utilizada na reaplicação ao término do debate sobre aplicações da radiação gama (aula 9).
- Raios gama: Características e interação com a matéria. – Nessa aula serão apresentados dados como: a descoberta dessa radiação, suas características, o que a difere dos raios X, além de seus efeitos biológicos. O texto de referência para o desenvolvimento dessa aula encontra-se na apostila do aluno. (30 min)

²² SOUZA, W. B. de. Física das Radiações: Uma proposta para o Ensino Médio. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação.

Atividade: Estudo de Caso.

A Física por trás do Hulk



João estava lendo o quadrinho do Incrível Hulk quando refletiu sobre a radiação que atingiu o Doutor Bruce. Ele se perguntou se, ao incidir raios gama em alguém, seria possível algo do tipo acontecer na vida real. Intrigado levou a revista para a escola e, na aula de Física, perguntou à professora.

— Professora, estou lendo essa revista e fiquei curioso quanto a uma coisa. Esses raios gama existem mesmo? E se existem, será que tem como criar um Hulk na vida real?

Sua professora logo lhe respondeu:

— João, eles existem sim e possuem várias aplicações na vida real, como você disse. Esses raios são utilizados inclusive na medicina, mas criar um Hulk utilizando essa radiação é difícil, já que sua interação com a matéria viva tende a destruir as células e não dar superpoderes a elas. Para você ter uma noção de seus efeitos, esse é o tipo de radiação liberada pela bomba atômica que os Estados Unidos lançaram em Hiroshima e Nagasaki e que trouxe consequências trágicas para a população desses locais. Recentemente, a Coreia do Norte ameaça lançar uma bomba de hidrogênio contra os Estados Unidos que é muito mais devastadora, o que tem causado uma preocupação muito grande, a nível mundial.

— Cruzes, professora. Então por que essa radiação é usada se pode ser tão destrutiva? -Perguntou João.

— Baseada nessa sua pergunta vou propor um trabalho para a turma. Quero que vocês em pequenos grupos pesquisem sobre as aplicações da radiação gama e na aula que vem

discutiremos sobre o que é a radiação gama assim como o que pode trazer de benefício e prejuízo para o mundo. Tudo bem, turma?

— Sim professora. — Responde os alunos da turma.

Imaginem que vocês fazem parte dessa turma e respondam.

1- O que são os raios gama?

2- Quais equipamentos e processos que utilizam a radiação gama?

3- Baseado nas aplicações tecnológicas que utilizam a radiação nuclear em seu funcionamento (indústria alimentícia, equipamentos médicos, armas nucleares, usinas nucleares e etc.), redija um texto expondo o que pensa quanto a utilização da radiação gama.

Aula 9 – Aplicações da radiação gama / Revisão final

Objetivos: Promover um debate sobre radiação gama que permita a interação entre os alunos de modo a estimular o raciocínio crítico.

Conteúdo: Radiação gama e revisão do espectro eletromagnético.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pelas radiações eletromagnéticas.
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.

Motivação: Curiosidade em compreender as questões apresentadas no Caso: “A Física por trás do Hulk”.

Instrumentos:

- Textos científicos;
- Reportagens de jornais e revistas;
- Texto com curiosidades;
- Data show ou TV.

Momentos:

- O nono encontro é destinado a um debate sobre a opinião dos alunos a respeito do uso das radiações gama, principalmente no que diz respeito à geração de energia e a utilização pela indústria alimentícia. Para fornecer subsídio para o debate, será distribuído textos, reportagens, entrevistas e curiosidades, de modo que os alunos se reúnam em grupos para ler e avaliar criticamente o texto que lhes foram fornecidos. Após a leitura, cada grupo irá apresentar considerações sobre seu texto e expor sua opinião acerca dos textos dos outros grupos. Cabe ao professor conduzir o debate, estimulando a fala dos alunos e fornecendo informações adicionais sobre aplicações da radiação gama, a medida que as dúvidas e questionamentos forem surgindo. (50 min)

Sugestões de textos:

- *Raios gama operam o cérebro sem cortes*. Folha de São Paulo. 10 de abril de 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1004200401.htm>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2017.

- *O que são raios gama?* Disponível em: <<https://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/o-que-sao-raios-gamas/>>. Acesso em 02 de dezembro de 2017.

- *Frango conservado ao raio gama*. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/frango-conservado-ao-raio-gama/>>. Acesso em 02 de dezembro de 2017.

- *Cientistas bombardeiam cachaça com Raios Gama. O que poderia dar errado?* Disponível em: <<http://meiobit.com/113936/cientistas-bombardeiam-cachaa-com-raios-gama-o-que-poderia-dar-errado/>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2017.

- *Energia nuclear torna-se arma contra fraudes em alimentos*. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/energia-nuclear-torna-se-arma-contrafraudes-em-alimentos/>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

- LIMA, Luis Spencer. Radiação gama. *Revista Ciência Elementar*. V.2, nº 4. 2014. Disponível em: <http://rce.casadasciencias.org/rceapp/conteudo/pdf/vol_2_num_4_110_art_radiacaoGamma.pdf>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

- Retomada do Caso: “A Física por trás do Hulk”. Após o debate, o último Caso será retomado e os alunos responderão novamente as questões propostas. (20 min)
- Revisão do espectro eletromagnético. – Cabe ao professor neste momento destacar aspectos dos assuntos estudados até o momento como: elencar novamente a organização do espectro eletromagnético destacando as principais características que diferenciam as faixas de frequência; reforçar que as ondas eletromagnéticas propagam no vácuo com a velocidade da luz e o que varia de uma em relação a outra é a frequência; dividir o espectro em partes ionizante e não ionizante, explicando a diferença entre elas; mostrar algumas aplicações de cada faixa do espectro e suas interações com a matéria. Para isso, projete uma imagem do espectro eletromagnético no quadro ou na TV para que o aluno acompanhe a explicação, conectando os conhecimentos adquiridos aos poucos durante as aulas. (30 min)

Aula 10 – Avaliação

Objetivo: Verificação da aprendizagem.

Conteúdo: Espectro eletromagnético.

Instrumentos: Avaliação escrita.

Momentos:

O último encontro é destinado à avaliação da proposta, onde cada aluno responderá às questões objetivas e discursivas propostas, além de montar um esquema separando as radiações do espectro eletromagnético de acordo com suas frequências, além de salientar as características e aplicações de cada faixa do espectro.

Como instrumento avaliativo, também será retomado o mapa conceitual utilizado na aula inicial para análise dos conhecimentos prévios, que deverão conter agora as novas concepções e correlações feitas após todas as aulas do projeto, onde cada faixa do espectro foi explicada detalhadamente.

Segue abaixo um modelo de avaliação que poderá ser aplicado, levando em consideração os conteúdos abordados durante a proposta.

Colégio _____

Aluno: _____ n°: _____

Avaliação de Física

1- O que é Radiação Eletromagnética?

- a) É a ciência que estuda a força de atração ou repulsão entre fios condutores percorridos por corrente elétrica.
- b) É a transmissão de energia eletromagnética na forma de ondas constituídas por campos elétrico e magnético oscilantes e perpendiculares entre si.
- c) É o estudo da corrente elétrica produzida por correntes estacionárias.
- d) É o conhecimento obtido sobre as descargas elétricas durante as chuvas.

2- Quais as radiações que fazem parte do espectro eletromagnético?

3- Quais as principais características que diferenciam as radiações eletromagnéticas?

4- Quais dos objetos ou equipamentos abaixo utilizam o conceito de radiações em seu funcionamento?

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aparelho de raios X | <input type="checkbox"/> Espelho | <input type="checkbox"/> Halteres | <input type="checkbox"/> Televisão |
| <input type="checkbox"/> Cronômetro | <input type="checkbox"/> Lâmpada | <input type="checkbox"/> Detector de infravermelho | |
| <input type="checkbox"/> Espectrofotômetro | <input type="checkbox"/> Balança | <input type="checkbox"/> Luneta. | |

5- (ENEM-2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo. Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera. Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- a) reflexão b) refração c) difração d) polarização e) interferência

6- (Enem 2010) Um garoto que passeia de carro com o seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência do sinal da emissora do centro.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata atrapalha o sinal da rádio do centro devido à:

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- b) interferência devido à semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.
- d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- e) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.

7- Marque a alternativa que melhor a define radiação infravermelha.

- a) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui uma frequência menor do que a da luz vermelha do espectro visível, porém maior que a das micro-ondas.
- b) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui um comprimento de onda menor que o da luz azul do espectro visível, porém maior que o dos raios X.
- c) É um feixe de elétrons com velocidade comparada à da luz.
- d) É a amplificação da luz por emissão estimulada de radiação.

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

- a) amarelo.
- b) azul.
- c) preto.
- d) violeta.
- e) vermelho.

Justifique sua resposta: _____

9- Quais os principais benefícios que o uso da radiação trouxe para os avanços científicos e tecnológicos? Em sua opinião, esses benefícios superam os riscos?

10- O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos. Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompostos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera. De acordo com as ideias do texto acima,

- I. Os CFCs são nocivos aos seres vivos, pois impedem a incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- II. A camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- III. A camada de ozônio na estratosfera tem sido degradada devido às interações da radiação ultravioleta com os CFCs.
- IV. A camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera.

É correto apenas o que se afirma em

- a) I e IV.
- b) I, II.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV

Faça um esboço do espectro eletromagnético em ordem crescente de frequência. Classifique as radiações em partes ionizante e não ionizante, depois cite uma característica ou aplicação de cada faixa do espectro.

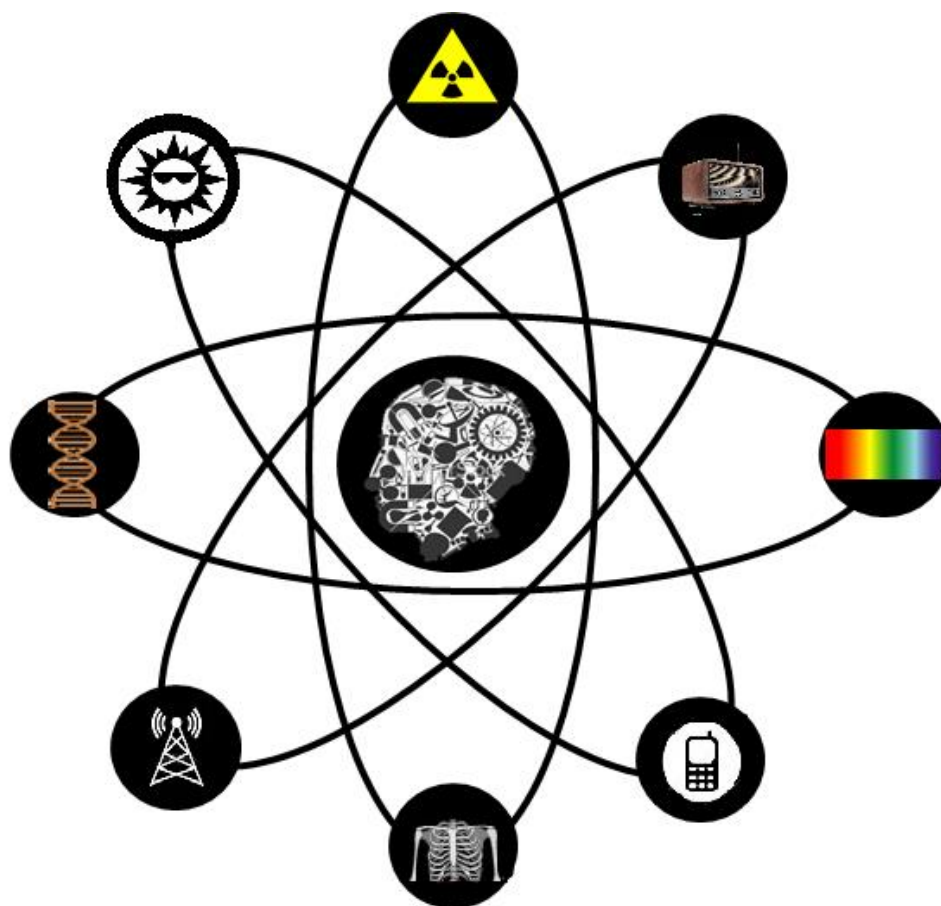
APÊNDICE B



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO



APOSTILA DO ALUNO

AUTORA: ALICE LUBANCO LEAL BARROS

APRESENTAÇÃO

Um estudante acorda cedo em uma manhã de domingo ensolarado. Ao ver a luz do sol entrando pela janela de seu quarto e, percebendo que o dia será quente, logo pensa na possibilidade de ir à praia. O mesmo levanta, prepara a cafeteira, esquentando o pão em um forno de micro-ondas e busca na internet as condições climáticas do dia para saber se realmente “vai dar praia”.

