

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

LUCIANO MENTZ

**O USO DA PESQUISA PARA O ENSINO DAS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS**

PORTO ALEGRE, 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

LUCIANO MENTZ

**O USO DA PESQUISA PARA O ENSINO DAS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS**

Dissertação realizada sob a orientação dos professores Dra. Daniela Pavani e Dr. Fernando Lang da Silveira e apresentada no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em preenchimento parcial aos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

PORTO ALEGRE, 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao Instituto de Física, a qualidade das aulas e todo aprendizado construído durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física de forma gratuita.

Ao Colégio Farroupilha que liberou as sextas-feiras para eu poder estudar e permitiu a aplicação em sala de aula do meu trabalho de mestrado.

Aos meus alunos que fizeram parte desse trabalho e se empenharam em realizar as atividades propostas.

Aos meus colegas da turma de mestrado que se mostraram companheiros e deram risadas comigo nas aulas e nos intervalos.

A minha família que me apoiou nos momentos positivos e negativos.

E aos meus orientadores, Dra. Daniela Pavani e Dr. Fernando Lang da Silveira, que acreditaram no meu potencial, sugerindo mudanças quando necessárias.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática para professores de ensino médio que ensinam física ondulatória, mais precisamente o ensino de ondas eletromagnéticas a partir da pesquisa realizada pelos alunos, tornando-os agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem e dando-lhes liberdade na escolha do material a ser pesquisado. Essa sequência didática foi aplicada em cinco turmas de uma escola particular da cidade de Porto Alegre – RS, totalizando 150 alunos participantes, e está alinhada à teoria de Pedro Demo, que serviu de referencial teórico. Foram realizados dez encontros, divididos em aulas expositivas dialogadas, para trabalhar os conceitos iniciais de física ondulatória, uma aula no Laboratório de Física e aulas em sala de aula para realizar as pesquisas com o uso do celular e realizar as discussões em grupos. As pesquisas sobre história da ciência e as aplicações de ondas eletromagnéticas também aconteceram fora da sala de aula a partir do uso das redes sociais. Os alunos fizeram resumos das suas pesquisas e produziram vídeos sobre a descoberta das ondas eletromagnéticas, explicando como a tecnologia tem evoluído e quais são suas aplicações no dia a dia. O autor considera que o ensino de física no ensino médio não é atrativo para os alunos por três motivos: falta de conhecimento matemático, falta de motivação e não entendimento da importância do conteúdo, pois o aluno não vê aplicabilidade do estudo com o seu dia a dia. O trabalho de pesquisa e criação de vídeos ajuda a enfrentar dois desses três problemas. Todos os vídeos estão disponíveis no youtube e diversas formas artísticas foram exploradas pelos alunos – textos com desenhos e narração, compilação de imagens e vídeos legendados, alunos que se transformam em atores -. Os alunos gostam de estudos episódios da história da ciência e de ter liberdade para escolher o que pesquisar

Palavras-chave: Ensino por pesquisa; física ondulatória; novas tecnologias na sala de aula, ensino de ondas eletromagnéticas.

ABSTRACT

This work aimed to prepare a didactic sequence for high school teachers who teach wave physics, more precisely the teaching of electromagnetic waves from the research carried out by the students, making them active agents in the process of teaching and learning and giving them freedom in the choice of material to be searched. This didactic sequence was applied in five classes of a private school in the city of Porto Alegre, RS, totaling 150 students, and is aligned with the theory of Pedro Demo, which served as a theoretical reference. Ten meetings were held, divided into expository dialogues, to work on the initial concepts of wave physics, a class in the Physics Laboratory, and classes in the classroom to carry out research using the cell phone and carry out group discussions. Research on the history of science and the applications of electromagnetic waves also happened outside the classroom from the use of social networks. The students summarized their research and produced videos on the discovery of electromagnetic waves, explaining how technology has evolved and what its applications are in everyday life. The author considers that the teaching of physics in high school is not attractive to students for three reasons: lack of mathematical knowledge, lack of motivation and lack of understanding of the importance of content, since the student does not see applicability of the study with his or her day to day. Researching and creating videos helps you tackle two of these three issues. All videos are available on youtube and various artistic forms have been explored by the students - texts with drawings and narration, compilation of images and videos subtitled, students that become actors. Students enjoyed studying the history of science and being free to choose what to research

Keywords: Research teaching, wave physics, new technologies in the classroom, teaching electromagnetic waves

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Estudos Relacionados.....	11
2.1 Ensino por Pesquisa	17
2.2. Uso de Novas Tecnologias em sala de aula.....	20
2.3 Ensino de ondas	23
3. Pedro Demo como referencial teórico.....	28
4. Aplicação do Projeto de Mestrado.....	33
4.1 Primeira Aula	38
4.2 Segunda Aula.....	38
4.3 Terceira Aula	39
4.4 Quarta Aula	41
4.5 Quinta Aula.....	41
4.6 Sexta aula	42
4.7 Sétima Aula	42
4.8 Oitava Aula	43
4.9 Nona Aula	43
4.10 Décima Aula	48
4.11 Décima primeira aula	48
4.12 Décima segunda aula	49
5. Análise dos Resultados.....	50
6. Considerações Finais	56
7. Referências.....	59
8. Anexos	61
Anexo I.....	61
Experiência no Laboratório de Física	61
Anexo II.....	63
Link dos vídeos produzidos pelos alunos, separados por turmas.....	63
Anexo III – Produto Educacional	66
Anexo IV	67
Trabalhos escritos pelos alunos	67

Foram entregues 37 textos pelos alunos. Abaixo, seguem os textos desenvolvidos por cinco grupos..... 67

Grupo A 67

Grupo B 72

Grupo C 75

Grupo D 81

Grupo E..... 85

1. Introdução

A Assembleia Geral das Nações Unidas declarou o ano de 2015 como o Ano Internacional da Luz¹ porque coincidia com a comemoração de diversos marcos históricos relacionados à luz e à história da ciência, como o comportamento ondulatório da luz, proposto por Fresnel em 1815, e a teoria eletromagnética da luz, proposta por Maxwell em 1865. A decisão de escolher como tema a luz foi devido às inúmeras aplicações da luz no desenvolvimento tecnológico, científico, social e econômico que ela proporciona. Ao longo do ano de 2015, diversas atividades dirigidas a diferentes públicos, inclusive a estudantes de ensino médio, ocorreram em diferentes países.

Nas ondas eletromagnéticas, campos elétricos e campos magnéticos são perpendiculares entre si, oscilando em fase, ortogonais à direção de propagação. Uma característica que permite diferenciar as ondas eletromagnéticas entre si é a frequência da radiação. No nosso cotidiano, existem radiações com diferentes frequências, algumas visíveis aos seres humanos, como a luz do Sol ou de lâmpadas, outras invisíveis, tais como aquelas usadas em telecomunicações e muitas outras (radiação infravermelha, ultravioleta, raios X, etc.).

Existem, no mundo atual, inúmeras aplicações para as ondas eletromagnéticas, ionizantes ou não, desde os sensores de movimento presentes nos videogames ao scanner em aeroportos, passando pela medicina nuclear e a radioterapia para o tratamento do câncer e inúmeras outras aplicações tecnológicas presentes em nossa vida.

No ano de 2002, na cidade de Porto Alegre, foi criada a Lei Municipal nº 8.896/02² que regula a instalação e o licenciamento de novas ERB – Estações

¹<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/abou-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>

²<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000024833.DOCN.&l=20&u=%2Fnethtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SEC T1=TEXT>

Rádio Base – para a telefonia móvel. A lei aprovada em Porto Alegre foi considerada pioneira no país e a mais avançada legislação do setor, tendo sido comparada às legislações europeias sobre o assunto quanto ao nível de exigência e de precaução. Em 2011, o projeto de Lei 03279³ tentava flexibilizar as regras para a instalação de novas ERB na cidade de Porto Alegre devido à necessidade de melhorar o sinal das operadoras de telefonia móvel que argumentavam que os custos eram muito elevados. O projeto ainda não foi votado.

O uso de celulares ou *smartphones* está cada vez maior, inclusive nas salas de aula, e ir contra essa tecnologia é um retrocesso, pois ela pode auxiliar na pesquisa e no aprendizado do estudante. Assim, como o uso dos celulares pode auxiliar o aluno nos processos de ensino-aprendizagem? Por outro lado, quais são os perigos do sinal do celular para o corpo humano? Quais são as exigências e precauções da Lei de 2002?

Por meio das questões expostas acima, esse trabalho abordou o ensino de ondas eletromagnéticas, fundamentado no uso da pesquisa que foi realizada, em pequenos grupos, pelos estudantes sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas, os benefícios que trouxeram para a sociedade e os possíveis malefícios para o ser humano e para o meio ambiente. Também ocorreram, nos mesmos grupos, debates sobre a história da ciência, a evolução do conceito da luz e a descoberta de outras ondas eletromagnéticas com base em textos e artigos entregues pelo professor e nas pesquisas realizadas pelos alunos.

Considero que o baixo rendimento na disciplina de Física decorre por três motivos, não necessariamente em ordem de importância: falta de conhecimento matemático, falta de motivação e falta de aplicabilidade do conhecimento. Estando a falta de motivação ligada a falta de aplicabilidade. Por que estudar determinado conteúdo? Como ele se relaciona ao meu dia a

3

http://lproweb.procompa.com.br/pmpa/prefpoa/camarapoa/usu_doc/032792011pll_projeto_52322364_860.pdf

dia? Vou estudar apenas para ir bem e passar na prova ou será que esse conhecimento é significativo para a minha vida?

O objetivo desse trabalho de mestrado é desenvolver uma sequência didática centra na realização de pesquisa em sala de aula pelos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de um raciocínio crítico, a partir do uso de episódios da história das ondas eletromagnéticas, suas aplicações e seus problemas atuais. Houve o cuidado de também trabalhar no formato de ensino tradicional e resolução de problemas, pois os alunos envolvidos na aplicação deste projeto têm entre os seus objetivos pessoais à obtenção de um bom desempenho nos processos de seleção para universidades e entendem que a metodologia tradicional é uma boa ferramenta para tanto. Os alunos realizaram pesquisas e produziram textos e vídeos abordando como ocorreu a descoberta das ondas eletromagnéticas, como essa descoberta trouxe avanços tecnológicos para a sociedade, os benefícios e malefícios para o corpo humano e aplicações cotidianas das mesmas.

O trabalho teve a duração de, aproximadamente, um mês, intervalo de tempo normal para abordar o conteúdo de física ondulatória. O referencial teórico utilizado é o trabalho de Demo (2015).

Essa dissertação está organizada de modo que o capítulo 2 mostra os estudos anteriores relacionados aos temas ensino de ondas, ensino por pesquisa e novas tecnologias no ensino. O referencial teórico está descrito no capítulo 3, e o capítulo 4 é a aplicação em sala de aula do trabalho. No capítulo 5 é comentado os resultados do trabalho e no capítulo 6 estão as considerações finais. Referências e anexos são os capítulos 7 e 8, respectivamente.

2. Estudos Relacionados

Na educação básica, existem diversos autores realizando pesquisas para com o objetivo de contribuir para a qualificação do ensino. É inegável que, nas últimas décadas, a tecnologia evoluiu de modo exponencial, enquanto a sala de aula apresentou poucas novidades. O uso de apresentação de slides em *powerpoint*, por exemplo, é apenas uma facilidade para o professor não ter de escrever no quadro ou preparar lâminas para um retroprojeto. Filmes em fitas VHS com documentários já estavam disponíveis nos anos de 1980 e 1990, agora com o auxílio da internet, em especial do *youtube*, tem-se acesso a mais vídeos e documentários. Contudo, o que há de novo na educação quando o assunto é o ensino de Física? Sendo mais específico, quais são as novidades pedagógicas no ensino de física ondulatória?

A revisão da literatura para essa dissertação de Mestrado em Ensino de Física levou em consideração três categorias:

1. Ensino por Pesquisa;
2. Uso de Novas Tecnologias em sala de aula;
3. Ensino de ondas.

Foram pesquisados, no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e na Revista Brasileira de Ensino de Física, artigos sobre ensino de ondas no ensino médio, traçando um recorte temporal de 10 anos (2006 a 2016). Artigos na área de Uso de Novas Tecnologias em Sala de Aula foram pesquisados na *internet* em um período de 5 anos (2012 a 2017), tempo suficiente para poder ser considerado uma “nova tecnologia”. No Caderno Brasileiro de Ensino de Física, entre 2012 e 2016, não foram encontrados artigos sobre o uso de novas tecnologias em sala de aula. Os artigos e livros em Ensino por Pesquisa foram pesquisados no período de quinze anos (2001 a 2016).

Para facilitar a análise, os livros e os artigos foram organizados no quadro abaixo e, em seguida, foi realizado um estudo do material.