A narrativa acima expressa uma situação do dia a dia possível de acontecer com qualquer um. A respeito dela, faz-se o seguinte questionamento: Nessa descrição, aonde aparece o conceito de radiações ou alguma forma de sua manifestação? A resposta a esta pergunta é obtida observando que: oriundos do Sol tem-se luz visível, radiação infravermelha (calor) e radiação ultravioleta; radiação é produzida no interior de um forno de micro-ondas; radiação infravermelha é emitida na torradeira e ondas de rádio na transmissão do sinal de internet. Em todos esses exemplos aparece o conceito de radiações eletromagnéticas.

As questões que surgem quando pensamos em radiações eletromagnéticas são muitas, mas podemos destacar as seguintes:

- Quais são os tipos de radiações, como são geradas e quais as suas diferenças?
- As radiações podem prejudicar a nossa saúde?
- Elas podem nos ajudar no tratamento de doenças?
- Qual a relação entre a radioatividade e radiação?
- Como funciona a transmissão de informações pela internet?

Este material tem o intuito de trazer elementos para que vocês possam compreender e reconhecer os diferentes tipos de radiação, as principais características, a maneira de sua interação com a matéria e os benefícios e prejuízos que ela pode trazer para a nossa vida cotidiana, de modo que possam pensar criticamente sobre o assunto e entender um pouco das tecnologias que utilizam desta forma de energia.

Para isso, os conteúdos serão abordados por meio de Casos com enfoque em Ciência Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), textos, experimentos e discussões, com o objetivo de tornar mais efetiva a aprendizagem dos conceitos físicos.

Espera-se que com o uso dessa abordagem, adquiram um olhar crítico em relação a realidade em que vivem e desenvolvam uma atitude social responsável a partir de questionamentos interligados ao seu cotidiano e a capacidade de tomada de decisão.

Aulas 1 e 2: Conhecimentos prévios

A aula de hoje tem por objetivo obter dados acerca de suas concepções prévias e, a partir do conhecimento dessas concepções, desafiá-lo à construção de novos conhecimentos. Posteriormente será feito um levantamento e a comparação dos seus conhecimentos no início e no final do curso.

Não se preocupe, pois isso *não* constitui uma avaliação!!

Atividade 1 – Mapa conceitual (Atividade individual)

De um modo geral, mapas conceituais, “são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2012, p.1)²³.

Para construir um mapa conceitual e após as explicações e exemplos dados em sala de aula, siga as dicas abaixo:

1. *Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista.*
2. *Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama.*
3. *Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.*
4. *Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.*
5. *Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial.*

A seguir, elabore um mapa conceitual, em uma folha separada, utilizando o maior número possível de palavras do quadro abaixo.

Obs: Você pode acrescentar palavras que julgue estar no contexto.

Ondas	Ondas eletromagnéticas	Micro-ondas	Vácuo	Meio material
Ondas mecânicas	Ultravioleta	Raio X	Raios Gama	Luz visível
Infravermelho	Som	Tv	Cores	Sol
Rádio	Exames médicos	Transporte de energia	Interação com a matéria	Celular
Telecomunicações	Espectro eletromagnético			

²³ MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre: 2012.

Atividade 2: Estudo de Caso: Rádio Comunitária (Grupo)

Leia o texto abaixo e discuta com seu grupo as respostas dos questionários que o segue. Em seguida destaque-a e entregue ao professor.



Rádio Comunitária

João, um estudante do curso técnico de telecomunicações do IFF Campos, em uma aula de sistemas de rádio e televisão, descobriu a existência das rádios comunitárias e dos benefícios que ela pode trazer para a comunidade, com notícias de interesse local.

Muito motivado como o fato, ele chegou em casa, no bairro de Guarus, e logo foi contar para sua mãe que gostaria de montar uma rádio para colocar em prática os conhecimentos que estava adquirindo no curso. Ao mesmo tempo, ele também tinha o objetivo de ajudar a comunidade de seu bairro com informações, notícias e entretenimento, pois sentia que as outras rádios da cidade tinham um viés mercantilista e acabavam não dando ênfase aos acontecimentos da região.

Sua mãe logo lhe questionou:

— João, seria muito legal ter uma rádio assim aqui no bairro, mas eu já assisti a uma reportagem falando que essas ondas de rádio são perigosas e podem ocasionar acidentes aéreos. Nós moramos perto do aeroporto, não seria perigoso?

Assustado com a informação, João respondeu:

— Mãe, meu professor não falou nada disso. Inclusive, ele informou que várias informações são transmitidas da mesma forma que as ondas rádio como, por exemplo, sinais de TV, de telefonia celular, de internet, etc...

— Sendo assim fico mais preocupada ainda. Se existem tantas ondas assim se propagando no ar, será que elas podem fazer mal à nossa saúde?

— Não sei dizer até que ponto elas podem ser prejudiciais. Amanhã, na aula, perguntarei ao professor e te respondo.

No dia seguinte, João perguntou ao professor Carlos:

— Professor, fiquei muito entusiasmado com a aula de ontem, quando você falou das rádios comunitárias e até pensei em montar uma desse tipo no meu bairro, mas minha mãe me fez algumas perguntas que eu não soube responder e gostaria que o senhor me ajudasse.

— Fico muito feliz com seu interesse e vou lhe ajudar no que precisar.

— As ondas utilizadas nas telecomunicações podem fazer mal? Além disso, é verdade que as ondas de rádio podem ocasionar acidentes aéreos?

— João, baseado nesses seus questionamentos irei preparar uma aula sobre ondas eletromagnéticas e suas características, na tentativa de lhe ajudar a resolver essas dúvidas. De qualquer forma, já posso te adiantar que, com relação às ondas de rádio, se você realmente tem interesse em montar uma rádio comunitária em seu bairro, fique atento à legislação para não utilizar uma faixa de frequência que não deve e, conseqüentemente, gerar interferência no sistema de comunicação do aeroporto Bartolomeu Lisandro, que é perto da sua casa. Na próxima aula, também vou explicar melhor como funcionam as emissoras de rádio regulares e a diferença delas para uma “rádio pirata”.

— Tudo bem, professor. Vou esperar a aula de semana que vem para entender melhor como funcionam essas ondas e o que mais preciso saber para montar minha rádio.

Imaginem que vocês são professores/amigos de João. Ajude-o a responder as questões que segue.

O que são ondas de rádio?

Como se dá a transmissão de um sinal de rádio?

Quais benefícios você acredita que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade?

Como ela poderia interferir na comunicação dos aeroportos?

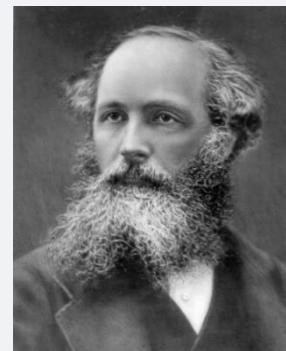
Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde.

Aulas 3 e 4: Conhecendo as ondas eletromagnéticas

Introdução²⁴

Até por volta de 1865, o eletromagnetismo e a óptica eram vistos como dois ramos separados na Física. Enquanto no eletromagnetismo se discutia os campos gerados por cargas em repouso e correntes elétricas, além do fenômeno da indução eletromagnética (Lei de Faraday), em que o fluxo de um campo magnético variável no tempo gera um campo elétrico induzido, a óptica tratava de explicar a propagação da luz sem se preocupar com sua origem. Foi então que na segunda metade do século XIX o Físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) demonstrou teoricamente que cargas elétricas oscilantes (aceleradas) emitem radiação eletromagnética e que essa energia poderia se propagar até mesmo no vácuo, além de apresentar propriedades ondulatórias como reflexão, refração, difração, interferência e transporte de energia. Ele organizou esses conhecimentos, sintetizando-os em um conjunto de quatro equações, hoje denominadas de “equações de Maxwell”. Estas mostram a dependência entre o campo elétrico e o campo magnético, evidenciando que variações no tempo em um provocam o aparecimento do outro resultando na produção de uma onda composta por campos elétricos e magnéticos.

A essas ondas, Maxwell deu o nome de ondas eletromagnéticas. Ele também foi capaz de calcular a



**James Clerk Maxwell
(1831-1879)**

James Clerk Maxwell (1831-1879) foi um físico e matemático escocês. Estabeleceu a relação entre eletricidade, magnetismo e luz.

Suas equações foram a chave para a construção do primeiro transmissor e receptor de rádio, para compreensão do radar e das micro-ondas. Maxwell deu também contribuições importantes a outros campos da Física, entre elas um estudo da percepção das cores pela nossa visão (produziu uma das primeiras fotografias coloridas) e uma teoria sobre os anéis de Saturno.

Morreu prematuramente em 1879, aos 48 anos, vítima de um câncer abdominal.

Fonte: <https://www.ebiografia.com/james_clerk_maxwell/>
Acesso em 10 de outubro de 2017.

²⁴ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

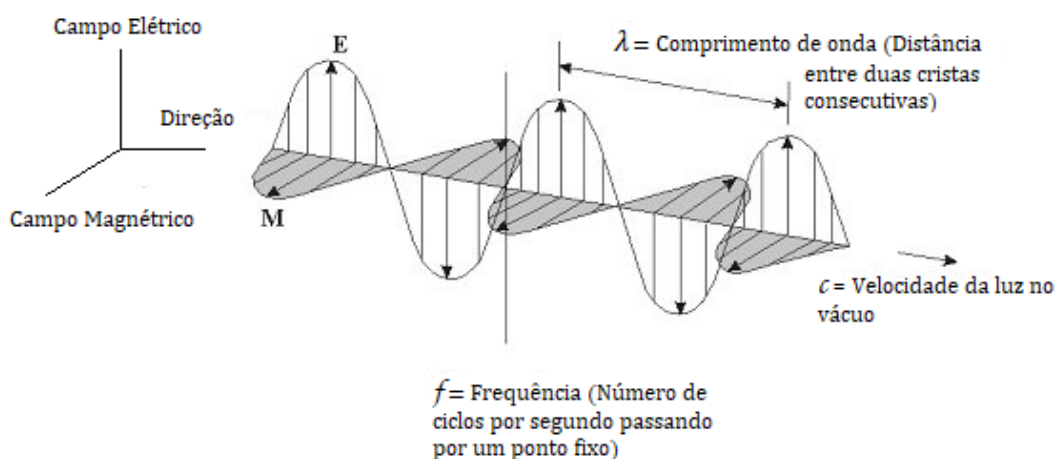
velocidade dessas ondas no vácuo e o resultado obtido foi idêntico ao valor experimental da velocidade de propagação da luz no vácuo (que é usualmente representada por c) (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 141-143).

A saber: $c = 3.10^8 m/s$

A comprovação experimental das ondas eletromagnéticas foi realizada pelo físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, em 1887, que, utilizando conceitos de oscilações eletromagnéticas e ressonância, conseguiu gerar e detectar experimentalmente ondas eletromagnéticas (na faixa de frequência das ondas de rádio). Além disso, Hertz conseguiu demonstrar experimentalmente que as ondas de rádio, assim como as ondas luminosas, podem ser refletidas refratadas e difratadas. A partir de então, abriu-se o caminho para a investigação desse campo promissor da ciência e da tecnologia.

A Figura 1 abaixo mostra uma representação esquemática das ondas eletromagnéticas, constituídas pela combinação de campos elétricos e magnéticos induzidos, variáveis no tempo e são perpendiculares entre si e à direção de propagação (onda transversal). Pode-se produzir ondas eletromagnéticas pondo uma carga elétrica oscilar em uma região do espaço: surgirá um campo elétrico variável, por sua vez induzirá um campo magnético variável, e assim sucessivamente. Esses campos, gerando-se sequencial e alternadamente, constituirão as ondas eletromagnéticas.

Figura 1- Onda eletromagnética.

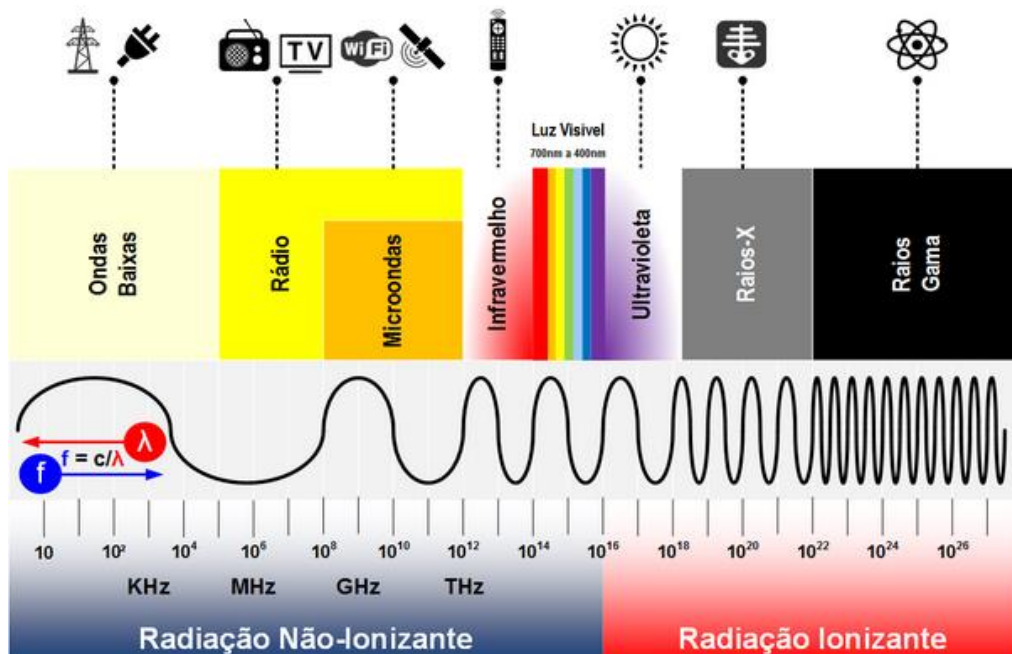


O espectro eletromagnético

Algumas décadas depois da descoberta de Maxwell, as ondas eletromagnéticas passaram a ser produzidas com as mais diversas formas, que variavam de acordo com sua frequência - f (ou com seu comprimento de onda - λ). Essas ondas foram divididas em faixas de frequências que possuem diferentes aplicabilidades. O conjunto de todos os tipos de ondas eletromagnéticas é chamado de espectro eletromagnético.

A Figura 2 mostra a classificação do espectro eletromagnético em ordem crescente de frequência, a saber: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

Figura 2 – O espectro eletromagnético



Fonte: BRITO, Samuel. O espectro eletromagnético na natureza. Disponível em: <<http://labcisco.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Sabendo que para as ondas eletromagnéticas também vale a equação fundamental das ondas, a saber:

$$v = \lambda \cdot f, \quad (\text{m/s})$$

é possível determinar a relação entre a frequência e o comprimento de onda de cada faixa.

Sendo:

v = velocidade

λ = comprimento de onda - (distância entre pontos que estejam em fase (executando o mesmo movimento) e sejam consecutivos, como por exemplo, duas cristas (pontos de máximo) ou dois vales (pontos de mínimo) consecutivos.)

f = frequência - (número de oscilações por intervalo de tempo).

Como a velocidade de propagação dessas ondas no vácuo é constante, quanto maior a frequência da onda, menor será seu comprimento de onda, ou seja, frequência e comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais.

Exemplo: Uma emissora de rádio transmite na frequência de 6,1 MHz. Para que uma pessoa sintonize essa emissora, ela necessita de um receptor de ondas curtas. Qual o valor do comprimento de onda em que esse receptor deve operar para sintonizar a emissora? Considere a velocidade da luz no ar igual a $3 \cdot 10^8$ m/s.

Dados: $v = 3 \cdot 10^8$ m/s

$$v = \lambda \cdot f \quad f = 6,1 \text{ MHz} = 6,1 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$\frac{3 \cdot 10^8}{6,1 \cdot 10^6} = \lambda$$

$$\lambda = 50\text{m}$$

O espectro eletromagnético é dividido por faixas de frequências que correspondem a determinada radiação (ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama). Essas faixas são agrupadas em radiações **não-ionizantes** e **ionizantes**. As não-ionizantes são incapazes de ionizar átomos e moléculas e com isso não representam um risco à saúde, são elas: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho e luz visível. Por outro lado, as radiações ionizantes são capazes de ionizar átomos e moléculas ao interagir com a matéria e, portanto, podem representar risco aos seres humanos quando os mesmos são expostos de maneira indevida a estas, a saber: ultravioleta, raios X e raios gama.

Cada faixa de frequência é utilizada para diversas aplicações tecnológicas como, por exemplo, no transporte de informações, em exames de diagnósticos médicos, etc. Essas

aplicações estão distribuídas por praticamente todo o espectro eletromagnético, desde as frequências mais baixas até as mais altas.

Na próxima aula discutiremos mais detalhadamente os tipos de ondas eletromagnéticas, como são geradas, utilizadas e detectadas.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1- Como pode-se produzir ondas eletromagnéticas?

2- Qual a característica que permite diferenciar uma onda eletromagnética da outra?

3- Consultando a figura do espectro eletromagnético da primeira página deste texto, responda:

a) Qual das seguintes radiações possui a maior frequência: a ultravioleta ou a infravermelha?

b) Qual das seguintes radiações possui o maior comprimento de onda: os raios X ou as ondas de rádio?

4- Sobre as ondas eletromagnéticas são feitas as afirmações:

I. Ondas eletromagnéticas são ondas longitudinais que se propagam no vácuo com velocidade constante $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

II. Variações no campo magnético produzem campos elétricos variáveis que, por sua vez, produzem campos magnéticos também dependentes do tempo e assim por diante, permitindo que energia e informações sejam transmitidas a grandes distâncias.

III. São exemplos de ondas eletromagnéticas muito frequentes no cotidiano: ondas de rádio, sonoras, micro-ondas e raios X.

Está correto o que se afirma em:

a) I, apenas.

b) II, apenas.

c) I e II, apenas.

Aulas 5 e 6: Sinais nas telecomunicações²⁵

Rádio, TV, telefone e computador (com internet), são exemplos de aparelhos que utilizamos para estabelecer uma comunicação.

Um aspecto interessante nesses diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz o uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço. Nos casos em que não há a utilização de fios, as informações são transmitidas por “antenas” que permitem que a mensagem seja enviada a outras antenas receptoras que a recebe e transforma o sinal recebido em informação novamente. Tais antenas podem ser internas, externas, coletivas, parabólicas, dentre outros tipos.

Nas comunicações internacionais, seja por telefone ou TV, além das antenas locais se faz o uso dos satélites artificiais que recebem as mensagens e retransmitem para a Terra aos locais onde se encontram as antenas das estações.

De que maneira são transportadas essas informações?²⁶

Elas são transportadas de um lugar a outro por meio de ondas eletromagnéticas, sendo na maioria das vezes pelas chamadas de *radiofrequências* (RF) que incluem as ondas de rádio e as micro-ondas.

A parte das RF do espectro eletromagnético ocupa as frequências entre os 3kHz e os 300GHz e tem como aplicação principal a área das telecomunicações como, a difusão de rádio e televisão, os sistemas de comunicações móveis, os sistemas de comunicação das forças militares e de segurança, e as comunicações por satélite. Elas também são utilizadas em radares, nos fornos micro-ondas, em sistemas de aquecimento industrial, ou na medicina, entre outros.

Ondas de rádio²⁷

²⁵ GREF. Eletromagnetismo. Disponível em: < <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

²⁶ ANATEL. Ondas eletromagnéticas. Disponível em: < <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNivelDois.do?org.apache.struts.taglib.html.>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

²⁷ BRAIN, Marshall. Como funcionam as ondas de rádio. Disponível em: < <http://doradioamad.dominiotemporario.com/doc/COMO%20FUNCIONA%20A%20ONDA%20DE%20RADIO.pdf>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

Ondas de rádio são ondas eletromagnéticas com frequências muito baixas, entre 10^2 Hz e 10^7 Hz, que podem ser geradas pelo movimento oscilatório de elétrons em uma antena transmissora submetida a uma corrente elétrica alternada. Elas são usadas para comunicação entre dois pontos não conectados por um meio material. Quando essas ondas são captadas por uma antena receptora nela é induzida uma pequena força eletromotriz alternada e, conseqüentemente, uma corrente alternada (com as características do sinal original) que é então amplificada e as informações contidas nas ondas são recuperadas na forma de som e/ou imagem.

Figura 3- a) Rádio



(a) Fonte: <<http://www.trapemix.com.br/radio-retro-teac-sld-920-vermelho-cd-usb-play-rec-aux-sistema-de-audio.html>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

(b) Televisão



(b) Fonte: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAek3QAB/cristais-liquidos>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

Embora as ondas de rádio sejam invisíveis e completamente indetectáveis pelos humanos, elas mudaram totalmente a sociedade. Um aspecto interessante acerca das ondas de rádio é que cada tecnologia *wireless* tem a sua faixa de banda disponível. Existem centenas delas. Por exemplo:

- controle remoto de garagens, sistemas de alarmes, etc: em torno de 40 MHz;
- carros de controle remoto: em torno de 75 MHz;
- telefones celulares: 824 a 849 MHz;
- radar de controle de tráfego aéreo: 960 a 1,215 MHz;
- sistema de posicionamento global (GPS): 1,227 e 1,575 MHz.

Atualmente, todas as emissoras utilizam ondas para transmitir informação (áudio, vídeo, dados). Se houvesse como vê-las, você descobriria que há literalmente milhares de ondas de rádio diferentes ao seu redor neste momento: transmissões de TV, transmissões de rádio AM e FM, rádios da polícia e dos bombeiros, transmissões de TV por satélite, conversas

por celular, sinais de GPS e assim por diante. Cada sinal de rádio usa uma frequência diferente e é, dessa forma, que os sinais são todos separados.

No Brasil, a atribuição, a destinação e a distribuição das faixas de frequência são regulamentadas pela Agência Nacional de telecomunicações (Anatel).