Quadro 01 – Lista de artigos e livros consultados

	Categoria	Referência	Ano	Resumo
1	Ensino por Pesquisa	BAGNO, Marcos. Pesquisa na Escola o que é, como se faz. 21 ed. São Paulo: Loyola, 2007.	2007	O livro é dividido em duas partes: a primeira mostra os erros que os professores cometem ao educarem pela pesquisa e sinaliza como podem ser evitados. A segunda parte do livro é voltada ao ensino por pesquisa na Língua Portuguesa.
2	Ensino por Pesquisa	CASTRO, Valdeni. Ensino por investigação na realidade da educação básica. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, n.4, 2016.	2016	Na primeira parte do artigo, é discutida a importância do ensino por pesquisa e as suas dificuldades. A segunda parte do artigo apresenta três propostas de como desenvolver, na sala de aula, o ensino pela pesquisa. O texto foi baseado no trabalho de outros dois autores: Demo e Galiazzi.
3	Ensino por Pesquisa	MATTOS, Elenir. CASTANHA, Paulo André. A importância da pesquisa escolar para a construção do conhecimento do aluno no ensino fundamental. Disponível em:	2008	A pesquisa desde o início da escolarização é importante para a construção de uma postura crítica, criativa e inovadora por parte dos alunos. O trabalho é voltado à teoria de Paulo Freire, na qual “não existe pesquisa sem

		www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2525-6.pdf		ensino nem ensino sem pesquisa”. O artigo define o que é uma pesquisa e os tipos de pesquisa que podem ser realizadas (bibliográficas, de campo e de laboratório). Após, o artigo destaca a importância de pesquisar para ensinar, fazendo críticas à formação dos professores e mostrando como as pesquisas são realizadas no ensino fundamental.
4	Novas Tecnologias em sala de aula	SILVA, Jadilson Marinho da. Novas Tecnologias em Sala de Aula Revista Ciencia, Salud, Educación y Economía - nº 10 – 2016.	2016	O artigo faz uma reflexão sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) em sala de aula e expõe os desafios de como integrar as novas tecnologias no fazer didático para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, em especial o uso do celular na sala de aula.
5	Novas Tecnologias em sala de aula	DA SILVA, Ione de Cássia Soares; PRATES, Tatiane da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. As Novas	2016	O artigo aborda os desafios que os professores enfrentam quanto ao uso de recursos tecnológicos em sala de aula. Também é discutido a importância e os

		<p>Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. Em Debate, Florianópolis, n. 15, p. 107-123, mar. 2017. ISSN 1980-3532. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emdeb/ate/article/view/1980-3532.2016n15p107>. Acesso em: 09 ago. 2017. doi:http://dx.doi.org/10.5007/1980-3532.2016n15p107.</p>		benefícios de usar recursos tecnológicos em sala de aula.
6	Ensino de física ondulatória	<p>SILVA, Fabio W.O. da. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 29, n. 1, p. 149-159, 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000100021</p>	2007	Os livros-texto trazem uma leitura mais simplista da evolução do conceito de luz. O autor analisa o texto original de Huygens e percebe diferenças entre o que é ensinado hoje nos livros textos, nos quais existe mais uma proximidade com o eletromagnetismo e com a óptica do que com o texto original, que se aproximava mais da mecânica. A teoria

		&lng=en&nrm=iso>. Acesso 09 Aug. 2017. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000100021 .		de Newton não é analisada no texto.
7	Ensino de física ondulatória	CAVALCANTE, Marisa Almeida; MONTEIRO RODRIGUES, Carlos Eduardo; PONTES, Liliane Alves. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 579-613, out. 2013. ISSN 2175-7941. Disponível em: < https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n3p579 >. Acesso em: 09 ago. 2017. doi: http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n3p579 .	2013	O trabalho propõe a construção de um Tubo de Kundt utilizando a placa Arduíno para o estudo das ondas sonoras. O objetivo do trabalho é difundir o uso do Arduíno para o ensino.
8	Ensino de física	KRAPAS, Sonia. Livros didáticos:	2011	Krapas analisa livros de ensino médio e de ensino

	ondulatória	<p>Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 564-600, jan. 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n3p564>. Acesso em: 09 ago. 2017.</p>	<p>superior para saber como é abordado o estudo das ondas eletromagnéticas (OEM). Os livros banalizam a definição de OEM e abordam de forma natural a sua descoberta, dividindo-a em seis etapas: pré, introdução, existência das OEM, matemática das OEM, velocidade das OEM e pós.</p>
--	-------------	---	--

Na próxima seção há um relato mais detalhado sobre o livro e sobre os artigos utilizados nos estudos relacionados a esse trabalho.

2.1 Ensino por Pesquisa

Bagno (2007) relata a importância do ensino através da pesquisa para toda a vida do estudante.

[...] a pesquisa é, mesmo, uma coisa muito séria. Não podemos tratá-la com indiferença, menosprezo ou pouco caso na escola. Se quisermos que nossos alunos tenham algum sucesso na sua atividade futura – seja ela do tipo que for: científica, artística, comercial, industrial, técnica, religiosa, intelectual... – é fundamental e indispensável que aprendam a pesquisar. E só aprenderão a pesquisar se os professores souberem ensinar. (BAGNO, 2007, p. 21).

O autor mostra-se indignado com a falta da pesquisa no ensino básico, sendo essa realizada, normalmente, apenas no ensino superior, e critica que essa falta de pesquisa resulta da precária formação dos professores, que são estimulados a reproduzir aulas expositivas dialogadas. Além disso, quando a pesquisa é realizada no ensino básico, normalmente o aluno é avaliado apenas a partir da escrita de um texto, ficando de fora a parte mais importante que é a discussão e o olhar crítico para a situação. A função do professor é ser um mediador entre o novo conhecimento a ser internalizado e os conhecimentos prévios que o estudante possui, sempre estimulando a criatividade do aluno.

Já o estudante deve se portar de modo ativo e reflexivo no processo ensino-aprendizagem. Nesse processo, tanto professor quanto aluno questionam e aprendem juntos.

Castro (2016) questiona a função da escola por sua essência, de ser um ambiente privilegiado para a construção de novos saberes, gerando pessoas capazes de transformar a sociedade, em relação à realidade da escola que visa à transmissão do conhecimento, em que o aluno é passivo em seu processo de ensino-aprendizagem, sendo um receptor de informações dadas pelo professor.

Segundo Castro (2016),

[...] a pesquisa é de suma importância para o crescimento da ciência e conseqüentemente para a sociedade. Diante disso é necessário que ela se desenvolva desde os primeiros anos da educação básica. (CASTRO, 2016, p.3).

Deve-se quebrar a ideia de que a pesquisa deve ser realizada apenas nas universidades, sendo atividade exclusiva de mestres e doutores. Quanto mais cedo for introduzida a pesquisa na sala de aula, maior será o desenvolvimento dos alunos, pois se tornam responsáveis pelo próprio conhecimento.

Como já mencionado no livro anterior, Castro (2016) também acredita que o ensino por pesquisa fará o aluno se tornar um agente ativo no seu processo de ensino-aprendizagem e que o papel do professor é trabalhar como um mediador e não como o detentor do conhecimento.

Para o desenvolvimento do ensino pela pesquisa, são necessários cinco processos de maneira cíclica:

saber perguntar; saber dialogar; saber construir argumentos congruentes e consistentes, alicerçados e sistematizados pela escrita; saber validar os argumentos através de discussões de ideias; estar aberto para superação e ser superado no movimento dialético de construção permanente. São as situações-problema que serão o ponto de partida para as discussões em sala de aula. Para que ele venha a ser de interesse dos estudantes, seu surgimento deve ser dialogado com todos os envolvidos nesse processo educativo. Desta maneira os educandos serão valorizados e participarão de forma ativa no processo. (CASTRO, 2016, p. 6).

O desenvolvimento do ensino por investigação também é facilitado, pois o estudante é apresentado a situações de problemas abertos, ainda sem solução. E conclui:

Para esse desenvolvimento na sala de aula, o ensino por pesquisa deve ser uma prática de nossas escolas. Deste modo, teremos que ter professores que sejam capazes de criar situações motivadoras para implementação deste paradigma em nossas escolas. Para isso, teremos que ter educadores com formação alicerçada em princípios científicos e fugir da prática do apenas transmissor de conhecimento para uma que favoreça a construção de conhecimento através do ensino por pesquisa. (CASTRO, 2016, pg.8).

Já Mattos e Castanha (2008) destaca a importância da pesquisa, pois

[...] Pesquisa é um processo de construção do conhecimento que tem por objetivo gerar novos conhecimentos ou refutá-los, constituindo-se num processo de aprendizagem tanto do indivíduo que a realiza, quanto da sociedade, na qual esta se desenvolve. (MATTOS; CASTANHA, 2008, p.2).

Existem diversos tipos de pesquisas. A pesquisa bibliográfica, utilizada como revisão de literatura, servindo de subsídio para novos trabalhos. Pesquisa de campo, realizada no próprio local e os fatos ocorrem naturalmente. A pesquisa de campo possui diversas categorias (ação, participante e etnográfica), e a pesquisa de laboratório que possui um ambiente específico e controlado.

A autora destaca que, antes de ser um professor, todo educador deve ser um pesquisador, pois deve ser capaz de diagnosticar o contexto e a situação cultural de seus alunos. Mattos e Castanha (2008) considera que uma aula não atrativa pode ser devido à metodologia do professor, que entrega respostas prontas, sem questionar os conhecimentos prévios do aluno acerca do assunto.

A utilização de métodos que levam o educando à investigação, também pode evitar muitos casos de indisciplina em sala de aula, pois se a aula é atrativa, o mesmo sente-se motivado para a aprendizagem. (MATTOS; CASTANHA, 2008, p. 5).

Mattos e Castanha (2008) também criticam a formação dos professores que, durante a sua preparação, têm pouca orientação de como realizar pesquisas no ensino básico. Por serem desqualificados para tal atividade, não conseguem orientar corretamente os alunos:

no momento em que o aluno se depara com trabalhos de pesquisa escolar, se vê frente a uma situação conflituosa e, por falta de orientação, sem saber como fazer e onde encontrar materiais sobre o tema solicitado, simplesmente deixa de fazer ou apresenta cópias fiéis de partes de obras ou recorte e cola trechos de textos da Internet, apenas para receber “nota”, sem consciência do crime de plágio cometido e, muitas vezes, nem lê o que entrega ao professor. (MATTOS; CASTANHA, 2008, p. 6).

Segundo Mattos, o professor não deve ser um transmissor de conhecimentos e deve se interessar pela aprendizagem de cada aluno. O ensino através da pesquisa estabelece um ambiente participativo,

desenvolvendo o trabalho em equipe, fazendo com que o aluno passe a ter iniciativas e torne-se um investigador dentro e fora do espaço escolar.

2.2. Uso de Novas Tecnologias em sala de aula

O uso de aparelhos eletrônicos, como os *smartphones*, é um convite à distração nas salas de aulas. Mas é possível utilizá-los para melhorar os processos de ensino-aprendizagem. Segundo Silva (2016), o professor deve estar em contínua formação para estar apto a inserir os avanços tecnológicos na sala de aula.

Diversas escolas possuem projetor multimídia, televisão, acesso à *internet* em sala de aula e *notebooks* para cada aluno. Contudo, se o professor não se sentir preparado para trabalhar com essas mídias, de nada adiantarão os recursos tecnológicos.

É preciso analisar as novas tecnologias em sala de aula e utilizá-las como ferramenta na construção da aprendizagem do educando. Entretanto, utilizar as novas tecnologias em sala de aula torna-se um desafio para a maioria dos docentes na medida em que sabemos que grande parte dessa categoria não tem estratégias adequadas para a utilização das ferramentas tecnológicas de que dispõe, por exemplo, o tablet educacional e o celular. Essas ferramentas poderiam ser utilizadas para compartilhar conhecimento de forma interativa, não se restringindo a uma mera ferramenta de diversão e entretenimento. (SILVA, 2016 p.33).

Para o autor, os professores devem ensinar aos alunos métodos de como realizar pesquisas e transformar as informações adquiridas utilizando os novos recursos tecnológicos. Para que isso ocorra, as escolas devem investir na formação continuada de seus professores, a fim de que eles tenham conhecimento teórico e prático antes de ir para a sala de aula. As escolas também deveriam oferecer suporte operacional e técnico ao professor durante as aulas.

Para que o professor possa realmente se atualizar e inovar sua prática pedagógica, é preciso que ele tenha o desejo e a motivação. Além disso, a escola precisa se tornar mais moderna e atraente tanto para o aluno quanto para o professor, a partir do momento que der condições reais para que o professor utilize toda a tecnologia que ela dispõe aos seus alunos e realize um trabalho dinâmico, inovador, instigador. (SILVA, 2016, p. 34)

Os *smartphones* possuem diversos aplicativos didáticos disponíveis, muitos são gratuitos. Contudo, não se pode exigir que o aluno tenha um *smartphone* para usar na sala de aula e, além disso, as escolas não conseguem controlar o seu uso inadequado durante as aulas. O desafio dos professores é utilizar os celulares em sala de aula, quando possível, de modo que coloque o estudante como protagonista do seu conhecimento. O uso do celular aumenta a autonomia do aluno e Silva (2016) sugere que seja utilizado para registrar imagens, realizar filmagens, entrevistas, gravações e uso de mensagens com dúvidas. Fora da sala de aula, o celular pode ser um acesso à aprendizagem a qualquer momento, podendo acessar vídeos do *youtube* e aplicativos de ensino, podendo assistir a vídeo aulas, realizar tarefas e plantões de dúvidas *online*.