Comunicação por rádio²⁸

Desde a captação da voz pelo microfone no local onde se origina a estação de rádio até o alto-falante do aparelho receptor sintonizado nessa estação, várias etapas se sucedem. A tabela abaixo apresenta essas principais etapas e tece alguns comentários:

COMUNICAÇÃO POR RÁDIO	
ETAPA	DETALHAMENTOS
1. O som é produzido por algum instrumento sonoro como, por exemplo, a voz ou um instrumento musical alcança o microfone;	O som é um tipo de onda distinto da onda de rádio. Enquanto a onda de rádio é uma onda eletromagnética , o som é uma mecânica , que necessita de um meio material para se propagar. No caso de alguém falando em frente ao microfone, a onda sonora emitida por uma pessoa se propaga através de variações da pressão do ar até alcançar o microfone;
2. No microfone, ocorre a conversão do som em corrente elétrica de baixa frequência, denominado sinal de áudio;	Essa corrente de baixa frequência é a que possui as características do som original.
3. A estação produz uma corrente elétrica de alta frequência que é combinada com a corrente de baixa frequência;	Essa corrente de alta frequência é a que caracteriza a frequência da estação de rádio. Quando combinada com a corrente de baixa frequência, funciona como o meio de transporte do som original, sendo, por isso, denominada corrente portadora. Essa combinação de correntes é denominada modulação. Quando essa modulação altera a frequência da corrente portadora, ocorre a modulação em frequência (FM). Quando altera a amplitude, ocorre a modulação em amplitude (AM). As figuras a e b a seguir mostram o processo de modulação.
4. Essa corrente modulada, depois de amplificada, leva os elétrons livres da antena transmissora a se acelerarem na mesma frequência. Cargas elétricas aceleradas geram ondas denominadas eletromagnéticas . As ondas de rádio são ondas desse tipo.	As ondas eletromagnéticas, ao contrário das ondas mecânicas, não necessitam de meio material para se propagarem. Depois de geradas na antena, essas ondas se propagam pelo espaço.
5. Na antena do aparelho receptor, a onda de rádio é captada até ser convertida em onda sonora pelo alto-falante.	O processo que ocorre no aparelho receptor de ondas de rádio, o rádio, é basicamente o inverso das etapas descritas acima. Se o receptor estiver sintonizado na mesma frequência que a da onda de rádio que transmite o sinal da estação, a onda é convertida em corrente elétrica. No detector, transforma-se em sinal de áudio que, por sua vez, provoca a vibração do diafragma do alto-falante, sendo convertido em onda sonora.

²⁸ BEMFEITO, Ana Paula; VIANNA, Deise Miranda. Investigações sobre ondas de rádio no ensino médio. Disponível em: < http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2009snef/DeiseT0719-1.pdf > Acesso em 12 de outubro de 2017.

Efeitos biológicos das radiofrequências²⁹

Em se tratando de uma faixa de frequências em que a radiação eletromagnética é não ionizante, é de senso comum que a exposição esporádica à RF e micro-ondas de baixa intensidade, não acarretam riscos à saúde dos seres vivos. O efeito mais conhecido e comprovado cientificamente da interação destas ondas com o corpo humano é o térmico.

As RF interagem com as moléculas dos sistemas biológicos podendo ocasionar um aumento das vibrações nas moléculas, conseqüentemente, o aumento da temperatura do sistema. No entanto, tais efeitos dificilmente são percebidos em se tratando de RF de baixa intensidade. Talvez em regiões com alta densidade de antenas pode ser observado algum efeito adicional nos seres vivos. Na região próxima a grandes antenas da Avenida Paulista, por exemplo, a intensidade média dessa faixa de radiação eletromagnética fica em torno de $0,34 \text{ mW/cm}^2$ – nível cinquenta e seis vezes superior à média da cidade. Por outro lado, ainda não existem valores conclusivos para os padrões de segurança para as RF. Nos Estados Unidos e no Canadá adota-se o padrão de $1,0 \text{ mW/cm}^2$.

Por outro lado, o uso abusivo de telefones celulares (micro-ondas) por boa parte das pessoas tem contribuído fortemente para reacender a polêmica sobre os efeitos biológicos das RF e micro-ondas, principalmente pela proliferação de suas antenas instaladas nas Estações Rádio-Base (ERB), cada vez mais abrangentes.

Interferência de ondas de rádios em aeronaves³⁰

A acusação:

Muito se tem falado sobre a interferência de sinais eletromagnéticos emitidos por emissoras "piratas" sobre outros sistemas de comunicação. Elas interfeririam na comunicação da torre de controle com as aeronaves, nos sistemas privados, nas centrais com ambulâncias e veículos da polícia.

Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT), fazem campanha sistemática contra tais emissoras alertando a população para o risco de acidentes e solicitando que denuncie sua existência. Segundo a ABERT, uma emissora clandestina de baixa potência pode provocar a queda de aviões. Isto é possível?

²⁹ ELBERN, Alwin. Radiações não-ionizantes: conceitos, riscos e normas. Pró Rad. p. 1-33. [s. d.]. Disponível em: <<http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/rni.pdf>> Acesso em: 18 de julho de 2013.

³⁰ LUZ, Dioclécio. Interferência de emissoras em aeronaves. Disponível em: <http://muda.radiolivresite.org/sites/muda/site/site_antigo/interfer.htm> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

A técnica:

Um aparelho transmissor emite ondas eletromagnéticas que são captadas por um ou outro aparelho de rádio (receptor). A emissão (ou transmissão) é feita em determinada frequência de ondas. A frequência caracteriza a transmissão como sendo de Ondas Médias (AM), Frequência Modulada (FM), Ondas Curtas (OC), Sons e imagens (televisão). Além destes meios de comunicação mais popularizados há, por exemplo, transmissores para a comunicação entre o sistema hospitalar e as ambulâncias, no policiamento, no sistema da marinha, fazendo a ligação da torre de controle do aeroporto e as aeronaves. Em suma, no ar existe um emaranhado de transmissões eletromagnéticas simultâneas.

A confusão não se estabelece porque cada sistema de comunicação opera em faixas diferentes. Para sintonizar uma emissora AM, o interessado liga seu rádio comum e vai localizá-la na faixa precisa. Para sintonizar uma FM, deve-se procurar na faixa de 88 a 108 MHz (Mega Hertz). Os sinais de televisões também estão numa determinada faixa. Para captar os sinais de uma central de polícia a pessoa deve ter um aparelho especial que capte na faixa que ela transmite, digamos, em termos fictícios (porque é Questão de segurança), acima de 500 MHz.

Como cada um destes sistemas operam em faixas diferentes, a princípio não há possibilidade da pessoa captar no seu rádio comum uma conversa da central de polícia com o carro-patrolha, ou a comunicação entre dois barcos da marinha, ou simultaneamente uma FM e uma AM. Isto só ocorrerá se houver problemas na transmissão.

Rádio FM:

As emissoras em Frequência Modulada (FM) se disseminaram porque têm como vantagens: o baixo custo dos equipamentos e uma boa qualidade sonora.

Dois elementos são fundamentais para entender a Questão técnica: a frequência e a potência da emissora. A Frequência, medida em Hertz, é, na verdade, uma identificação da propagação da onda eletromagnética. A faixa de Frequência Modulada, FM, vai de 88 a 108 MHz, é o que está no dial dos aparelhos de rádio. Por isso não adianta montar uma emissora de rádio FM para transmitir em 110 MHz. Ninguém vai escutar esta rádio porque ela não está no dial. Por outro lado, a principal característica do transmissor que influencia no alcance do sinal é a sua potência (medida em Watts), que expressa a quantidade de energia que é transmitida por unidade na forma de radiação eletromagnética. A princípio (porque há outros elementos a se levar em conta), quanto maior a potência maior o alcance.

As aeronaves:

Acima da faixa de FM, funciona o Serviço Móvel Aeronáutico, SMA, que é de uso exclusivo do sistema aeronáutico. O SMA vai de 108 a 132 MHz. Isto é, as aeronaves utilizam uma faixa acima de 108 Mhz. Portanto, uma rádio que opere na sua faixa de FM, isto é de 88 a 108 Mhz, a princípio, não tem como interferir nos serviços da Aeronáutica. Na verdade, não é interessante para nenhuma rádio enviar um sinal que está fora da faixa de captação popular.

Existe, porém, a possibilidade de um sinal de rádio FM ser captado acima de 108 Mhz, por uma aeronave. Se o equipamento de transmissão não está calibrado ou se é de má qualidade, a transmissão vai lançar sinais com frequência além de 108 MHz, onde funciona o serviço da aeronáutica. Não importa se é rádio comunitária ou comercial, se é clandestina ou legalizada, se a mesma operar com um equipamento de transmissão não ajustado ela pode enviar sinais para o Sistema Móvel Aeronáutico.

Em resumo:

As possibilidades de uma emissora comunitária, comercial ou clandestina interferir numa aeronave são:

- 1) estar instalada nas proximidades de um aeroporto;
- 2) operar nos extremos da faixa (perto de 88 ou de 108 MHz);
- 3) operar com equipamentos não ajustados;
- 4) atuar com potência elevada.

Legislação para transmissão de sinais de rádio comunitária³¹

O Brasil chegou a figurar como o único país da América do Sul sem uma legislação para rádios de baixa potência, o que finalmente veio a ocorrer em dezembro de 1996, através do Projeto- de - Lei 1.521, o qual gerou muita polêmica, mas deu origem a Lei 9.612, de 19 de fevereiro de 1998. Ela instituiu o Serviço de Radiodifusão Comunitária, sonora, em frequência modulada, a qual permite uma potência de no máximo 25 Watts e antena não superior a trinta metros.

Segundo a Anatel, a **Radiodifusão Comunitária (RadCom)** é a modalidade de serviço de radiodifusão sonora em FM operado em baixa potência e com cobertura restrita,

³¹ PERUZZO, Cíclia M. K. Participação nas rádios comunitárias no Brasil. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/peruzzo-cicilia-radio-comunitaria-br.html#foot1500>> Acesso em 14 de outubro de 2017.

outorgado a fundações e associações comunitárias, sem fins lucrativos, com sede na localidade de prestação do serviço. Ela estabelece, no seu artigo 4º, que a programação das emissoras de radiodifusão comunitária deverá obedecer aos seguintes princípios:

- a) preferência a finalidades educativas, artísticas, culturais e informativas em benefício do desenvolvimento geral da comunidade;
- b) promoção das atividades artísticas e jornalísticas na comunidade e da integração dos membros da comunidade atendida;
- c) respeito dos valores éticos e sociais da pessoa e da família, favorecendo a integração dos membros da comunidade atendida;
- d) não discriminação de raça, religião, sexo, preferências sexuais, convicções político-ideológico-partidárias e condição social nas relações comunitárias.

A programação deverá ser acompanhada e fiscalizada no sentido de verificar sua adequação aos interesses da comunidade e aos princípios da lei, por um Conselho Comunitário, composto de, no mínimo, cinco pessoas representantes de entidades da comunidade local, tais como associações de classe, beneméritas, religiosas ou de moradores legalmente constituídas.

Importância das rádios comunitárias para a comunidade³²

A rádio comunitária ajuda a conservar a tradição, os valores, os costumes locais, incluindo a tradição oral. A oralidade do rádio proporciona que os costumes, valores, ideias e até folclores locais continuem sendo um conteúdo de divulgação por meio da oralidade tradicional em plena era da escrita e da imagem em que se vive hoje. Dentre todos os benefícios das rádios comunitárias, segundo os voluntários que as mantêm, nenhum é tão importante quanto ao que eles chamam de “democratização da informação”. Diversos comunicadores integrados à radiodifusão comunitária foram ouvidos e eles enumeraram como razão primordial para a existência de tais emissoras o ato de democratizar a informação. Eles acreditam que a informação está privatizada, que só a possui quem pode pagar por ela,

³² MAZONI, Alan et. al. Rádio Pirata. EDM0425 - Metodologia do Ensino de Física I. Instituto de Física da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2017. Disponível em: < <http://sites.usp.br/nupic/radio-pirata/>> Acesso em: 13 de setembro de 2017.

transformando o público em consumidor de conteúdo informativo. E, uma vez que podem pagar por ela, só terão as informações que os beneficiarão direta ou indiretamente. Em contrapartida, uma vez que a informação se transformou em mercadoria numa sociedade capitalista, eles acreditam que o conteúdo informativo que realmente interessa ao cidadão comum não pode vir – e nem virá – pelas “artérias” das mídias corporativas, cujo objetivo final é o lucro. Por essas e outras, o “homem comum” não se sente representado na mídia convencional. Para tais cidadãos, a mídia tradicional e capitalista tem status (elite), cor (branca) e partido político (direita).

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1- Como as informações são transmitidas por sinal de rádio?

2- Cite 4 equipamentos que utilizam ondas de rádio em seu funcionamento.

3- Cite 2 componentes de um rádio e diga para que servem.

4- O que uma rádio comunitária poderia trazer de informação para a comunidade de vocês que as rádios comerciais não trazem?

5- Vocês denunciariam uma rádio pirata? Por que?

Baseado no trailer do filme “**Uma onda no ar**” responda as perguntas abaixo.

7- Por que garotos do filme queriam ter sua própria rádio?

8- Quais os procedimentos que eles devem fazer para ter uma rádio comunitária?

9- Se vocês fossem fazer uma rádio comunitária, o que ela teria de diferencial?

Aulas 7 e 8: Micro-ondas e Infravermelho**Micro-ondas³³**

As micro-ondas são ondas eletromagnéticas com comprimentos de ondas na faixa entre 1 m e 1 mm que também são empregadas para transportar informações de sistemas de telefonia celular e de televisão. Sua vantagem sobre as ondas de rádio é que elas conseguem transportar mais informações, já que a quantidade de informações transmitidas é proporcional à frequência e as micro-ondas possuem frequência maior do que as ondas de rádio. A grande desvantagem das micro-ondas é que o sinal não pode ser captado a grandes distâncias, pois elas não sofrem reflexão na ionosfera (como é o caso das ondas curtas de rádio), e por isso precisam de antenas receptoras posicionadas em locais altos e separadas por, no máximo, 40 km, ou o uso de satélites de comunicação que funcionem como estações repetidoras para que possam ser captadas além da linha do horizonte.

Outra forma de utilização das micro-ondas disponível hoje em dia é o forno de micro-ondas, que utiliza a radiação de um dispositivo eletrônico – magnetron – gerador de micro-ondas. As mesmas são direcionadas para uma câmara de cozimento com paredes metálicas que as refletem completamente até serem absorvidas pelo alimento em preparação.

Figura 4- Forno micro-ondas

Fonte: Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/forno-microondas.htm>> Acesso em: 10 de outubro de 2017

³³ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

Efeitos biológicos das micro-ondas³⁴

No que se refere à faixa das micro-ondas o efeito biológico é basicamente térmico e se deve a interação entre essa radiação e as moléculas de água. Quando expostas à radiação de micro-ondas as moléculas de água (que são do tipo dipolo elétrico) giram com a mesma frequência dessa radiação colidindo umas com outras moléculas e o efeito resultante é o aumento da energia cinética dessas moléculas caracterizando macroscopicamente a elevação da temperatura – esse é o princípio fundamental do aquecimento de alimentos em um forno de micro-ondas. Por este motivo os olhos e outros órgãos com grande concentração de líquidos devem ser menos expostos a essas radiações. Nesse sentido, não é aconselhado olhar diretamente para o interior de um forno de micro-ondas em funcionamento, pois a radiação eletromagnética emitida pelo aparelho ao interagir com os tecidos do olho pode ocasionar, dentre outros efeitos, a opacidade do cristalino (Catarata).

Infravermelho

O infravermelho é um tipo de radiação eletromagnética que apresenta frequência menor que a da luz vermelha e, por isso, não está dentro do espectro eletromagnético visível. Por esse motivo, essa radiação não pode ser percebida pelo olho humano. O infravermelho possui comprimento de onda entre 1 μm e 1 mm e não é uma radiação ionizante, ou seja, não oferece riscos à saúde humana.

A radiação infravermelha tem origem na vibração molecular, que gera oscilações nas cargas elétricas constituintes dos átomos e provoca a emissão de radiação, por isso, esse tipo de radiação está associada ao calor. Um exemplo disso é que, ao colocar a mão nas proximidades de uma chapa de ferro quente, é possível sentir o calor. Isso ocorre por causa da recepção do corpo às ondas de infravermelho produzidas pelo corpo aquecido.

³⁴ MARTINS, Ronaldo de Andrade. Efeitos no corpo humano provocado por radiações eletromagnéticas emitidas por estações de comunicações celulares. *Davinci*, Ano IV, n. 35, outubro. 2002. Disponível em: <<http://www.ufrn.br/davinci/outubro/5.htm>> Acesso em: 22 de outubro de 2017.

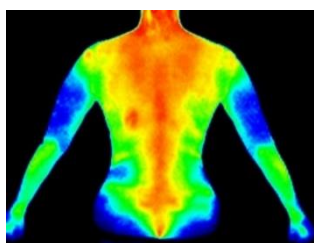
Descoberta³⁵

A radiação infravermelha foi descoberta pelo astrônomo Willian Herschel (1738-1822). Após repetir o experimento de dispersão da luz solar com a ajuda de um prisma, feito por Isaac Newton, Herschel procurava a cor que possui maior temperatura incidindo os feixes sobre o bulbo de um termômetro. A medir a temperatura, observou que a região de frequência um pouco menor que a da luz vermelha era a região mais quente. O nome infravermelho surgiu devido ao fato de a frequência da radiação ser menor que a frequência da luz vermelha, a qual, por sua vez, é a menor frequência captada pelo olho humano.



Algumas aplicações do infravermelho

1. Mísseis teleguiados são programados para seguir a radiação infravermelha das turbinas de aviões inimigos;
2. As fotografias térmicas são utilizadas na medicina para diagnosticar, por exemplo, a aterosclerose, já que devido ao bloqueio dos vasos sanguíneos a região fica mal irrigada apresenta menor temperatura.



3. Os controles remotos enviam as informações aos receptores por meio da radiação infravermelha;
4. Qualquer que seja a temperatura de um corpo, ele emite ondas na região do infravermelho. Animais como as cobras possuem sensores de infravermelho, assim, podem caçar suas presas mesmo no escuro.

³⁵ JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "O que é infravermelho?"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

EXERCÍCIOS

1- (Enem 2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. Sensores. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2- Ao andarmos próximo a um forno ligado podemos sentir o calor proveniente dele. Qual tipo de radiação está sendo emitida pelo forno nesse momento?

Atividade – Estudo de Caso.

Baseado no que você tem estudado até o momento e nos seus conhecimentos prévios leia e responda o Caso abaixo.

Essa atividade deverá ser realizada em pequenos grupos.



Energia solar

Gean, proprietário de uma fábrica de pão em Morro do Coco, assustado com o valor da conta de luz que terá de pagar nesse mês, pediu ajuda ao seu filho Sandro para pensarem em uma alternativa para diminuir o consumo.

Sandro, ao avaliar os equipamentos da fábrica percebeu que a estufa era mantida aquecida por resistores elétricos, o que consome muita energia. Ele logo lembrou de uma aula de Física em que aprendeu sobre energia renovável e pensou que uma alternativa possível seria a utilização de energia solar, já que na região tem grande incidência de Sol boa parte do ano.

Seu pai, sem entender muito sobre o assunto resolveu buscar informações com Lara, uma engenheira elétrica amiga da família.

— Lara, estou tendo dificuldade para pagar o alto valor de minha conta de luz e não estou encontrando alternativas para diminuição do consumo nas operações. Por isso, eu e meu filho pensamos em buscar fontes alternativas de energia. Ele me falou que uma opção é a energia solar. Você acha que é possível utilizar esse tipo de energia lá na fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito ser possível, respondeu Lara. Sandro já havia comentado comigo sobre a estufa e pensei na possibilidade de instalarmos painéis termo solares que captarão a energia proveniente dos raios de Sol e a transformarão em energia térmica.

— Mas tem como aproveitar o calor do Sol na estufa da fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito que sim. Temos que estudar as plantas da fábrica para tentarmos criar um mecanismo, mas já adianto que podemos avaliar duas possibilidades: Painéis termo solares e

fotovoltaicos. No caso da fábrica, vamos avaliar o mais viável, mas a utilização da energia termo solar em indústrias alimentícias tem crescido muito no Brasil. O investimento inicial é menor que de painéis fotovoltaicos e gera uma boa economia na conta de luz.

— É, acho que vou precisar de mais explicações para entender melhor o funcionamento desses painéis.

Agora é com vocês!

Respondam os questionamentos feitos por Gean, posteriormente a essa conversa.

1- Como que, a partir da luz, Gean poderá economizar energia elétrica?

2- Como funciona um painel termo solar?

3- Qualquer luz (cor) pode vir a gerar energia elétrica? Justifique sua resposta.

4- Quais as vantagens e desvantagens da utilização de energia Solar?

5- Quais os motivos que justificam a variação na bandeira tarifária na conta de luz?

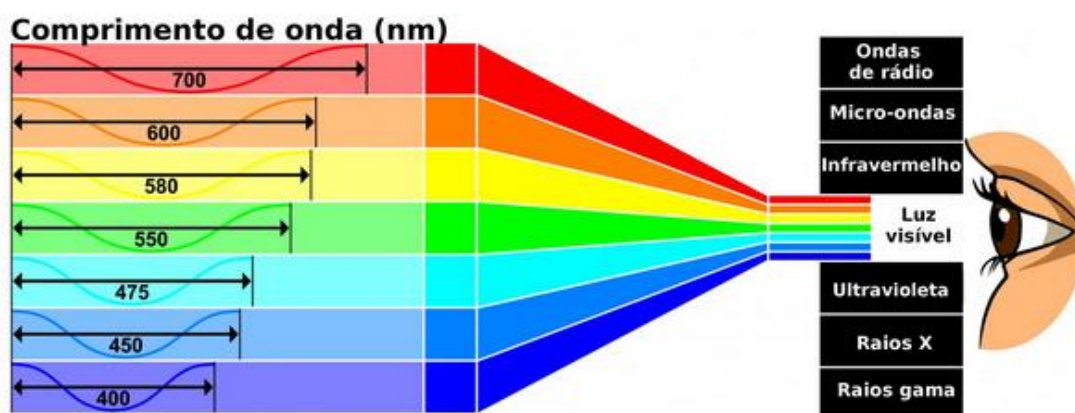
Aulas 9 e 10: Luz visível³⁶

A luz visível é a faixa do espectro eletromagnético perceptível a olho nu. Essas ondas, como qualquer outra radiação eletromagnética, são originadas por cargas elétricas oscilantes.

A luz é tão importante que originou o desenvolvimento de um ramo especial da Física aplicada: a Óptica. Esta ciência estuda os fenômenos relacionados à luz e à visão, incluindo também os instrumentos ópticos.

O espectro visível é composto pelas cores *vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta*, cujos comprimentos de onda variam entre 700 nm e 400 nm.

Figura 5- Luz visível



Fonte: JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "O que é infravermelho?". Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>>. Acesso em 18 de outubro de 2018.

Luz Mono e Policromática³⁷

De acordo com sua cor a luz pode ser classificada como **monocromática** ou **policromática**.