Da Silva, Prates e Ribeiro (2017), afirmam que os jovens já estão inseridos em um mundo no qual os recursos tecnológicos, como *tablets*, *notebooks*, *smartphones* e seus aplicativos, fazem parte do seu cotidiano, não existindo muitas dificuldades em se adaptar a novidades, pois vivem em um mundo praticamente virtual. Imaginar aulas apenas expositivas dialogadas e apenas com uso do quadro negro e giz é inviável se quisermos motivar os estudantes. Os professores precisam acompanhar os avanços tecnológicos para manter atualizada a sua metodologia e

Se o professor não procurar acompanhar este avanço, ele ficará com sua metodologia ultrapassada, pois, diante dos conhecimentos dos alunos, esses ficarão desmotivados se o professor não preparar uma aula que tenha como ferramenta essas novas tecnologias. (DA SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016, p. 108).

E complementa:

[...] o processo ensino e aprendizagem se dá na interação do aluno com o meio, onde estão inseridos o professor e os recursos. Para que o mesmo aconteça e se efetive na vida do educando de forma significativa, a inclusão de novos recursos nesse processo propiciará novas formas de aprender e ensinar, de forma a ampliar a mediação pedagógica entre professor e aluno. (DA SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016, p. 108).

As escolas, às vezes, investem em novos recursos tecnológicos, contudo de nada adiantam se os professores não forem devidamente

preparados para utilizá-los. Caso não ocorra formação docente, de nada adianta o investimento e não haverá melhoras na aprendizagem.

O papel do professor é ser o mediador do processo ensino-aprendizagem, motivando seus alunos e buscando novas metodologias, principalmente na utilização de recursos tecnológicos para auxiliar os alunos na construção do conhecimento. A utilização da tecnologia em sala de aula não substitui o ensino tradicional, com aulas expositivas dialogadas, ela é apenas uma opção a mais para diversificar a metodologia do professor. O artigo observa a realidade dos professores de uma escola de ensino fundamental e médio da cidade de Montes Claros.

Participaram 22 professores que responderam a um questionário com 15 perguntas fechadas sobre a situação do professor dentro da sala de aula com as novas tecnologias digitais, a capacitação e o grau de conhecimento dele e suas dificuldades em manuseá-las. Os dados da pesquisa são apresentados no artigo em gráficos e tabelas, o que facilita a sua análise.

Os dados mostram que os professores com maior tempo de serviço no magistério conhecem diversos recursos tecnológicos, e utilizam mais os recursos tecnológicos que os professores mais novos.

[...] o que demonstra que é através do tempo e da prática que o professor vai construindo sua atuação pedagógica em sala de aula, se sentindo mais seguro, desenvolvendo mais habilidades e competências para lidar com os desafios e inovações da docência. (DA SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016, p. 115).

Referente ao uso do celular em sala de aula, 64% dos professores que responderam à pesquisa utilizam esse recurso em algum momento da sua aula, e 91% consideram que, às vezes, o celular pode ser usado como um recurso pedagógico.

Quanto ao fato desse sentir capacitado para utilizar os recursos tecnológicos em sala de aula, 45% dos professores consideram-se aptos a utilizá-los, mas apenas 9% utilizam esses suportes com frequência, e 68% utilizam às vezes os recursos disponibilizados. Quando questionados se a escola oferece capacitação para utilização de novos recursos tecnológicos, 18% dos entrevistados responderam que sempre ocorre, enquanto 46% responderam às vezes. Possivelmente, as capacitações não ocorrem para todos os professores.

Quando questionados sobre o grau de aprendizagem dos estudantes ao utilizarem recursos tecnológicos dentro da sala de aula, nenhum professor considerou ruim, e 55% dos entrevistados consideraram bom o aprendizado. Ou seja, na visão dos entrevistados, usar recursos tecnológicos em sala de aula não irá atrapalhar o aprendizado dos estudantes, eles apenas tendem a aprender mais. E por que os professores não utilizam mais esses recursos? Além de nem todos os docentes sentirem-se aptos, é necessário tempo para pensar em atividades, procurar recursos (no caso de aplicativos para os celulares) e testá-los, contudo nem todos os professores dispõem de tempo para essas atividades.

A pesquisa termina com 41% dos professores demonstrando interesse na capacitação e no aperfeiçoamento de recursos tecnológicos na sala de aula.

2.3 Ensino de ondas

Silva (2007) trabalha a história da ciência e como o

Conceito atual sobre o comportamento ondulatório da luz é muito diverso do que foi originalmente proposto. (p. 149)... a proeminência do modelo mecânico durante o Renascimento. Em seguida, será apresentada de forma resumida a teoria da luz tal como se encontra no texto original de Huygens, e depois até mencionar o surgimento da teoria eletromagnética no XIX. (SILVA, 2007, p.150).

De maneira muito didática, e enunciando diversos trabalhos e autores, é discutido o trabalho de Huygens e de seus antecessores, como Galileu, Pascal e Descartes. Ainda na segunda sessão do artigo, Silva, (2007) discute as divergências entre Newton e Hooke sobre a concepção corpuscular ou ondulatória da luz, e como a luz deveria ser constituída de ondas mecânicas longitudinais, pois o conceito de onda eletromagnética só surge com Maxwell, que inaugurou uma nova fase da Teoria da Luz. Essa parte passa despercebida pela maioria dos professores de Física e pelos estudantes, assim como a mudança na concepção de onda longitudinal para onda transversal. No terceiro capítulo, é discutido o livro *O Tratado da Luz*, de Huygens, resumindo os seis capítulos do livro. As contribuições de Thomas Young e James Maxwell são descritas nas seções subsequentes. Na conclusão, salienta a necessidade de os professores estarem atentos às novas pesquisas na área do ensino de ciência.

Entretanto, na obra de Huygens, não há nenhuma menção à ação a distância, presente no conceito do eletromagnetismo, nem características básicas da física ondulatória, como frequência, amplitude ou comprimento de onda. A onda defendida por Huygens movimentava-se através dos corpúsculos do éter que envolvem o corpo. Silva, (2007) também descreve o experimento da fenda dupla de Young, que foi importante para a comprovação do caráter ondulatório da luz e do comprimento de onda da luz, apresentando quais mudanças ocorreram no conceito da natureza da luz até o eletromagnetismo de Maxwell, concluindo:

Os professores de Física, em congruência com sua atitude científica, devem manter-se críticos em relação aos livros que tendem a manter por muito tempo em textos congelados, sem incorporar o resultado de novas pesquisas. Além de ficar atentos ao aparecimento de novos trabalhos sobre a história da ciência, que muitas vezes desfazem versões tradicionalmente aceitas, é importante ler as obras originais dos autores (as fontes primárias), o que se tornou mais fácil atualmente devido à sua disponibilidade na Internet. (SILVA, 2007, p. 158).

Embora o trabalho de Silva (2007) seja na área da história da ciência, nota-se a importância do professor-pesquisador para melhorar o ensino de Física.

O trabalho de Cavalcante, Monteiro Rodrigues, Pontes (2013) não é voltado para o ensino de ondas eletromagnéticas, uma vez que foi desenvolvido na área do ensino da física ondulatória. Durante a pesquisa de artigos no ensino de Física, foi muito difícil encontrar materiais voltados à área do ensino de física ondulatória.

Os autores começam explicando o Arduíno, que é uma plataforma de *hardware* que utiliza código aberto, sendo mais interativa para as pessoas que sabem um pouco de programação. Existem diversos tipos de placas Arduinos no mercado, algumas já montadas, outras pré-montadas e seus *softwares* podem ser baixados livremente na *internet*.

Eles também criticam a pouca quantidade de trabalhos na área de ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, comparado a outras áreas do ensino de física, e destaca que a compreensão das ondas sonoras estacionárias pode

auxiliar no entendimento de outras áreas, como eletromagnetismo, óptica e física moderna.

O objetivo do trabalho é estudar ondas sonoras e ondas estacionárias utilizando um Tubo de Kundt e a placa Arduíno.

O Tubo de Kundt é um tubo no qual se formam ondas estacionárias, sendo possível observar os harmônicos e determinar a velocidade do som em diversos gases e ambientes. Após dissertar sobre o tubo de Kundt, ondas sonoras e ondas estacionárias, eles descrevem o procedimento utilizando a placa Arduino.

Ao invés de utilizar pó de cortiça, que era usado no trabalho original, utilizou-se uma nova tecnologia educacional, o Arduíno, que media a intensidade sonora, a partir de um microfone, instalado ao longo do tubo, e era analisado pela saída analógica do Arduino. Para visualizar os dados, foi utilizado o *software* Simplot®. A utilização de tecnologias digitais contribui para motivar os alunos no ensino de Física. Além disso, o Arduíno pode ser utilizado em diversas áreas, não sendo exclusivo para essa experiência.

Krapas (2011) trabalha a evolução da história da luz como uma onda eletromagnética, como ela é discutida nos livros didáticos do ensino médio e do ensino superior. Para isso, analisou quatro livros de ensino médio e oito livros de ensino superior para saber como é feito o tratamento didático das ondas eletromagnéticas. Para tal, buscou títulos ou capítulos com os termos equação de onda, equações de Maxwell, ondas eletromagnéticas e radiações eletromagnéticas. A seleção dos livros didáticos ocorreu a partir da avaliação Programa Nacional do Livro de Ensino Médio (PNLEM) de 2009 e os livros mais utilizados em ensino superior. Nos livros da atualidade, é possível identificar seis etapas: pré, introdução, existência das ondas eletromagnéticas, matemática das ondas eletromagnéticas, velocidade das ondas eletromagnéticas e pós. Concluiu-se que há, nos manuais, zonas de afastamento entre o saber sábio e o saber a ser ensinado. Krapas (2011) deixa muito clara a sua metodologia quando explica que

A análise de conteúdo foi guiada pelos seguintes aspectos: como a luz é concebida; quais cientistas são explicitamente ligados a essa concepção e qual o papel que desempenham; que aspectos da obra de Maxwell ainda se fazem presentes nesses livros; como foram contornadas as dificuldades da matemática inerente ao tratamento de Maxwell; qual o encaminhamento utilizado para definir uma OEM; qual o argumento para se afirmar que a luz é uma OEM; e que papel desempenha as experiências de Hertz sobre OEM. (KRAPAS, 2011, p.568).

Os livros didáticos de ensino médio (LDEM) dão uma ênfase à existência das ondas eletromagnéticas, sem contextualizar os trabalhos desenvolvidos por Hertz e Maxwell. A equação de onda e a matemática também não aparecem nos livros didáticos de ensino médio, pois os alunos não possuem o poder retórico da matemática, e os autores tentam traduzir em palavras as equações. Como Krapas (2011, p. 582) menciona “A tarefa de substituir equações por palavras é árdua”. Nos LDEM, a luz é apresentada como uma OEM em concordância com a sua velocidade e a velocidade das OEM no vácuo.

Já os livros didáticos de ensino superior (LDES) abordam de forma mais matemática e com menos explicações escritas o estudo das ondas eletromagnéticas. As equações de Maxwell estão presentes nas publicações e a consequência que foi prever as ondas eletromagnéticas também. Contudo, mais da metade dos livros analisados não apresentam no texto que as relações entre a velocidade da luz e a velocidade das OEM são iguais no vácuo.

Krapas (2011) conclui que entre as funções do ensino de Física está a alfabetização científica e que

[...] dimensionar a complexidade histórica associada à natureza eletromagnética da luz constitui uma grande contribuição. Porém, em tempos de discussão sobre os componentes curriculares desse nível de ensino, é necessário admitir que enfrentar o desafio dessa complexidade histórica talvez não seja prioridade. Resta ao professor ter clareza sobre suas escolhas, com vistas a responder aos questionamentos de seus alunos. (KRAPAS, 2011, p. 595).

Pode-se observar que poucos trabalhos foram desenvolvidos na área do ensino de Física Ondulatória nos últimos anos. Já o ensino por pesquisa está crescente no meio pedagógico, mas não foi encontrado nenhum trabalho na área da Física entre as fontes pesquisadas. Dentre as novas tecnologias

educacionais, o celular será usado como ferramenta para realizar esta pesquisa.

3. Pedro Demo como referencial teórico

Pedro Demo é natural de Pedras Grandes, Santa Catarina, nascido em 1941. Sua formação é em teologia e filosofia e doutorado em sociologia pela Universidade de Saarbrücken, na Alemanha. Atualmente é professor titular da Universidade de Brasília e sua atuação acadêmica está voltada para a metodologia científica, principalmente para a educação sob a ótica do desenvolvimento e da pesquisa. Entre suas obras, *Educar pela Pesquisa* (2015) foi o livro que me inspirou a realizar esse trabalho de mestrado profissional e ser o meu referencial teórico

Segundo Demo (2015), os alunos precisam ser mais protagonistas no seu processo de ensino-aprendizagem, e o uso da pesquisa favorece essa situação. Contudo, para o aluno ser um pesquisador e um agente ativo em seu desenvolvimento cognitivo, é necessário que o professor também seja um pesquisador. Seu livro é dividido em duas partes com suas subdivisões: o desafio de educar pela pesquisa na educação básica e o currículo intensivo na universidade, sendo essa parte não importante para esse trabalho. A primeira parte tem as subdivisões entre os pressupostos teóricos, a pesquisa no aluno e a pesquisa no professor.

Uma aula que apenas repassa o conhecimento, como numa sala de aula tradicional, não educa mais do que uma conversa entre amigos ou uma fofoca. O questionamento reconstrutivo, isso é, a formulação dos conceitos a partir de conhecimentos já existentes do aluno com a reconstrução de teorias, é um conceito-chave para a aprendizagem.