A **luz monocromática** é aquela composta de apenas uma cor, como a luz vermelha emitida por um laser, enquanto a **luz policromática** é composta por uma combinação de duas ou mais cores monocromáticas, como por exemplo, a luz branca emitida pelo Sol.

³⁶ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

³⁷ Disponível em: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php. Acesso em 22 de outubro de 2017.

Isaac Newton percebeu que a luz branca, ao atravessar um prisma de vidro, sofria dispersão e se decompunha nas cores do arco-íris, devido à diferença de frequência de cada cor que a compõe. Esse fenômeno ocorre em razão da dependência da velocidade da onda com a sua frequência. Quando a luz se propaga e muda de um meio para outro com um índice de refração diferente, as ondas de diferentes frequências tomam diversos ângulos na refração, assim sendo, surgem várias cores. Hoje em dia, é comum utilizar redes de difração (encontradas em CDs e DVDs) a fim de decompor o espectro visível da luz.

O processo contrário também é possível. Podemos, a partir das cores monocromáticas, formar a luz branca por meio do disco de Newton, que é uma experiência composta de um disco com as sete cores do espectro visível, que ao girar em alta velocidade, "recompõe" as cores monocromáticas, formando a cor policromática branca.

Figura 6- Disco de Newton



Fonte: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php

Cor de um corpo³⁸

Tudo o que se enxerga ou é produto de interação da radiação com os corpos ou a própria emissão de radiação por eles. Ao penetrar nos olhos essas ondas eletromagnéticas sensibilizam a retina e acabam desencadeando o mecanismo da visão. De fato, os olhos podem ser definidos como sensores de luz visível além de serem capazes de distinguir as cores.

Ao nosso redor é possível distinguir várias cores, principalmente quando estamos sob a luz do Sol, que é branca.

Esse fenômeno acontece, pois, quando é incidida luz branca sobre um corpo de cor verde, por exemplo, este absorve todas as outras cores do espectro visível, refletido de forma difusa apenas o verde, o que torna possível distinguir sua cor.

³⁸ Disponível em: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php. Acesso em 22 de outubro de 2017.

Por isso, um corpo de cor branca é aquele que reflete todas as cores, sem absorver nenhuma, enquanto um corpo de cor preta absorve todas as cores sobre ele incididas, sem refletir nenhuma, o que causa aquecimento.

O corpo de cor preta, ao absorver todas as cores esquenta mais, pois a energia luminosa é transformada em energia térmica, por isso em painéis termo solares costumam ser de cor preta para absorverem a maior quantidade de energia possível.

Energia solar³⁹

A energia solar incidente sobre a superfície da terra é superior a cerca de 10000 vezes a demanda bruta de energia atual da humanidade, porém sua baixa densidade (energia/área) e sua variação de acordo com a posição geográfica e temporal representam grandes desafios técnicos para sua utilização em larga escala. Com o intuito de aumentar o aproveitamento desse tipo de energia, diversas tecnologias vêm sendo estudadas, principalmente para a conversão fotovoltaica, a conversão térmica de energia.

A energia solar fotovoltaica constitui-se na conversão direta de energia luminosa em eletricidade, através de placas fotovoltaicas. Já a energia solar térmica constitui-se na conversão da energia luminosa em térmica seja para utilização imediata de aquecimento de água, processos industriais, etc, ou para a geração de eletricidade por meio de um processo termodinâmico (geração de vapor, etc).

Como funcionam os painéis solares térmicos

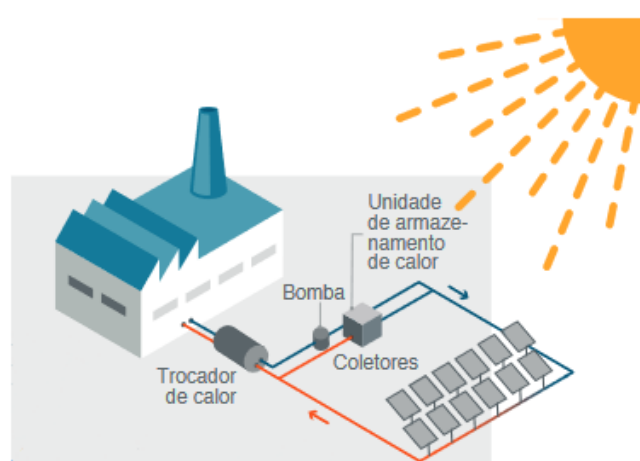
⁴⁰A base de funcionamento dos **painéis solares térmicos** é a utilização da luz solar para o aquecimento de água mais utilizada para aquecimento da água em banhos, para a lavagem das mãos, ou para o aquecimento interior da habitação. Este processo é centenário, mas os materiais modernos, e as técnicas atuais tornaram estes sistemas muito mais eficientes.

³⁹ GALDINO, M. A. E. et. al. O contexto das energias renováveis no Brasil. Revista da DIRENG. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Direng.pdf>>. Acesso em 19 de outubro de 2017.

⁴⁰ Como funcionam os painéis solares térmicos. Disponível em: <<http://www.paineissolaresfotovoltaicos.com/como-funcionam-os-paineis-solares-termicos/>> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

⁴¹Na indústria utiliza-se de um sistema conhecido como SHIP que é a abreviação de *Solar Heat for Industrial Processes* e descreve o sistema que fornece energia heliotérmica a uma fábrica. A radiação solar captada pela área de coletores aquece um fluido de processo e um trocador de calor transfere este calor a um sistema de abastecimento ou processo de produção de uma fábrica, por exemplo, água quente, fluxo de ar ou vapor. Tanto nos sistemas utilizados em fábricas, quanto nos de casas podem ser instalados unidades de armazenamento que possibilitam que o calor gerado seja utilizado durante a noite.

Figura 7- Usina que utiliza energia termosolar



Fonte: Solar Payback. Energia termosolar para indústria. Disponível em: <http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/news/file/20170624/energia_termossolar_para_a_industria_solar_payback_april_2017.pdf> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

Atividade em grupo:

- 1- Reunam-se em grupo, pesquisem e montem um disco de Newton com materiais diversos e tragam na próxima aula. Lembrem-se: use a criatividade e divirtam-se durante a montagem. Na próxima aula cada grupo apresentará o seu trabalho.
- 2- Pesquisem sobre o funcionamento, as vantagens e desvantagens da energia solar. Na próxima aula discutiremos sobre o assunto.

⁴¹ Solar Payback. Energia termosolar para indústria. Disponível em: <http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/news/file/2017-0624/energia_termossolar_para_a_industria_solar_payback_april_2017.pdf> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

EXERCÍCIOS

1- (Unesp) A luz visível é uma onda eletromagnética, que na natureza pode ser produzida de diversas maneiras. Uma delas é a bioluminescência, um fenômeno químico que ocorre no organismo de alguns seres vivos, como algumas espécies de peixes e alguns insetos, onde um pigmento chamado luciferino, em contato com o oxigênio e com uma enzima chamada luciferase, produz luzes de várias cores, como verde, amarela e vermelha. Isso é o que permite ao vaga-lume macho avisar, para a fêmea, que está chegando, e à fêmea indicar onde está, além de servir de instrumento de defesa ou de atração para presas.

As luzes verde, amarela e vermelha são consideradas ondas eletromagnéticas que, no vácuo, têm:

- a) os mesmos comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- b) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- c) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e iguais velocidades de propagação.
- d) os mesmos comprimentos de onda, as mesmas frequências e iguais velocidades de propagação.
- e) diferentes comprimentos de onda, as mesmas frequências e diferentes velocidades de propagação

2- Comparadas com a luz visível, as micro-ondas tem:

- a) velocidade de propagação menor no vácuo.
- b) fótons de energia maior.
- c) frequência menor.
- d) comprimento de onda igual.
- e) comprimento de onda menor.

Aulas 11 e 12: O Sol e suas radiações

Atividade - Estudo de Caso

Antes de iniciarmos a aula, formem pequenos grupos e, após a leitura do Caso, respondam as perguntas que o seguem.



Um dia de praia

Amanda entrou de férias após terminar as provas finais no Colégio Estadual Atilano Crisóstomo e foi passar o final de semana em Guarapari com a sua família. Ao chegar, logo pela manhã, foi direto para a praia, onde ficou até ao final da tarde.

Quando sua mãe a viu chegando em casa, toda vermelha, logo perguntou:

— Amanda, você está muito queimada. Esqueceu de usar protetor solar?

— Esqueci de levar, mas, a todo o momento que eu me sentia quente, entrava na água e me refrescava. Não entendi porque me queimei desse jeito. – Respondeu Amanda.

Sua mãe logo retrucou.

— Você está completamente equivocada, Amanda!

— Poxa, mãe, quando encosto em alguma coisa quente água gelada resolve. Porque com o Sol é diferente? E como é que o Sol pode queimar tanto se estamos tão longe dele? – Perguntou Amanda.

— Eu não sei a explicação detalhada, mas sempre é necessário utilizarmos protetor solar, principalmente entre as 10:00 h e às 16:00 h, pois nesse período ocorre a maior incidência dos raios UVB. – Respondeu sua mãe.

— UVB? O que é isso? Acho que a professora de Biologia já falou sobre isso quando explicava sobre a camada de ozônio. Tem alguma relação? – Perguntou Amanda.

— Tem sim, filha. UVB é uma faixa de radiação ultravioleta que é parcialmente filtrada pela camada de ozônio. Vi em uma reportagem que o Brasil faz parte do Protocolo de Montreal que vale desde 1987 e tem a adesão de 197 países que assumiram o compromisso de eliminar a geração e uso de substâncias nocivas à camada de ozônio que são encontrados, por exemplo, nos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado. Parece que o uso dessas

substâncias causa “buracos” na camada de ozônio, o que faz com que mais raios UVB nos atinjam e esses raios podem causar até câncer de pele.

— Nossa, que interessante! Eu não sabia que a radiação do Sol pode ser tão perigosa. Acho que vou ficar longe dele!!! Disse Amanda ao ouvir a sua mãe

— Não precisa tanto. Tomando as devidas precauções, tomar Sol até as 10:00 h e depois das 16:00 h faz bem à saúde.

— Hum... Vou pesquisar mais sobre o assunto para tentar entender melhor. De qualquer forma, a partir de agora sempre irei utilizar filtro solar quando eu ficar exposta ao Sol.

— Muito bem, minha filha!

Agora é com vocês. Pensem sobre o assunto e respondam as questões apresentadas abaixo.

Redija uma explicação de que forma o calor do Sol chega à Terra e diga como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol?

Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?

Quais efeitos (positivos e negativos) a exposição excessiva ao Sol pode causar?

Quais os tipos de radiação que são emitidas pelo Sol chegam até à Terra?

Quais as substâncias utilizadas na indústria de refrigeradores que afetam a camada de ozônio?

O que é o Protocolo de Montreal e quais efeitos ambientais a adesão a esse protocolo busca trazer?

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA⁴²

De toda a energia do Sol que chega à superfície da Terra, por volta de 9% corresponde à **radiação ultravioleta**. Trata-se de um tipo de radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 200 nm a 400 nm, inferior à faixa visível do espectro.

A radiação ultravioleta foi descoberta pelo físico Johann Wilhelm Ritter durante experimentos de fotoquímica, e concluiu que um tipo de luz “quimicamente mais poderosa”, invisível ao olho humano, devia situar-se além do extremo violeta do espectro eletromagnético (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 157).

A radiação ultravioleta (UV), é a mais energética entre as predominantemente emitidas pelo Sol, sendo classificada como radiação ionizante. Dentre as radiações emitidas pelo Sol, a UV é a mais perigosa para a vida na Terra e por isso é necessário nos protegermos dela. A camada de ozônio (O₃) atua como um escudo, impedindo que a maior parte da radiação ultravioleta alcance a superfície do planeta nos protegendo contra os malefícios provocados pela incidência desses raios.