Quando o aluno aprende fazendo pesquisas, ele está se desenvolvendo em áreas que serão muito importantes para o seu futuro, em geral, mais importantes que o conteúdo em si. No ensino pela pesquisa, o estudante aprende a trabalhar em equipe e tomar iniciativa perante situações desconhecidas. Ao realizar uma pesquisa, ele deve tomar uma atitude crítica acerca da qualidade do material pesquisado.

O autor destaca que é importante buscar novas formas de avaliação, como a partir de debates e argumentações orais e escritas.

Educar pela pesquisa tem como condição essencial primeira que o profissional da educação seja pesquisador, ou seja, maneje a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana. (DEMO, 2015, pg.2).

Para que a pesquisa do aluno, a sala de aula deve ser um espaço coletivo de trabalho, comunicação e interação.

É essencial desfazer a noção de “aluno” como alguém subalterno, tendente a ignorante, que comparece para escutar, tomar nota, engolir ensinamentos, fazer provas e passar de ano. (DEMO, 2015, pg. 20)

Deve haver um equilíbrio entre o trabalho individual e trabalho em equipe. O trabalho individual desenvolve a iniciativa, renova os interesses e desenvolve competências de argumentar, fundamentar e questionar com propriedade. Demo complementa

Torna-se essencial, desde logo, superar tendências de copiar, imitar, ou de esconder-se atrás de modismos, tergiversações e desculpas, bem como de apenas copiar e impor-se. A habilidade central da pesquisa aparece na capacidade de elaboração própria ou de formação pessoal, que determina, mais do que tudo o sujeito competente em termos formais. (DEMO, 2015, pg. 23)

Saber trabalhar em equipe é uma necessidade da sociedade moderna que traz riscos notórios, como a dificuldade de conseguir a máxima colaboração de todos envolvidos e organizar o trabalho. No ensino pela pesquisa,

Tratando-se de questionamento reconstrutivo, supõe-se que cada um apareça no grupo com elaborações próprias, pesquisa prévia, argumentação cuidadosa, propostas fundamentadas, dados concretos. (DEMO, 2015, pg. 24)

E para realizar a pesquisa deve-se evitar receber coisas prontas, como um texto predeterminado pelo professor, exceto em caso instigador ou realizar experiências como demonstração mantendo o aluno apenas como espectador. O aluno deve buscar sempre a iniciativa, procurando materiais e combatendo a receita pronta. O professor entra como motivador ininterrupto da pesquisa, sendo um orientador para os grupos e trazendo materiais que auxiliem as oportunidades (livros, revistas, sites, artigos, experiências...).

Em seu papel de orientador, o professor deve estar atento para incentivar o aluno a expressar-se de maneira fundamentada, questionar, exercitar a formulação própria, reconstruir teorias e cotidianizar a pesquisa.

Demo também sugere formas alternativas de avaliação, pois na educação pela pesquisa um acompanhamento qualitativo da educação é necessário, uma vez que o fim não é tão importante quanto os meios. Para isso, interesse por pesquisa, as elaborações próprias e a participação ativa devem estar presentes na avaliação do professor.

O aluno precisa adquirir a confiança de que é avaliado pelo desempenho geral e globalizado, verificando todo dia em seu ritmo participativo e produtivo, não por momentos estereotipados, nos quais é submetido sobretudo ao esforço da memorização e cópia. A “cola” é muitas vezes a resposta merecida para a aula copiada (DEMO, 2015, p.45)

Já o professor que ensina por pesquisa está em um processo de atualização pedagógica constante, pois o ensino por pesquisa é o sentido contrário da aula pronta e copiada. O professor deve sempre buscar estar presente em eventos e congressos.

Existem cinco desafios da pesquisa com fim educativo, citados a seguir

I – (Re)construir um projeto pedagógico próprio

O projeto pedagógico próprio será a base do projeto pedagógico da escola, já que seria uma simples impossibilidade imaginar que professores incapazes de elaborar seu próprio projeto, poderiam juntos, elaborar um projeto coletivo. No máximo vai sair uma colcha de retalhos ou coisa encomendada. Sua adequada elaboração implica, necessariamente, pesquisa, atualização constante, teorização das práticas, aprendizagem de outras experiências, autocrítica permanente e assim por diante. (DEMO, 2015, p.48)

II – Textos científicos próprios

Segundo Demo, a maioria dos professores não se sente capaz de produzir textos científicos próprios. Contudo, o professor que gera seus próprios textos, terá maior facilidade para fazer que seus alunos também os produzam. O professor deve definir um tema predileto, concentrar esforços em torno do tema, pesquisar o tema e teorizar as práticas.

III – Fazer o próprio material

Para Demo, os materiais didáticos fazem o oposto do questionamento reconstrutivo.

Desde logo, será muito importante evitar que o professor se torne apenas usuário de material didático alheio, decaindo na condição de

mero porta-voz. Se isto suceder, o material didático realiza exatamente o contrário do que deveria realizar, porque, em vez de instigar o questionamento reconstrutivo, consolida a condição de objeto de ensino. (DEMO, 2015, p.54)

IV – Inovar na prática pedagógica

De posse de um projeto pedagógico próprio, criando seus próprios materiais didáticos, o professor terá maior facilidade para apresentar propostas pedagógicas inovadoras perante as dificuldades dos alunos. A inovação na prática pedagógica também permite reorganizar o currículo e o tempo curricular e por fim, auxiliará a avaliação do desempenho do aluno.

V – Recuperar constantemente a competência

O fracasso do aluno no ensino está relacionado a falta de competência do professor.

[...] parece claro que a aula meramente expositiva, que apenas ensina a copiar, planta o fracasso. A formação da competência no aluno é fenômeno correlato ao da competência do professor. (DEMO, 2015, p.58)

O professor precisa se atualizar com cursos longos de capacitação, onde possa pesquisar, discutir, reformular seu projeto pedagógico, teorizar práticas para manter sua atualização permanente.

Nessa proposta de trabalho, haverá aulas tradicionais, que Demo crítica, e atividades de pesquisa dos alunos, proporcionando que os alunos exercitem a formulação própria, reconstruam teorias e cotidianizem a pesquisa. As aulas expositivas irão acontecer pois os alunos ainda não estão acostumados a trabalhar através da pesquisa. Como os alunos que estão no último ano do ensino médio e por terem passado sua vida escolar com aulas tradicionais, considero que seria uma mudança muito brusca na forma de aprendizagem. A aula tradicional, isto é, a aula expositiva, também é importante para conseguir desenvolver os conteúdos programados e dar uma base para os alunos saberem o que pesquisar.

No final desse trabalho de mestrado, os alunos irão desenvolver um vídeo, que será disponibilizado no *youtube*, sobre as aplicações das ondas

eletromagnéticas que eles pesquisaram. O professor irá avaliar as apresentações e os trabalhos e só irá intervir se necessário.

4. Aplicação do Projeto de Mestrado

O projeto foi aplicado no início do ano letivo de 2016, no Colégio Farroupilha, localizado em Porto Alegre-RS, com as cinco turmas da terceira série do Ensino Médio. O ano letivo iniciou na segunda-feira do dia 22 de fevereiro, porém as aulas com as turmas foram iniciadas apenas na terça-feira, pois, no primeiro dia, os alunos chegaram à escola em um horário diferenciado e ocorreram diversas atividades de boas-vindas e integração.

O currículo de Física da terceira série do Ensino Médio contempla o estudo da física ondulatória, eletrostática, eletrodinâmica, eletromagnetismo e física moderna. Pelo planejamento realizado no ano de 2015, física ondulatória e eletrostática deveriam ser abordadas no primeiro trimestre do ano letivo, eletrodinâmica no segundo trimestre e os demais conteúdos no terceiro trimestre. Para aplicar o projeto, foram separadas quatro semanas (12 períodos) para o estudo das ondas eletromagnéticas, conforme o cronograma mostrado na tabela abaixo. Cada aula tem duração de 50 minutos.

Quadro 2 – Cronograma de planejamento das aulas

Aula	Tipo	Descrição	Procedimento
1	Aula de Apoio	Apresentação do professor e dos conteúdos que serão estudados na terceira série do ensino médio. Orientações de como realizar pesquisas.	Aula expositiva dialogada. Ao final da aula, os alunos responderão a duas perguntas sobre conhecimentos prévios de luz e onda.
2	Aula de Apoio	Introdução à física ondulatória: definição de onda e classificação quanto à sua natureza. Aplicações cotidianas das ondas eletromagnéticas. Uso de	Aula expositiva dialogada e, ao final da aula, os alunos formarão grupos para as futuras atividades.

		episódios da história da ciência. Apresentação do trabalho que os alunos deverão desenvolver.	
3	Texto entregue pelo professor e pesquisa com o uso da <i>internet</i> .	Newton x Huygens, análise histórica da evolução do conceito da luz.	Os grupos deverão fazer uma síntese das ideias do texto e da sua pesquisa.
4	Texto entregue pelo professor e pesquisa com o uso da <i>internet</i> .	A descoberta do infravermelho e do ultravioleta.	Os grupos deverão fazer uma síntese das ideias do texto e da sua pesquisa.
5	Aula de Apoio	Classificação das ondas quanto a sua direção de vibração. Características físicas das ondas (velocidade, comprimento de onda, frequência, etc.).	Aula expositiva dialogada e, ao final da aula, os alunos irão responder a duas questões de física ondulatória.
6	Texto entregue pelo professor e pesquisa com o uso da <i>internet</i> .	A descoberta da onda de rádio e da onda eletromagnética.	Os alunos deverão fazer uma síntese de sua pesquisa.
7	Pesquisa a ser realizada pelos alunos com o uso da <i>internet</i> .	Breve comentário sobre a Lei das Antenas, pesquisa e discussão em grupos sobre os efeitos das ondas eletromagnéticas de celular no	Os alunos deverão entregar uma síntese de sua pesquisa na aula 10.

		corpo humano.	
8	Aula de Apoio	Exercícios sobre classificação das ondas e características físicas.	Os exercícios serão realizados nos mesmos grupos que fazem as pesquisas.
9	Pesquisa a ser realizada pelos alunos com o uso da internet.	Quais os efeitos do ultravioleta (UV) no corpo humano? Quais tipos de UV existem e como funciona a roupa com proteção UV?	Os alunos deverão entregar uma síntese de sua pesquisa na aula 10.
10	Aula de Apoio	Correção dos exercícios e eventuais dúvidas.	
11	Questionário	Questionário a ser respondido no <i>Google docs</i> sobre a opinião dos alunos a respeito dessa abordagem e algumas questões de física.	Avaliar as respostas dos alunos.
12	Apresentação da pesquisa realizada pelos grupos.	Apresentação dos vídeos que os grupos fizeram.	

Contudo, o professor planeja suas aulas, mas atividades extracurriculares são inseridas, logo é necessário adaptar. O que aconteceu está sintetizado no quadro abaixo.

Quadro 3 – Cronograma das Aulas Realizadas

Aula	Tipo	Descrição	Procedimento
1	Aula de Apoio	Apresentação do professor e dos conteúdos que serão estudados na terceira série do ensino médio. Início da física ondulatória.	Aula expositiva dialogada. Conceito e definição de onda.
2	Aula de Apoio	Introdução à física ondulatória: definição de onda e classificação quanto a sua natureza. Aplicações cotidianas das ondas eletromagnéticas. Questionamento de como é possível descobrir uma onda não visível.	Aula expositiva dialogada.
3	Aula de Apoio	Retomada da aula anterior e espaço para expor as dúvidas e os questionamentos. Classificação das ondas quanto à direção de vibração e direção de propagação. Apresentação do trabalho de pesquisa que os alunos fariam.	Aula expositiva dialogada com interação e questionamentos por parte dos alunos sobre as ondas eletromagnéticas e acústicas.
4	Texto entregue pelo professor e pesquisa com o uso da <i>internet</i> .	Evolução do conceito de luz. Entrega do artigo de SILVA (2007)	Metade da aula expositiva dialogada e metade da aula com os alunos trabalhando em grupos para leitura do artigo.
5	Aula de Apoio e leitura de artigo	Características físicas das ondas (velocidade, comprimento de onda,	Aula expositiva dialogada e continuação do

		frequência, etc.).	trabalho em grupo da leitura do artigo.
6	Aula utilizada pelo SOE	O Serviço de Organização Educacional (SOE) utilizou o período para discutir as regras da escola e os incidentes que ocorreram no primeiro dia de aula.	-
7	Aula utilizada pela coordenação da escola.	A coordenação pedagógica utilizou o período para apresentar à terceira série do ensino médio os resultados dos alunos que se formaram em 2015 nos vestibulares de 2016.	Entrega da síntese do artigo e pesquisa sobre a evolução do conceito de luz.
8	Aula no Laboratório de Física	Demonstração de ondas transversais, longitudinais. Visualização de ondas estacionárias e harmônicas.	Aula conduzida pelo professor do Laboratório de Física.
9	Aula de Apoio	Exercícios sobre classificação das ondas e características físicas.	Exercícios sobre classificação das ondas e características físicas.
10	Aula de Apoio	Correção dos exercícios e eventuais dúvidas sobre as pesquisas.	Interação com os alunos e entre eles para discussão sobre as dúvidas.
11	Aula de Apoio	Início do conteúdo de fenômenos ondulatórios.	Aula expositiva dialogada sobre os fenômenos ondulatórios da reflexão e refração.
12	Apresentação	Apresentação dos vídeos que	Apresentação dos

da pesquisa realizada pelos grupos.	os grupos fizeram.	vídeos produzidos pelos grupos e debate.
-------------------------------------	--------------------	--

4.1 Primeira Aula

Na terça-feira, dia 23 de fevereiro de 2016, era efetivamente o primeiro dia de aula para os alunos. Nas cinco turmas foi realizado o mesmo procedimento, apresentei-me para os alunos, falei sobre minha formação, sobre os lugares em que já trabalhei, por que resolvi ser professor de Física e, em seguida, apresentei a disciplina de Física para a 3ª série do ensino médio, assim como as avaliações que seriam feitas. Essa apresentação levou 25 minutos, considerando o tempo necessário para ligar o computador, fazer o primeiro *login* na máquina e a troca das salas. No tempo restante, iniciei o conteúdo de física ondulatória, a definição do conceito de onda, falando sobre ondas marítimas e tsunamis, baseado no artigo de SILVEIRA (2007) que aborda tal assunto. Os alunos não tiveram acesso direto ao artigo, apenas realizei uma apresentação de *slides* e, durante a apresentação, comentei sobre o artigo e que ele estaria disponível para lerem durante um trabalho a ser realizado no primeiro trimestre do ano letivo. Quando comentei que eles iriam ler artigos e fazer sínteses, o retorno não foi positivo, com grupos de alunos já reclamando que teriam que realizar a leitura de textos.