A camada de ozônio começou a ganhar notoriedade a partir das descobertas dos cientistas F. Sherwood Rowland e Mário Molina em 1974, que suspeitavam que grandes quantidades de um composto estável CFC (Clorofluorcarbonos ou CFCI₃ e CF₂Cl₂, respectivamente Freón-11 e Freón-12 ou Halons), de alguma maneira estariam circulando na atmosfera, mais especificamente na estratosfera (acima dos 20 Km), criando condições para uma exposição à elevada radiação presente nestas altitudes, gerando assim, uma reação onde seria atacado o ozônio. Tal teoria foi batizada de “Ciclo Catalítico do cloro” e no meio informativo como teoria da destruição da camada de ozônio.

Reconhecendo as sérias implicações que a diminuição da camada de ozônio pode ter, várias nações admitiram a necessidade de diminuir drasticamente ou mesmo parar totalmente a produção de CFCs e outros poluentes atmosféricos. Em 1987 foi assinado pelos países mais industrializados um tratado – Protocolo de Montreal – em que se estabeleceram metas para a redução da produção de CFCs com o objetivo final da eliminação total do uso destas substâncias.

A radiação ultravioleta pode ser classificada em três tipos: UVA, UVB e UVC.

⁴² Radiação ultravioleta. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/radiacao-ultravioleta/>> . Acesso em 22 de outubro de 2017.

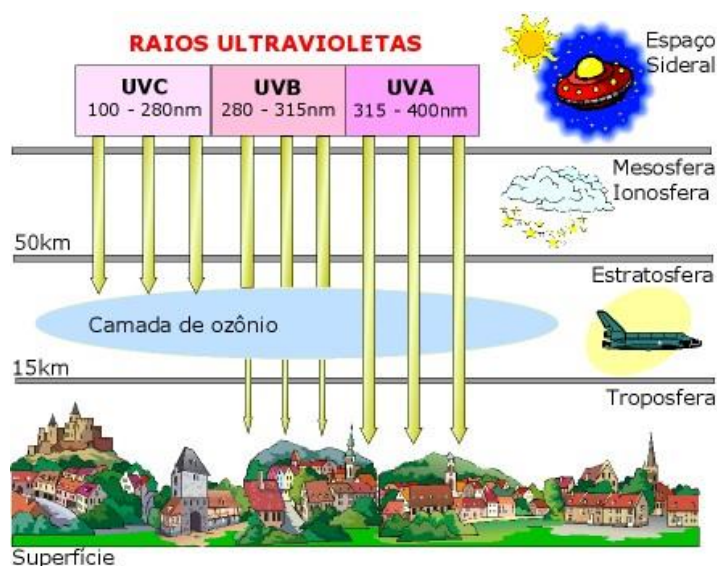


Os **raios UVA** não são absorvidos pela camada de ozônio e por isso são os de maior incidência na superfície terrestre. Eles incidem durante todo o dia e em todas as estações do ano, incluindo dias nublados e com baixa luminosidade.

Os **raios UVB**, são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, apresentando maior incidência durante o verão, principalmente entre às 10h e 16h.

Já os **raios UVC** é a radiação mais perigosa para a biosfera, porém são completamente absorvidas na camada de ozônio. Essa radiação é utilizada com fontes artificiais na esterilização de materiais cirúrgicos e em processos de tratamento de água, graças à sua propriedade bactericida.

Figura 8- Raios ultravioleta



Fonte: MORAES, Isabela. A proteção extra que os olhos precisam. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=a-protecao-exata-que-os-olhos-precisam>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Em se tratando de saúde humana, os raios UV trazem alguns sérios danos. Os raios UVA, embora não causem queimaduras, são capazes de penetrar nas camadas mais profundas da pele e danificar as fibras de colágeno e elastina, causando o envelhecimento precoce. Os raios UVB, por sua vez, provocam vermelhidão da pele (eritema) e queimaduras. A superexposição a esses raios, além dessas complicações, também pode levar ao surgimento de sardas e manchas e até aumentar o risco de desenvolver câncer; sem esquecer dos prejuízos aos olhos, como catarata e cegueira.

Esses raios não causam somente danos à saúde, eles também podem apresentar benefícios à vida humana, como, por exemplo, a síntese da vitamina D, substância muito importante ao metabolismo do cálcio e do fósforo, que ocorre quando há exposição aos raios ultravioleta. Mas essa exposição deve ocorrer de forma moderada, preferencialmente em horários de menor incidência: antes das 10 horas da manhã e após as 16h.

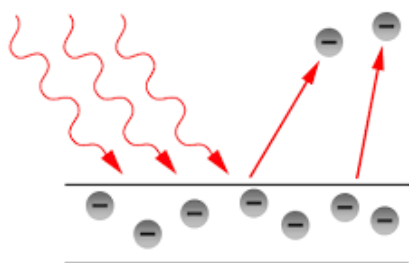
Como medida de prevenir os possíveis danos causados pela exposição à esse tipo de radiação, recomenda-se o uso contínuo de **filtro solar**, de preferência com proteção contra os raios UVA e UVB. Além do filtro solar, outros cuidados também devem ser tomados, como por exemplo o uso de óculos escuros com proteção UV, uso de chapéus ou bonés e evitar exposições prolongadas e bronzamentos artificiais.

Figura 9: Efeitos da radiação UV na pele



Fonte: Disponível em: <<http://brasilaromaticos.com.br/app/webroot/blog/qual-a-importancia-do-uso-do-filtro-solar/>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

Efeito fotoelétrico⁴³



Um fenômeno físico muito importante ocorre quando uma placa metálica é exposta à radiação ultravioleta⁴⁴. Essa radiação possui energia suficiente para arrancar elétrons do metal e a esse efeito dá-se o nome de efeito fotoelétrico.

A descoberta desse efeito ocorreu entre 1886 e 1887 por Henrich Hertz. Einstein (em 1905) já havia explicado que a radiação é composta por pacotes de energia (fótons) e que estes são absorvidos pelos elétrons do metal, que são ejetados. Ele também demonstrou que a energia

⁴³ Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>> . Acesso em: 22 de outubro de 2017.

⁴⁴ É possível a ocorrência do efeito fotoelétrico incidindo luz visível sobre a superfície de potássio, por exemplo, mas não sobre uma superfície metálica.

com que os elétrons são ejetados não depende da quantidade de fótons incidentes, e sim da frequência que esses fótons possuem.

A ocorrência do efeito fotoelétrico através da incidência de radiação ultravioleta em metais mostra que essa radiação possui caráter ionizante. Além disso, esse efeito evidencia o aspecto dual (onda-partícula) da radiação eletromagnética, isto é: aspecto ondulatório, para explicar fenômenos de interferência e difração e aspecto corpuscular (ou quântico), para descrever detalhes da interação da radiação com a matéria.

EXERCÍCIOS

1- (Enem 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência
- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada
- e) curto comprimento de onda

Aulas 13 e 14: Raios X

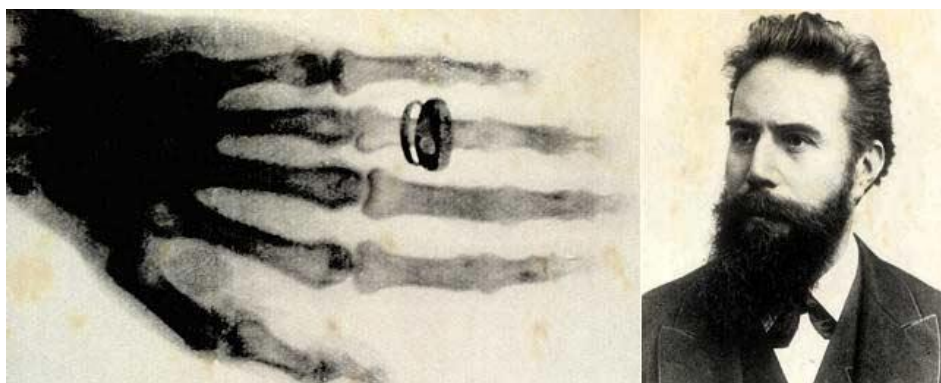
Os raios X foram descobertos pelo físico alemão **Wilhelm Konrad Röntgen** (1845-1923), no final de 1895 enquanto trabalhava com raios catódicos. Em um dado momento, Röntgen percebeu que uma folha de papel tratada com platinocianeto de bário emitia luz – e até mesmo o lado que não estava revestido com o platinocianeto também brilhava.

Esse fato ocorreu mesmo com a ampola de Crookes estando coberta por uma cartolina negra. Ao investigar mais a fundo, para entender a origem dessa luminosidade, Röntgen colocou vários objetos entre a ampola e a tela e observou que todos pareciam ficar transparentes – e qual não foi sua surpresa quando viu os próprios ossos da mão na tela.

Visto que considerava esses raios ainda muito enigmáticos, ele denominou-os de **raios X**.

Em dezembro de 1895, ele fez a radiação atravessar a mão de sua mulher por alguns minutos, atingindo do outro lado uma chapa fotográfica. Quando a chapa foi revelada, nela podiam ser vistas as sombras dos ossos de sua mulher e até seu anel que não havia tirado.

Figura 9- Primeira imagem de raios X



Fonte: VEJA. O poder dos raios X. Disponível em: < <http://veja.abril.com.br/historia/olimpiada-1896/ciencia-raio-x-wilhelm-rontgen.shtml> > Acesso em: 08 de setembro de 2013.

Vários cientistas então começaram a investigar esses novos raios que podiam mostrar o corpo humano por dentro e que representavam uma extraordinária evolução, principalmente para o campo da medicina. Até que os cientistas Max von Laue, Friedrich e Knipping explicaram que os raios X eram resultado da colisão de raios catódicos (elétrons) contra os átomos do cátodo. Não sendo como as radiações alfa, beta e gama, que são de origem nuclear.

Assim, é possível definir os raios X da seguinte forma:

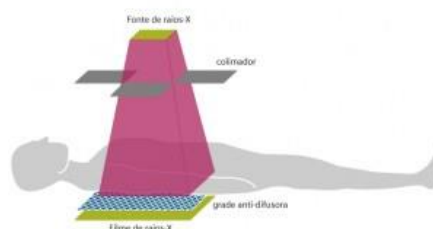
São radiações eletromagnéticas com frequência além do ultravioleta com comprimentos de onda entre $10^{-11}m$ e $10^{-8} m$.

De fato, a descoberta dos raios X foi de grande importância para técnicas científicas que necessitam de um diagnóstico mais aprofundado, como é o caso de análises por imagem em estudos médicos, já que o corpo humano é opaco a luz visível. Tendo em vista que o grau de absorção dos raios X pelos ossos é maior que os tecidos moles, a incidência controlada dessa radiação sobre partes do corpo humano torna-se possível à verificação da existência, por exemplo, de fraturas nos ossos.

Quando empregado de forma descontrolada e por se tratar de uma radiação ionizante altamente energética, os raios X podem causar danos nos tecidos dos seres vivos, pois são capazes de ionizar as moléculas podendo alterar a estrutura molecular como um todo. Por outro lado, com o avanço da tecnologia, foi possível estabelecer limites de exposição que auxiliam no tratamento do câncer, como a radioterapia, a qual usa radiações ionizantes para destruir células cancerosas. Por isso, pessoas que trabalham com radiografias usam aventais de chumbo (que não permitem que essas radiações atravessem) e se mantêm longe no momento do disparo.

Em radiografia, um feixe de raios X, produzido por um gerador de raios X, e transmitido através de um objeto. Os raios X são absorvidos pelo material e passam por ele em diferentes quantidades dependendo da densidade e composição do material. Os raios X não absorvidos passam através do objeto e são gravados em um filme sensível a raios X.