4.2 Segunda Aula

Na aula seguinte, em aula expositiva dialogada com auxílio de apresentação de *powerpoint*, foi apresentada a definição de onda e suas classificações quanto à sua natureza. Quando falei das ondas eletromagnéticas, mencionei o “macete” RaMILUX-G (rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio x e raio gama), comentei que as ondas estavam ordenadas em ordem crescente de frequência, apesar de não ter trabalhado as características físicas das ondas, os estudantes já tinham o conceito de frequência quando estudaram movimento circular uniforme e movimento harmônico simples. Ainda tratando do espectro eletromagnético,

mostrei algumas aplicações de cada onda no dia a dia. Comentei que as ondas de rádio englobam ondas de rádio AM, FM, televisão e celular. Também foi comentado que os sensores de movimento detectam as ondas eletromagnéticas na região do infravermelho, e os raios ultravioleta, divididos em UVA, responsável pelo envelhecimento da pele, e o ultravioleta UVB, o responsável pelo bronzeamento e queimadura da pele. Durante a aula expositiva dialogada, instigava os alunos perguntando como era possível detectar uma onda, por exemplo, o ultravioleta, se ele não é visível e ondas não transportam matéria? Como descobriram as ondas de rádio? E as micro-ondas? Essas indagações fizeram os alunos questionarem como os cientistas descobrem qualquer fenômeno e porque os descobrem. Contudo, eles queriam a resposta dos questionamentos e o fato de eu não dar a resposta, deixou-os desconfortáveis.

4.3 Terceira Aula

Na terceira aula, novamente uma aula expositiva dialogada. Iniciei a aula lembrando a classificação quanto à natureza das ondas e perguntei se tinham dúvidas em relação à aula anterior. Após a pergunta, surgiram diversos questionamentos nas turmas. Na turma 3A, uma aluna falou “eu tenho uma dúvida. Como que descobriram as ondas que não são visíveis?”. Antes que eu pudesse responder, um aluno da turma falou, “foi usando termômetros, na decomposição da luz branca e aquecia mais ao lado do vermelho”. A turma olhou para ele e ele complementou “ah, sôr, eu fiquei curioso sobre a aula passada, e na *wikipedia* responde rapidinho”. Na turma 3B, o aluno X perguntou porque o ultrassom não é uma onda eletromagnética? Na turma 3C, a aluna Y perguntou porque coloquei um hífen e escrevi RaMILUX-G, um macete utilizado por diversos professores de Física para os alunos lembrarem das ondas eletromagnéticas (rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio x e raio gama). Na turma 3D, houve diversos questionamentos por vários alunos. Novamente o questionamento sobre o ultrassom, como funcionava o sonar, quando ocorre o eco, qual onda eletromagnética é usada nos radares de fiscalização de velocidade, o que é o efeito *Doppler*, por que o UVA penetra mais na pele que o UVB, se o UVB tem maior frequência. E na

turma 3E perguntaram se iriam estudar o conteúdo de física acústica. Alguns questionamentos eu respondi (perguntas sobre o ultrassom, o hífen em RaMILUX-G e física acústica), e para os outros questionamentos eu disse “hoje mesmo vamos falar sobre isso, espera só um pouquinho que até o fim da aula vai estar respondido, tá?”. Retomei a aula com as outras formas de classificação das ondas, agora em relação à direção de vibração (longitudinal e transversal) e direção de propagação (unidimensional, bidimensional e tridimensional).

Nos últimos dez minutos do período, em cada turma, apresentei a proposta do presente trabalho para as turmas e a metodologia que deveriam seguir, orientei que, em grupos de até cinco integrantes, deveriam criar um vídeo sobre aplicações das ondas eletromagnéticas. Nos vídeos, de até 5 minutos, que deveriam ser disponibilizados no *youtube*, era necessário mencionar como ocorreu a descoberta dessa onda eletromagnética, como evoluiu essa tecnologia e os benefícios e malefícios que trouxe para a sociedade. Além disso, iriam ler artigos sobre a história da ciência, afinal, no século XVII e XVIII, Newton defendia que a luz era uma partícula, enquanto outros cientistas defendiam que a luz era uma onda. Por quê? E por que consideramos que a luz é uma onda? Como foram descobertas as ondas de rádio, infravermelho, ultravioleta, raio x e quando descobriram que essas eram ondas eletromagnéticas? Os artigos lidos e as pesquisas realizadas deveriam ser sintetizados em um texto. Se houvesse plágio, o trabalho seria zerado. A recepção ao trabalho foi boa, pois o conteúdo de física ondulatória estava agradando aos estudantes. A aluna Z comentou, “*esse ano eu até estou gostando de Física, não tem cálculos e a gente até vê que tem aplicações*”. Entretanto, alguns estudantes reclamaram que, nos últimos anos, todos os professores pedem para desenvolverem trabalhos em formato de vídeos. Embora os alunos gostem de fazer trabalhos em formato de vídeos e consideram uma boa forma de aprender, eles julgam muito trabalhosa a edição dos vídeos, pois um texto é muito mais rápido de ser feito, além de ser mais fácil de serem copiados trechos da internet.

4.4 Quarta Aula

No início da segunda semana das quatro dedicadas à realização desse trabalho, iniciei a aula com a discussão sobre como se modificou e evoluiu o conceito do que é a luz visível ao longo história. Iniciei a aula falando sobre as primeiras teorias, na Grécia Antiga, de Aristóteles (384-322 a.C), que dizia que a luz era uma onda que provinha dos objetos visíveis até os nossos olhos. Comentei, brevemente, as ideias de Empédocles (492-432) e Euclides (330-270), que tanto os árabes quanto os chineses também tinham teorias próprias sobre a natureza da luz visível, até chegar à controvérsia entre Isaac Newton, que defendia que a luz era constituída de partículas, e Robert Hooke e Christiaan Huygens, que defendiam que a luz era uma onda. Em média, utilizei 20 minutos de cada período para fazer essa introdução. Pedi para os alunos se dividirem em pequenos grupos e realizarem a leitura das quatro primeiras páginas do artigo SILVA, F. (2007). Após, deveriam fazer uma síntese desse artigo, que explora como ocorreu a evolução da teoria ondulatória da luz e como os livros didáticos abordam esse episódio da história da ciência. Caso não terminassem a leitura ou a síntese, poderiam finalizar em casa para que pudessemos realizar a discussão na aula seguinte. Nenhum grupo terminou a leitura, aliás, poucos grupos se envolveram na leitura. Não acharam o artigo interessante e perguntaram se não poderiam fazer pesquisas na internet sobre a evolução do conceito da luz, utilizando seus *ipads*, *tablets* ou *smartphones*. Falei que eles poderiam pesquisar na internet. Entretanto, a leitura do artigo era fundamental para começarem a se acostumar com essas leituras que serão realizadas ao longo da vida acadêmica deles.

4.5 Quinta Aula

Na quinta aula discutimos as características físicas das ondas, como comprimento de onda, período, frequência, amplitude e velocidade média de propagação. Foi uma aula expositiva dialogada, com pouca interação entre os estudantes, que mais ficaram atentos em copiar e fazer perguntas direto para o professor. As perguntas todas eram relacionadas à quantidade de ondas que

apareciam em alguma imagem. Após, foi explicado que todas as ondas eletromagnéticas, no vácuo, propagam-se na velocidade da luz de 3×10^8 m/s, desse modo, o “macete” RaMILUX-G estava ordenado na ordem crescente da frequência das ondas – e decrescente de comprimento de onda -. Do ponto de vista quântico, as ondas eletromagnéticas eram possuíam partículas sem massa chamadas fótons, cuja energia transportada por cada fóton era diretamente proporcional a frequência da onda eletromagnética. Ou seja, energia do fóton e frequência, para uma onda eletromagnética, eram grandezas proporcionais. Repeti essa frase algumas vezes até que um aluno, em apenas uma turma, notasse que eu falava sempre em ondas eletromagnéticas e fizesse a pergunta: *e a energia das ondas mecânicas não depende da frequência delas?* Respondi que não, na esperança de novo questionamento, mas esse não aconteceu. Nos últimos dez minutos, pedi para continuarem a leitura do artigo. Novamente foi um fracasso total, eles nem sequer começaram a leitura. Lembrei-os de que a síntese dos artigos era para a próxima aula.

4.6 Sexta aula

Na sexta aula, esperava recolher a síntese dos textos e iniciar a discussão sobre a descoberta do infravermelho e do ultravioleta. Contudo, o SOE (serviço de orientação educacional) utilizou o período de Física para conversar com os alunos sobre as regras da escola e sobre os incidentes que ocorreram no primeiro dia letivo, em que diversos alunos tiveram uma postura inadequada e se acharam superiores aos demais alunos da escola, pois agora estavam no terceiro ano. E, no final da manhã do primeiro dia, também ocorreram problemas entre alunos da terceira série do colégio e alunos de uma escola próxima. Meu planejamento foi alterado e esperava fazer a mesma atividade no dia seguinte. Contudo, lembrei que tinha marcado atividade no Laboratório de Física.

4.7 Sétima Aula

Quando cheguei à escola para o meu sétimo dia letivo – terceira semana de aula -, o coordenador do Ensino Médio me informou que utilizaria os

períodos de Física para dar os avisos gerais sobre a terceira série do ensino médio e falar sobre os projetos da escola, aprovações em concursos vestibulares de 2016 e os resultados do exame nacional do ensino médio (ENEM). Já notei que seria impossível realizar tudo que eu pretendia em sala de aula. Pedi que os alunos entregassem a síntese do texto, mas poucos grupos a fizeram. Decidi que todas as leituras que estavam planejadas para serem realizadas na sala de aula seriam realizadas fora do ambiente escolar, as leituras seriam feitas pelos alunos em suas casas e que, na sala de aula, faríamos debates acerca das leituras. Todos os resumos das leituras e pesquisas realizadas pelos grupos seriam entregues no dia da apresentação dos vídeos que eles produziram sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas. Os artigos e textos de apoio foram colocados no portal do aluno, no *site* da escola, e os alunos, a partir do seu usuário e senha, podiam fazer a leitura ou realizar o *download* dos textos.

4.8 Oitava Aula

Na oitava aula de Física do ano letivo, os alunos foram para o Laboratório de Física, onde o professor responsável pelo laboratório realizou demonstrações com o auxílio de uma mola com 2 metros de comprimento, sendo esticada a 6 m, mostrou a propagação das ondas transversais, longitudinais e ondas estacionárias. Também foi realizada uma atividade prática para determinar a velocidade média de propagação de uma onda estacionária e aprender e visualizar ondas estacionárias e harmônicos. O roteiro encontra-se como Anexo I.

4.9 Nona Aula

Na última aula da terceira semana do ano letivo de 2016, os alunos reuniram-se em grupos para fazer exercícios de vestibulares e do ENEM sobre física ondulatória. Eles também podiam aproveitar o tempo para fazer a leitura de algum artigo, mas não houve alunos interessados nessa atividade.

O meu planejamento foi bastante alterado devido a algumas interrupções imprevistas e, em algumas aulas, não conseguia chegar ao meu

objetivo ora pelos alunos estarem muito interessados, caso da terceira aula, ora pelos alunos não demonstrarem interesse algum, caso das aulas de leitura de artigos. De fato, isso gerou uma frustração por não conseguir seguir o meu plano e ter um calendário rígido de conteúdos a ser vencido. Contudo, a interação professor-aluno e entre os alunos ultrapassou as barreiras da sala de aula ocorrendo no mundo virtual. Embora os alunos não gostassem de fazer as leituras na sala de aula e utilizassem esse tempo para procrastinar, fora da sala de aula eles realizaram as leituras e pesquisas através do computador ou de seus *smartphones*, utilizando redes sociais, como *Facebook*, *Whatsapp* e *Twitter*, interagindo comigo e entre eles. As perguntas eram as mais variadas: “posso te enviar o resumo do nosso trabalho pra tu ver se está bom?”, “esse site pode ser considerado confiável?”, “o vídeo pode passar de 5 minutos?”, “não estou encontrando nenhum artigo sobre a história do micro-ondas, tu tem algum artigo pra nos enviar?”, “estamos com dúvidas, precisamos escrever nossas sínteses como um artigo, tipo nas normas da ABNT, ou podemos escrever normal?”.