Figura 10- Configuração básica de um equipamento de raios X.



Fonte: Disponível em: < <http://www.radiacao-medica.com.br/tipos-de-imagens-medicas/raios-x/radiografia-raios-x-simples/>>. Acesso em 22 de outubro de 2017.

O colimador restringe o feixe de raios X para que a irradiação atinja somente a região de interesse. A grade anti-difusora aumenta o contraste do tecido pela redução do número de raios X espalhados pelo tecido.

RADIAÇÃO GAMA

Atividade: Estudo de Caso

Formem pequenos grupos e resolvam as questões propostas no Caso após a leitura com o professor.

A Física por trás do Hulk



João estava lendo o quadrinho do Incrível Hulk quando parou para pensar sobre a radiação que atingiu o Doutor Bruce. Ele se perguntou se, ao utilizar esse raio gama em alguém, seria possível algo do tipo acontecer na vida real. Intrigado levou a revista para a escola e, na aula de Física, perguntou à professora. _ Professora, estou lendo essa revista e fiquei curioso quanto a uma coisa. Esses raios gama existem mesmo? E se existem, será que tem como criar um Hulk na vida real?

Sua professora logo lhe respondeu. _ João, eles existem sim e possuem várias aplicações na vida real, como você disse. Esses raios são utilizados inclusive na medicina, mas criar um Hulk utilizando essa radiação é meio difícil, já que sua interação com a matéria viva tende a destruir as células e não dar superpoderes a elas. Para você ter uma noção de seus efeitos, esse é o tipo de radiação liberada pela bomba atômica que os Estados Unidos lançaram em Hiroshima e Nagasaki e que trouxe consequências trágicas para a população. Hoje a Coreia do Norte ameaça lançar uma bomba de hidrogênio contra os Estados Unidos que é muito mais devastadora, o que tem causado uma preocupação mundial.

— Cruzes, professora. Então por que essa radiação é usada se pode ser tão destrutiva?

- Perguntou João.

— Baseada nessa sua pergunta vou propor um trabalho para a turma. Quero que vocês em pequenos grupos pesquisem sobre as aplicações da radiação gama e na aula que vem discutiremos sobre o que é a radiação gama assim como o que pode trazer de benefício e prejuízo para o mundo. Tudo bem, turma?

— Sim professora. – Respondeu a turma.

Imaginem que vocês fazem parte dessa turma e respondam.

1- O que são os raios gama?

2- Quais equipamentos e processos que utilizam a radiação gama?

3- Baseado nas aplicações tecnológicas que utilizam a radiação nuclear em seu funcionamento (indústria alimentícia, equipamentos médicos, armas nucleares, usinas nucleares e etc.), redija um texto expondo o que pensa quanto a utilização da radiação gama.

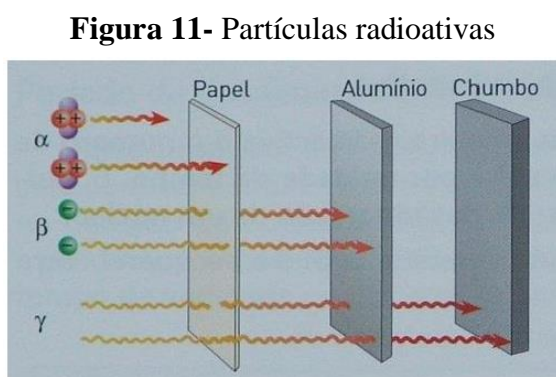
RADIAÇÃO GAMA

⁴⁵No final do século XIX, cientistas perceberam que átomos de algumas substâncias emitiam radiação sem que houvesse, aparentemente, qualquer alteração na matéria. Esta radiação era emitida na desintegração de certos núcleos através dos processos de fissão, fusão e decaimento radioativo de alguns elementos químicos. Ernest Rutherford identificou experimentalmente que um núcleo atômico ao se desintegrar pode irradiar três tipos de radiação: partículas alfa (α), partículas beta (β) e raios gama (γ).

Os raios gama são semelhantes aos Raios X e é difícil distingui-los um do outro. Ambos são classificados como radiação ionizante e, por isso, podem interagir e causar danos irreparáveis às células animais. A única distinção entre eles está na origem da radiação; enquanto os Raios X são produzidos por elétrons de camadas eletrônicas internas dos átomos os raios gama são produzidos no interior dos núcleos atômicos.

Os raios gama são ondas eletromagnéticas que se encontram na faixa de frequência mais elevada do espectro eletromagnético, estando compreendida entre 10^{20} hertz e 10^{25} hertz. Devido sua altíssima energia, possuem um grande poder de penetração. Da mesma forma que os raios X, em condições controladas, os raios gama podem destruir células cancerosas, mas, sem controle, podem provocar o câncer.

A Figura 11 mostra os diferentes poderes de penetração das diferentes partículas radioativas, identificando o Raio Gama como a partícula de maior poder de penetração.



Fonte: FOGAÇA, Jennifer. Radiações alfa, beta e gama. Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/quimica/radiacoes-alfa-beta-gama.html>> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

⁴⁵ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

⁴⁶Devido a seu altíssimo poder de penetração, as radiações gama são aquelas que possuem maior efeito danoso aos sistemas biológicos. As alterações sofridas pelas células podem ser morfológicas e funcionais. A intensidade das reações provocadas nos tecidos vai depender da dose, da área irradiada, da sensibilidade do tecido e do estágio de desenvolvimento das células. Quanto menor o grau de diferenciação celular dos tecidos maior a sua sensibilidade às radiações ionizantes, adicionando-se ainda o fato que as células são mais sensíveis durante seus períodos de mitose, de aumento de metabolismo e durante estágios embrionários.

⁴⁷Os efeitos biológicos decorrentes das radiações ionizantes podem ser divididos em determinísticos e estocásticos. Os efeitos determinísticos são aqueles consequentes à exposição a altas doses de radiação e dependem diretamente desta exposição, como a morte celular (de células malignas submetidas à radioterapia), as queimaduras de pele, a esterilidade ou a ocorrência de cataratas. Os efeitos estocásticos ou aleatórios são aqueles não aparentes e que se manifestam após meses ou anos da exposição à radiação, não permitindo estabelecer claramente uma relação de “causa e efeito”. Estão relacionados a baixas doses de radiação, como aquelas decorrentes de exposições frequentes às quais os profissionais que trabalham com radiação estão sujeitos. A probabilidade da ocorrência do efeito estocástico é proporcional à dose e os efeitos mais relevantes são a mutação e a carcinogênese.

Um fato histórico ilustra os danos causados pela radiação. No período posterior à Segunda Guerra Mundial, entra em cena a bomba atômica, uma arma com um poder de destruição muito superior ao das armas que, até então, eram utilizadas nos conflitos internacionais. As bombas atômicas jogadas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, causaram um enorme impacto, tanto nos sistemas biológicos da região, quanto na opinião pública mundial.



⁴⁶ GASPARIN, Dayanne. *Efeitos biológicos da radiação ionizante*. Dissertação (Monografia do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica) - Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://tconline.utp.br/wp-content/uploads/2011/11/EFEITOS-BIOLOGICOS-DA-RADIACAO-IONIZANTE.pdf>> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

⁴⁷ BIRAL, Antônio Renato. *Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos*. Florianópolis: Insular, 2002.

⁴⁸Os efeitos da bomba atômica são inúmeros. Além de milhares de mortos e devastação da cidade onde for jogada a bomba, há também a ocorrência de lesões traumáticas graves (feridas, fraturas, síndrome de compressão etc.), queimaduras e consequências radiológicas (síndrome de radiação, alterações genéticas, tumores cancerosos etc.). As consequências imediatas manifestam-se, o mais tardar, nos vinte e quatro primeiros meses que se seguem ao ataque nuclear. As consequências tardias aparecem após muitos meses e até anos. Quanto aos efeitos genéticos, que estão situados na esfera das consequências tardias, apresentam-se durante dezenas de anos em gerações sucessivas, nos descendentes das pessoas que ficaram expostas à irradiação.

O processo de irradiação de diferentes produtos com raios gama cresce significativamente no mundo. Devido à sua elevada energia, podem causar danos no núcleo das células, por isso são usados para esterilizar equipamentos médicos, alimentos e diversos outros produtos.

Com relação a produtos alimentícios, a irradiação com raios gama permite a descontaminação de alimentos através da eliminação de microrganismos patogênicos, tais como a *Salmonella Typhimurium*. Além disso, eleva a vida útil do produto, aumentando o seu tempo na prateleira.

Figura 12- Símbolo referente a alimentos irradiados



Fonte: Disponível em: <<http://mundoeducacao.boi.uol.com.br/quimica/uso-radiacao-na-industria-alimentos.htm>>. Acesso em 08 de novembro de 2017.

⁴⁸ RIBEIRO, Jayme. Os “filhos da bomba”: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950). *Outros tempos*. v. 6, n. 7, julho. 2009. Disponível em: <http://www.outrostempos.uema.br/OJS/index.php/outros_tempos_uema/article/download/192/13> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

ATIVIDADE FINAL

Atividade – Mapa conceitual (Tarefa individual)

Refaça o mapa conceitual apresentado na primeira aula, corrigindo os possíveis erros e complementando com os novos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas.

Para construir um mapa conceitual siga as dicas abaixo:

1. *Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista.*
2. *Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama.*
3. *Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.*
4. *Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.*
5. *Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial.*

Agora, elabore um mapa conceitual, em uma folha separada, utilizando o maior número possível de palavras do quadro abaixo.

Obs: Você pode acrescentar palavras que julgue estar no contexto.

Ondas	Ondas eletromagnéticas	Micro-ondas	Vácuo	Meio material
Ondas mecânicas	Ultravioleta	Raio X	Raios Gama	Luz visível
Infravermelho	Som	Tv	Cores	Sol
Rádio	Exames médicos	Transporte de energia	Interação com a matéria	Celular
Telecomunicação	Espectro eletromagnético			

APENDICE C
Questionário de avaliação da proposta

Perguntas	Respostas
1- Você já havia tido alguma informação sobre os tipos de radiações eletromagnéticas antes das aulas deste bimestre?	() – Sim () – Não
2- Se sim, qual foi a fonte? (Se necessário, marque mais de uma alternativa)	() – Jornais ou revistas () – Comércio () – TV () – Internet () – Escola Outras:
3- Se você teve informação sobre radiações eletromagnéticas na escola, responda: Em qual disciplina?	
4- Qual sua opinião quanto a relevância do assunto abordado na proposta?	() – Muito importante () – Importante () – Indiferente () – Não é relevante () – Não sei
5- O que você achou das aulas?	() – Ótimas () – Boas () – Regulares () – Ruins
6- Avalie numa escala de 1 a 5, as estratégias de ensino utilizadas nas aulas (Sendo 5 para os mais interessantes e 1 para os menos interessantes).	() – Estudos de Caso () – Textos () – Vídeos () – Experimentos () – Mapa conceitual
7- Como você avalia seu aprendizado dos tópicos estudados, numa escala de 1 a 5. (Sendo 5 para os mais interessantes e 1 para os menos interessantes).	() – Espectro eletromagnético () – Ondas de rádio () – Micro-ondas () – Infravermelho () – Luz visível () – Teoria das cores () – Ultravioleta () – Raios X () – Raios gama () – Efeito fotoelétrico () – Aplicações do eletromagnetismo
8- Quanto a forma de avaliação, você considera que está de acordo com o que foi ensinado?	() – Sim () – Não
9- Avalie sua aprendizagem e as aulas de Física desde a apresentação do Estudo de Caso “Rádio Comunitária”.	