Seguem alguns exemplos da interação que ocorreu através da rede social *Facebook*.

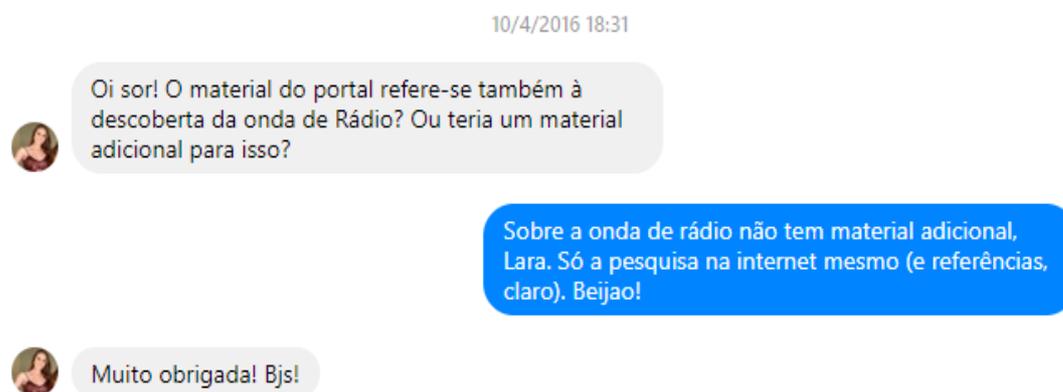


Figura 1- Aluna interagindo com o professor através da rede social

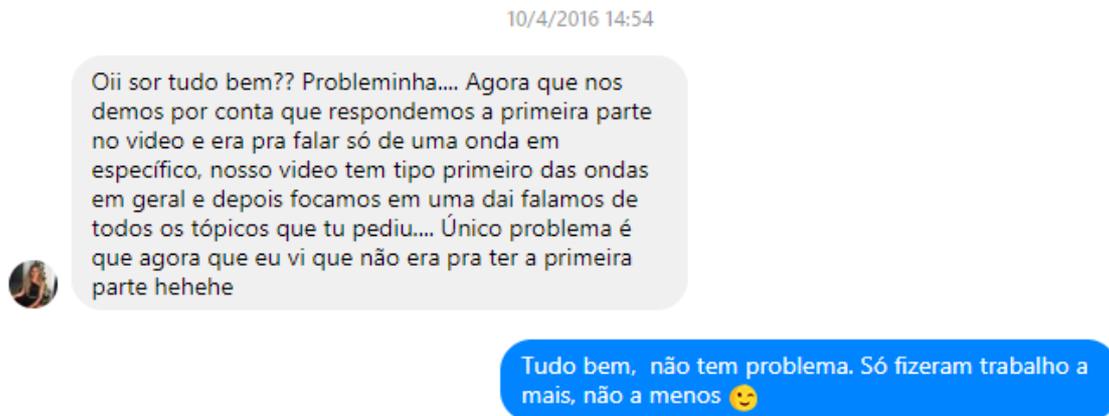


Figura 2- outro exemplo de interação virtual

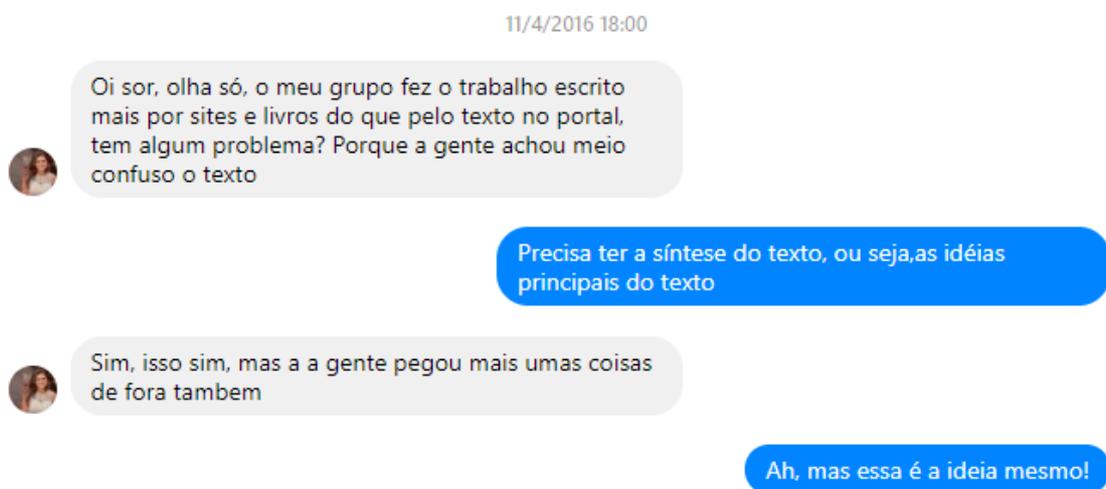


Figura 3 - aluna achou a leitura do artigo confusa e foi atrás de outras fontes de referência

Alguns alunos também terminaram o trabalho antes do prazo e pediram para dar uma opinião sobre a qualidade do trabalho. Caso não estivesse bom, poderiam ainda melhorar o texto.

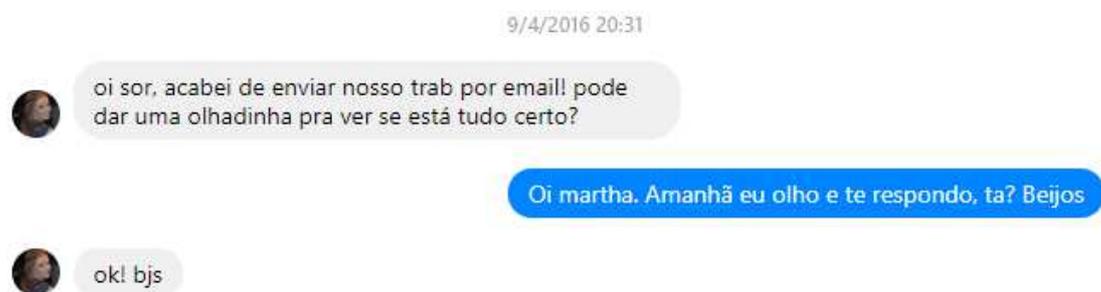


Figura 4 - aluna pede opinião sobre a qualidade do trabalho

Algumas perguntas feitas pelos alunos eram muito boas e foram retomadas na sala de aula.



Figura 5 - Aluno questiona quando foi formulada a definição de onda

Nem todas as ondas tinham um artigo em revistas de ensino de física para serem lidas como material de apoio. Por não encontrarem, os alunos pediram auxílio.

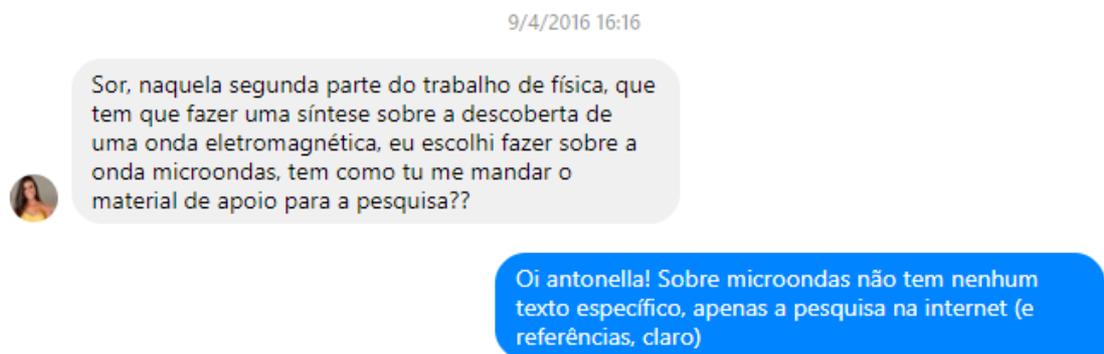


Figura 6 - aluna procura artigo sobre a história do micro-ondas



Figura 7- aluno com dúvidas sobre a fonte e o tamanho que precisa utilizar para fazer o texto

Observando que as aulas programadas não estavam de acordo com as aulas realizadas, entendi que o projeto de mestrado não estava sendo realizado em sala de aula, no horário convencional, mas sendo feito em sala de aula e à distância, como em um ensino híbrido. Consegui orientar os alunos a manterem uma rotina de estudos e não apenas a prestar atenção em sala de aula.

A escola utiliza duas plataformas virtuais para aprendizagem à distância. O *gvdasa*, no qual se encontram o caderno de chamada, as notas digitadas e o espaço para o professor disponibilizar arquivos para os estudantes. No *gvdasa* não há interação entre o professor e os estudantes. A escola também utiliza o *moodle*, em que é possível conversar com os alunos, criar fóruns para as dúvidas e os debates, a fim de que a interação ocorra também fora da sala de aula, além de disponibilizar arquivos. Contudo, os estudantes não gostam da plataforma *moodle*, o ambiente não é familiar como o ambiente das redes sociais *facebook* e *twitter*, que são as redes sociais mais utilizadas por eles, tanto para lazer quanto para aprendizagem. Talvez por isso, em nenhum momento, o *moodle* foi utilizado para sanar as dúvidas.

O portal do colégio tem limitação de quantidade de arquivos que podem ser enviados, então nem todos os artigos que serviram de textos de apoio puderam ser disponibilizados. Foram disponibilizados apenas os textos que todos os alunos deveriam ler.

Para haver uma dedicação maior por parte dos grupos, tive de recorrer à nota. O problema é que a escola possui um cronograma de avaliações fechado, sendo 1.0 ponto de Laboratório, 1.0 ponto de simulado, 3.0 pontos de uma avaliação parcial e 5.0 pontos de uma avaliação no final do trimestre. Conversei com o coordenador do ensino médio da escola e tive a permissão para alterar um pouco a divisão das notas, então a avaliação desse projeto ficou da seguinte maneira: todas as sínteses dos artigos e pesquisas realizadas foram enviadas para o meu e-mail institucional, em um documento de texto, e foi atribuída uma nota máxima de 0.6 pontos. Essa nota correspondeu a 20% da nota da avaliação parcial e substituiu as questões dissertativas do teste. Os outros 80% da nota, ou seja, 2.4 pontos foram de questões objetivas, que

incluiram questões criadas por mim sobre os artigos e discussões da sala de aula acerca da história da ciência e descoberta das ondas do espectro eletromagnético. Os vídeos produzidos pelos estudantes foram postados no *youtube*, e o *link* enviado para o meu e-mail institucional correspondeu a 50% da nota das atividades do Laboratório de Física (0.5 pontos). Como o primeiro trimestre foi dedicado para o estudo da física ondulatória e eletrostática, foram poucas atividades experimentais realizadas no laboratório, a maioria das atividades foram demonstrativas. Embora minha avaliação parcial tenha sido realizada no dia 31 de março de 2016, os textos podiam ser entregues até o dia da apresentação dos vídeos, que ocorreu no dia 13 de abril de 2016.

4.10 Décima Aula

Iniciando a quarta semana de aulas, a décima aula foi para que os alunos tirassem as dúvidas sobre os exercícios de física ondulatória e sobre os artigos que leram ou sobre suas pesquisas. Por faltar apenas uma semana para a primeira avaliação e sabendo que não teriam outra oportunidade para tirarem as dúvidas, essa foi a aula com maior atenção por parte dos alunos.

Não foi realizado o questionário no *googledocs*, como estava previsto no planejamento inicial, pois o envolvimento dos alunos no projeto ocorreu muito fora da sala de aula e preferi apenas conversar com os estudantes. Durante a conversa, ficou bem claro que eles não gostam de ler textos nem artigos científicos, mas demonstraram interesse pela história da ciência e de como ocorreu o desenvolvimento científico.

Após algumas aulas de fenômenos ondulatórios que não faziam parte do projeto de mestrado profissional, ocorreu a apresentação dos vídeos produzidos pelos estudantes, identificada de aula 12 na tabela. Todas as turmas prestaram bastante atenção nas apresentações dos vídeos e alguns trabalhos ficaram ótimos.

4.11 Décima primeira aula

Com o término das aulas dedicadas à aplicação desse projeto de mestrado, foi iniciado o conteúdo de fenômenos ondulatórios com uma aula

expositiva dialogada, na qual expliquei a importância dos fenômenos ondulatórios no nosso cotidiano. Essa aula e as aulas seguintes não fizeram parte da aplicação do projeto.

4.12 Décima segunda aula

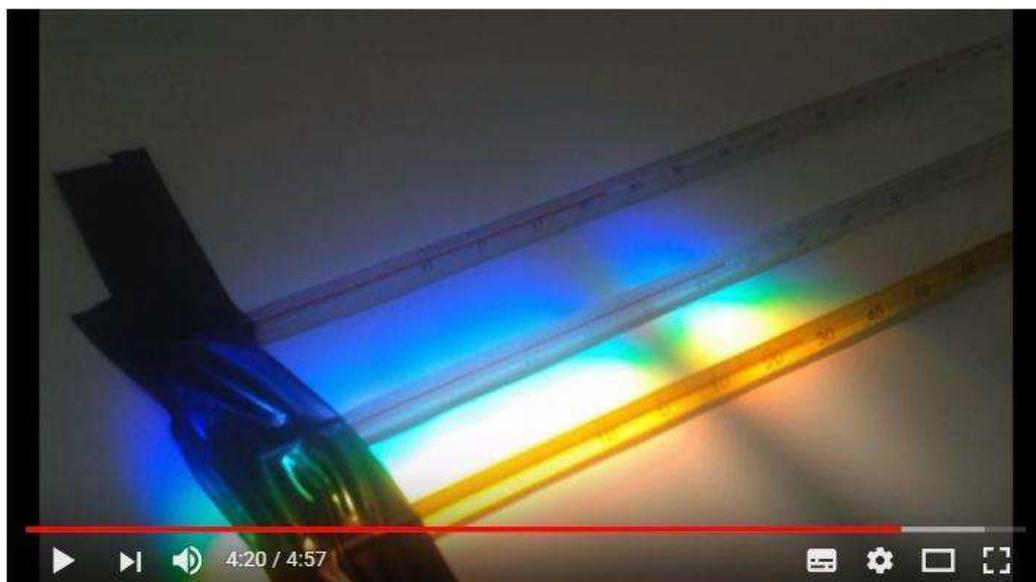
A apresentação dos vídeos não ocorreu na décima segunda aula. Para os alunos terem mais tempo para realizar as pesquisas e preparar o trabalho, a entrega dos textos com os resumos das pesquisas e a apresentação dos vídeos aconteceram três semanas após o término do conteúdo de física ondulatória. Em cada turma, foram apresentados os vídeos e, após, foi discutido se cada vídeo abordava todos os tópicos exigidos. Ao final, os alunos podiam fazer perguntas para os integrantes do vídeo que estava sendo apresentado.

5. Análise dos Resultados

Os alunos postaram os vídeos no *youtube* e enviaram o *link* para o meu e-mail institucional. Junto com o *link*, estavam anexadas as pesquisas que os alunos fizeram. Os vídeos desenvolvidos pelos alunos foram sensacionais, superando a minha expectativa. Abaixo, descrevo brevemente alguns vídeos. Ao todo, foram produzidos 37 vídeos de até 5 minutos. Todos disponíveis no *youtube*.

Por terem sido estudadas sete ondas no espectro eletromagnético, e todos os grupos discutiram a natureza da luz visível, os trinta e sete trabalhos de vídeos foram sobre as seis ondas eletromagnéticas restantes – rádio, micro-ondas, infravermelho, ultravioleta, raio x e raio gama -. Logo, em todas as turmas, os trabalhos sobre a descoberta de determinada onda eletromagnética se repete. Contudo, as aplicações tecnológicas e a forma de como produziram o vídeo são distintas, sendo essa uma vantagem do trabalho de produção de vídeo sobre síntese de textos, em que a criatividade do aluno é mais difícil de ser evidenciada.

Um grupo de alunos, ao estudar a onda eletromagnética com comprimento de onda de infravermelho, escolheu reproduzir e narrar a experiência de William Herschel, separando as cores da luz visível com o auxílio de um aquário e colocando um termômetro em cada cor, mostrando que, no vermelho, a temperatura era maior do que em outras cores, como mostra a figura 8.



Ondas - Infravermelho

1.799 visualizações

👍 29 💬 0 ➦ COMPARTILHAR ⋮

Figura 8 - Print do vídeo dos alunos que reproduziram a descoberta de Herschel. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xD5rdFdJ1IM&feature=youtu.be>

Outro grupo, que também estudou a onda eletromagnética na frequência do infravermelho, preferiu realizar animação com imagens e animações disponíveis na *internet*, legendando as imagens.



Infravermelho

Não listado

32 visualizações

👍 1 💬 0 ➦ COMPARTILHAR ⋮

Figura 9 - Print do vídeo sobre a onda eletromagnética na faixa do infravermelho. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=tWHw5gTegmc&feature=youtu.be>

Alguns vídeos produzidos foram como um filme, no qual os estudantes são os próprios atores.



Guru da física - Raios Gama

31 visualizações

👍 1 🗨️ 0 ➦ COMPARTILHAR ⚙️ 📺 🗪

Figura 10 - Descoberta do raio gama. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KatOHy3EJII&feature=youtu.be>

No estudo da onda eletromagnética com comprimento de onda correspondente ao ultravioleta, um grupo de estudantes fez o vídeo a partir de desenhos, textos e narração, do mesmo modo que ocorre em um canal do *youtube* muito utilizado pelos estudantes, chamado Me Salva! para explicar a experiência realizada por Johann Ritter.



Física- Raios Ultravioletas- 3A Luciano

631 visualizações



Figura 11 - Print sobre o vídeo que explica a descoberta do raio ultravioleta. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=eJkz8oXVseg>

Outro grupo, também estudando a radiação com frequência de ultravioleta, preferiu fazer uma animação sobre os efeitos dos raios ultravioleta UVA e UVB, comparando-os e explicando o que ocorre quando a pessoa entra em uma câmara de bronzeamento.



// ULTRAVIOLETA //

57 visualizações



// ULTRAVIOLETA //

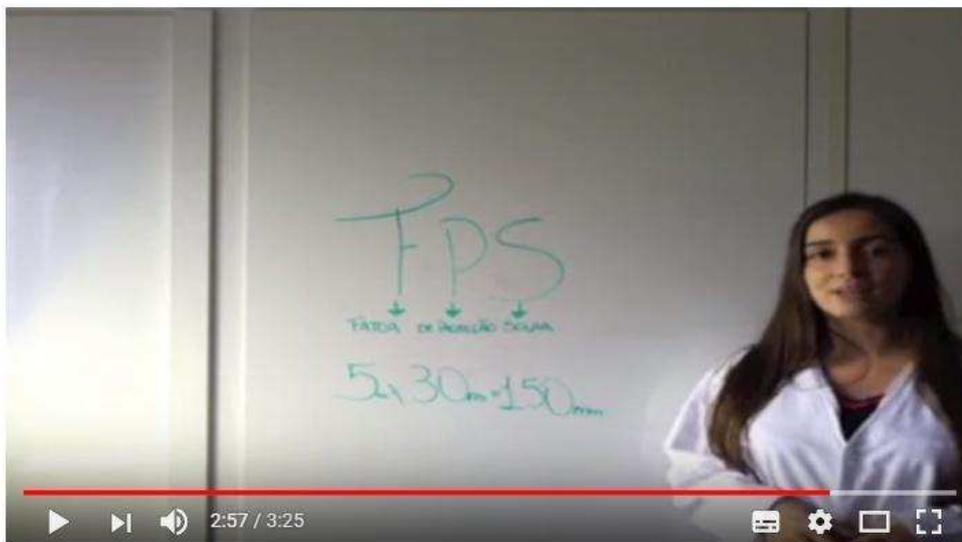
57 visualizações



Figura 12- Print em dois momentos distintos do vídeo sobre os efeitos do raio ultravioleta. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=v61Z7UbbSZc>

Também tiveram trabalhos em que os alunos aparecem como professores, realizando uma aula expositiva dialogada. Em outro trabalho sobre a onda eletromagnética na frequência do ultravioleta, um grupo de alunas falou

sobre o protetor solar, explicando as diferenças e semelhanças entre diversos fatores de proteção solar (FPS) diferentes.



Raios UV- trabalho de física- Colégio Farroupilha

111 visualizações



3



1



COMPARTILHAR



Figura 13 - Print do vídeo sobre raios UV e como funciona o protetor solar. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=O3MH54LJIU8>

Todos os vídeos cumpriram a tarefa de abordar a descoberta das ondas eletromagnéticas e como essa descoberta trouxe aplicações para o nosso cotidiano, enfatizando os benefícios que trouxe para a sociedade. Entretanto, nem todos os vídeos abordam os possíveis malefícios que a onda eletromagnética escolhida trouxe para a sociedade, apenas os grupos que falaram das ondas eletromagnéticas com frequência ionizante mencionaram os possíveis efeitos no corpo humano.

Em relação aos trabalhos escritos pelos alunos, não foi encontrado nenhum plágio. Contudo, todos os textos da primeira parte do trabalho – a evolução do conceito de luz – são muito parecidos, pois todos os grupos leram o mesmo artigo e ao procurar no *Google*, acabam acessando os mesmos sites. Isso é visível ao olhar as referências bibliográficas no final de cada trabalho. A segunda parte do trabalho, os textos ficam mais originais, pois existem diversas aplicações para ondas eletromagnéticas. O fato de ser limitado o número de páginas que eles podiam escrever, também contribuiu para os textos terem ficado mais rasos.

Não fiz nenhuma enquete no *Google forms*, *doodle* ou *surveymonkey*, que atualmente são os *sites* mais utilizados para realizar pesquisas *online*, para avaliar esse trabalho. Na ideia de manter a interação social, apenas conversei com os alunos nas salas de aulas. Todos os alunos acharam o trabalho interessante e aumentaram o interesse pela história da ciência, de fato, pouco é trabalhado nas salas de aulas a construção do conhecimento e como ocorreram as descobertas, e provavelmente quando é trabalhado, o professor atua como um detentor do conhecimento e apenas fala o que aconteceu, deixando o aluno em uma postura passiva no processo ensino-aprendizagem.

A maioria dos alunos não gostou de ter que ler artigos, mas gostaram de pesquisar sobre a história da ciência e aplicações das ondas eletromagnéticas e seus efeitos no corpo humano. Segundo o aluno X “os artigos são muito extensos e enrolam muito, não vão direto ao assunto”.

A criação dos vídeos foi a parte preferida deles, embora a edição dos vídeos demande tempo. A muitos alunos recorrem a vídeo-aulas no *youtube* quando querem estudar algum assunto, pois os alunos acham mais fácil aprender visualmente e auditivamente do que com a leitura. Questionei se eles achavam mais fácil aprender visualmente e auditivamente do que através da leitura e o aluno Y respondeu “Sô, não é bem mais fácil decorar a letra de uma música escutando ela do que lendo?”. Gostei desse argumento.

Agora me arrependo de não ter quantificado as respostas e ter feito um questionário sobre como os alunos enxergam a sua aprendizagem a partir da leitura de textos e a partir da criação de vídeos.

A avaliação mais quantitativa aconteceu na prova que abordou o conteúdo de física ondulatória. Além das questões tradicionais de vestibulares, coloquei uma questão discursiva que pedia para o aluno escolher três ondas do espectro eletromagnético e deveria escrever uma aplicação para cada onda eletromagnética escolhida. Foi a questão da prova com maior acertos.

6. Considerações Finais

Sabemos que o professor não é o “dono do conhecimento”, muito menos “dono da verdade”. Contudo, com a expansão da *internet*, cada vez fica mais óbvio que o estudante não deve ir para a escola apenas para receber conteúdos enquanto fica sentado, pois o acesso à informação ele já tem, basta querer acessá-la.

Em minha opinião, o ensino de Física no ensino médio não é atrativo para os alunos por três motivos: falta de conhecimento matemático, falta de motivação e não entendimento da importância do conteúdo que, muitas vezes, diverge muito da realidade deles.

O uso da pesquisa pelo aluno pode auxiliar muito em dois dos três problemas citados anteriormente, a falta de motivação e o não entendimento da importância de alguns conteúdos. A história da ciência é um assunto que os alunos sentem-se motivados a querer entender, além de trazer o avanço tecnológico. Os alunos envolvem-se, trazem muitas curiosidades para a sala de aula, aprendem a se posicionar de modo mais crítico em relação ao que lêem e tornam-se agentes ativos no seu desenvolvimento cognitivo. O professor é retirado de sua zona de conforto, pois também se torna um pesquisador e também aprende com os alunos, pois aparecerão episódios da história da ciência que ele nunca teve conhecimento ou aplicações tecnológicas desconhecidas. Contudo, a realização de pesquisas e/ou a leitura de artigos demanda uma carga horária mais elevada. Logo, realizar as leituras e pesquisas fora da sala de aula é a solução para poder ensinar através da pesquisa e, ao mesmo tempo, trabalhar os conteúdos de Física na sala de aula.

O uso das redes sociais e da *internet* a partir do celular e/ou *notebook* deveria ser mais explorado pelas escolas e pelos professores para melhorar o ensino-aprendizagem, pois é a ferramenta mais utilizada pelos alunos para realizar pesquisas e consultar dúvidas, além de possibilitar a eles uma constantemente interação, que não se restringe ao horário da aula.

O ponto central da aprendizagem a partir da criação de vídeos é a interação social. Os trabalhos de vídeos são uma excelente forma de explorar a criatividade dos alunos, otimizar o tempo em aula, tornar a aula mais atrativa

para o ensino de Física, colocar o professor no papel de orientador e não de detentor do conhecimento. Os alunos aprendem observando os vídeos produzidos por outros alunos e, o grupo que produz o vídeo aprende ao fazer interagir na construção do vídeo. Os professores deveriam explorar mais em suas atividades a criação de vídeos, além dos benefícios já citados processo de ensino-aprendizagem, os vídeos são desenvolvidos em um horário fora do horário da aula, não afetando as aulas expositivas dialogadas tão tradicionais no ensino. Além disso, existem diversas formas artísticas que podem ser exploradas - textos com desenhos e narração, compilação de imagens e vídeos legendados, alunos que se transformam em atores –.

Trabalhos de sínteses de artigos ou pesquisas ficam muito parecidos, principalmente por haver buscas nas mesmas fontes, há um risco muito grande de plágio e torna-se cansativo para o estudante, pois ele terá que pesquisar todo o conteúdo a ser estudado. O professor também cansa ao ler tantos textos parecidos. Uma escola que tenha 5 turmas em uma mesma série, com 30 alunos em cada turma, se os grupos forem de até quatro alunos serão no mínimo 38 trabalhos para o professor ler e corrigir, algo que também demanda muito tempo.

Normalmente acabamos reproduzindo a forma que aprendemos. Eu estudei em um ensino tradicional, behaviorista, onde era avaliado apenas por provas e pelo meu comportamento na sala de aula. A maioria das escolas ainda reproduz esse ensino. Na faculdade de física tive meu primeiro contato com teorias de ensino-aprendizagem, e achei maravilhosas as teorias construtivistas e humanistas, mas ao entrar na sala de aula me deparei reproduzindo o ensino que na universidade aprendi a questionar – afinal, estou buscando uma aprendizagem com significado, com um ensino tradicional irei atingi-la? É difícil romper com essa visão de ensino. Esse trabalho mostrou que o educar pela pesquisa produz efeitos positivos no ensino de física, exatamente nos dois pontos que eu achava que seria possível melhorar: a falta de motivação e não entendimento da importância do conteúdo.

Atingi meus objetivos nesse trabalho ao contribuir no desenvolvimento de um raciocínio crítico por parte dos alunos, a partir do uso na atividade didática da história das ondas eletromagnéticas, suas aplicações e seus

problemas atuais, sem deixar o ensino tradicional e a resolução de problemas de lado, abordando a teoria de Demo.

Apesar de Demo criticar o ensino tradicional, considero importante manter ele como uma fase de transição entre o ensino através da pesquisa e apenas o ensino tradicional. Mesclar as duas formas de ensino é importante para o aluno se acostumar e notar que também é possível obter a aprendizagem através da pesquisa, pois tive dificuldades em implantar a leitura e a pesquisa na sala de aula. Os alunos estão tão acostumados com o ensino tradicional, que novas formas de ensino podem dar a impressão para os estudantes que não haverá aprendizagem.

Utilizei a valorização do trabalho ao longo do processo e não apenas o resultado final, a partir de um acompanhamento qualitativo do trabalho que era desenvolvido. Como Demo enfatiza, estive sempre presente orientando os alunos, de modo que questionassem, realizassem a formulação própria e para reconstruírem teorias. E a história da ciência é fundamental para desenvolver esses aspectos.

Entre os desafios enfrentados por professor-pesquisador, não utilizei nenhum livro didático, desenvolvendo todo o material que entreguei para os alunos, ao diminuir a quantidade de aulas tradicionais, estava reconstruindo um projeto pedagógico próprio, inovando na minha prática pedagógica e cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Física é onde recuperei a minha competência, me atualizando e descobrindo novas atividades para o ensino.

Em outros anos eu já tinha realizado trabalhos com produção de vídeos pelos estudantes. Contudo, os vídeos foram produzidos depois de todo o conteúdo ter sido explicado e fez parte do encerramento da matéria. Foi muito mais positivo para a aprendizagem dos alunos e para as aulas, fazer os alunos pesquisarem e produzirem os vídeos fora do horário de aula, à medida que as aulas expositivas dialogadas foram acontecendo, pois facilitou a compreensão do conteúdo por parte dos estudantes.

7. Referências

- BAGNO, Marcos. **Pesquisa na Escola o que é, como se faz**. 21 ed. São Paulo: Loyola, 2007.
- CASTRO, Valdeni. **Ensino por investigação na realidade da educação básica**. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, n.4, 2016.
- CAVALCANTI, Marisa. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v.30, n.3, p. 579-613, dez. 2013.
- DA SILVA, Ione de Cássia Soares; PRATES, Tatiane da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. **As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula**. Em Debate, Florianópolis, n. 15, p. 107-123, mar. 2017. ISSN 1980-3532. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emdebate/article/view/1980-3532.2016n15p107>>. Acesso em: 09 ago. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/1980-3532.2016n15p107>
- DEMO, Pedro. **Educar Pela Pesquisa**. 10 ed. Campinas: Autores Associados, 2015.
- KRAPAS, Sonia. Livros Didáticos: Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v.28, n.3: p. 564-600, dez. 2011.
- MATTOS, Elenir Maria Andreolla; CASTANHA, André Paulo. **A importância da pesquisa escolar para a construção do conhecimento do aluno no ensino fundamental**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2525-8.pdf>>. Acesso em: 20 jun.2017 .
- SILVA, Fabio. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.1, p.149-159, 2007.
- SILVA, Jadilson Marinho da. **Novas Tecnologias em Sala de Aula**. Revista Ciencia, Salud, Educacion y Economia - nº 10 - 2016
- SILVEIRA, Fernando Lang da; VARRIALE, Maria Cristina. Propagação das ondas marítimas e dos tsunamis. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 190-208, jan. 2005. ISSN 2175-7941. Disponível

em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6384>>. Acesso em: 15 out. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/%x>.

Lei das Antenas volta ao debate. Câmara Municipal de Porto Alegre, 2012.

Disponível em

<http://www2.camarapoa.rs.gov.br/default.php?reg=17622&p_secao=56&di=2012-07-19> . Acesso em 23 mar. 2015

Matriz, competências e habilidades para as ciências da natureza e suas tecnologias na educação básica. Disponível em

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/encceja/matriz_competencia/Mat_Cien_Nat_EM.pdf> . Acesso em 06 abr. 2015

<http://pesquisaepraticapedagogicas.blogspot.com.br/p/pedro-demo.html> .

Acesso em 28 dez. 2017

8. Anexos

Anexo I

Experiência no Laboratório de Física



ONDAS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS

Basicamente, de acordo como oscilam as partículas de um meio de propagação, as ondas podem ser classificadas em longitudinais e transversais. Ondas longitudinais são aquelas onde as partículas do meio de propagação descrevem um movimento harmônico simples no sentido da propagação da onda. As ondas transversais são aquelas onde as partículas do meio de propagação descrevem um movimento harmônico simples perpendicularmente ao sentido de propagação da onda. Habilidades a serem desenvolvidas: Analisar os parâmetros de uma onda, amplitude, frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação, estabelecendo diferenças entre ondas mecânicas e eletromagnéticas.

Equipamento a ser utilizado

- Uma mola slinck de 2,0m de comprimento;
- Cronômetros centesimais;
- Uma trena milimetrada.

Atividade 1 – Medida da velocidade de propagação de uma onda longitudinal em uma mola. Um pulso percorrerá o comprimento da mola por várias vezes. Contamos o tempo ($\otimes t$) que demora esse pulso para percorrerá distância total (d) e a seguir calculamos o valor da velocidade de propagação longitudinal do pulso na mola.

$$v_{LONG} = \frac{d}{\Delta t} = \dots\dots\dots$$

Atividade 2 – Medida da velocidade de propagação de uma onda transversal em uma mola. Um pulso percorrerá o comprimento da mola por várias vezes. Contamos o tempo ($\otimes t$) que demora esse pulso para percorrer a distância total (d) e a seguir calculamos o valor da velocidade de propagação transversal do pulso na mola.

$$v_{TRANS} = \frac{d}{\Delta t} = \dots\dots\dots$$

Atividade 3 – Produção de ondas estacionárias transversais em uma mola.

Para cada um dos harmônicos produzidos a seguir, você deverá medir o comprimento de onda (), a frequência () e a velocidade da onda (). Para relacionar estas grandezas utilizamos as seguintes relações matemáticas:

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$$

	(m)	(Hz)	T (s)	(m/s)
Primeiro harmônico				
Segundo harmônico				
Terceiro harmônico				
Quarto harmônico				

Anexo II

Link dos vídeos produzidos pelos alunos, separados por turmas.

Entre parênteses o nome dos alunos que produziram os vídeos.

Turma 3A

<https://www.youtube.com/watch?v=EjEAIJx17YU>(Carolina Vuaden, Carolina De Carli, Gabriela Pochmann, Guilherme Trein e Isabela Vinhas)

https://youtu.be/hA_04vOQdOI (Betina, Fernanda, Giorgia, João e Martha)

<https://www.youtube.com/watch?v=KatOHY3EJII&feature=youtu.be> (Daniel Rey Alt, TarikSaleh, Vinicius Silva, Vinicius Giovanni e Vitor Lerina)

https://www.youtube.com/watch?v=Sty-vT_6_C0 (Gustavo e Rafael)

<https://www.youtube.com/watch?v=eJkz8oXVseg> (Danielle, Nicole)

<https://www.youtube.com/watch?v=xD5rdFdJ1IM&feature=youtu.be> (Júlia, Laura e Stefany)

<https://www.youtube.com/watch?v=oqoL16-to7E&feature=youtu.be> (Gabrielle Pimentel, Maria Eduarda Begnis, Natália Miguel, Paola Ferreira e Renata Mottin)

Total: 7 vídeos e 27 alunos

Turma 3B

<https://www.youtube.com/watch?v=MB3biUF4wyQ> (Giovana Oliveira, Giovanna Luccin, Joana Mocelin, Lorenza Fin)

<https://www.youtube.com/watch?v=7spC0sig2vs>(Maria Eduarda Cabral da Paz, Maria Eduarda Carvalho e Paula Ferracini)

<https://youtu.be/uVQ4tHQXVfg> (André, Felipe Junges, João Lucas, Klaus)

https://www.youtube.com/watch?v=zl49_S-Ldks (AngeloMatsuo, Luciano, Pedro Bastos)

<https://www.youtube.com/watch?v=G444EEZMygl> (Bruno Rolim, Matheus Pigatto, Pedro Henrique, Rafael Elter e Rodericky Mendes)

<https://www.youtube.com/watch?v=57IQJhjQhkw&feature=youtu.be> (Guilherme Kurtz, Guilherme Mendes, Guilherme Moretti, João Vitor Ungaretti e Rafael Hermann)

<https://www.youtube.com/watch?v=hOtySimA6GE&feature=youtu.be> (Daniela, Isadora, Laura, Luana, Valentina)

Total: 7 vídeos e 29 alunos

Turma 3C

https://www.youtube.com/watch?v=1BbKL8_VF6Y(Alice Germando, Giovanna Todeschini, Sofia Rota e Victória Leal)

<https://youtu.be/tWHw5gTegmc> (AntonellaBrun de Carvalho, Bárbara ZanescoMoehlecke, Fernanda Silveira Cardoso, Giovanna AumondeVellinho e Laura da Silva Schmitt)

<https://www.youtube.com/watch?v=94IHEH-JCul&app=desktop>(Arthur Kuhn, Arthur Berlitz, Galeno Soares, José Vitor Krás e Pedro Hessel)

<https://www.youtube.com/watch?v=D1qgiXSz-rw&feature=youtu.be>Fernando Kiperman, João Bohs, Lorenzo Ribeiro, Lorenzo Diehl, Lucas Chies

<https://www.youtube.com/watch?v=bHWt1YFMfBE> (Laura Vinholes, Paula Santos, Rafael Figueira, Rebeca Vinholes, Victória Caruso)

Total: 5 vídeos e 24 alunos

Turma 3D

<https://www.youtube.com/watch?v=O3MH54LJIU8> (Emanuele, Jacqueline, Livia, Luiza Magrisso e Marina Valério)

<https://www.youtube.com/watch?v=7s4u3zwSdLU&feature=youtu.be>

(Alexandre, Carolina Faermann, Eduarda, Julia Abegg, LuisaAjambuja)

<https://youtu.be/GrdQWZKElvY>Carolina Hart, Franceca Fogaça. Giulia Locatelli, Rafaella Barcelos e Victória Scheibe.

<https://youtu.be/vcD54NAMTz4>(Arthur Cecconi, Eduardo, Leonardo Couto, Rafael Rache, Thiago Coutinho)

<https://www.youtube.com/watch?v=l2pgGDadsj4&feature=youtu.be> (André, João, Pedro Antunes, Thiago Chicá)

https://www.youtube.com/watch?v=F7G3_Na-vVs&feature=youtu.be (Diego Frantz, Guilherme Doering, Mathias Miola, Otavio Lessa (vídeo2

:<https://youtu.be/Su4IKW7d7jQ>)

<https://www.youtube.com/watch?v=4uznyiQcjZ0>(Gabriel Cardozo, Henrique Leivas, Lucas Nannini, Lucas Lippert, Pedro Mattos e Rafael Behr.

Total: 8 vídeos e 34 alunos

Turma 3E

<https://www.youtube.com/watch?v=kgweiVmMXAA> Bernardo Avila, Bernardo Vares, Bruno Leorato e Matheus Marinho.

<https://youtu.be/b9aNPOuyDlc> (Aline Dexheimer, Isabella Wickert, Lara Helena Zortéa, Roberta Madeira e Stella Miranda.)

<https://www.youtube.com/watch?v=Y1Z4bl0ulss&feature=youtu.be> (Guilherme Didonet, Gustavo Uhlein e Laester Paulo)

<https://www.youtube.com/watch?v=v61Z7UbbSZc> (Isabelle Lisboa, Isadora Badalotti, Isadora Salvaterra, Laura Pozzi e Luiza Junqueira)

<https://www.youtube.com/watch?v=2XyFTsa04oM> (Katheline Lima, Marina Alice, Yasmin Cardoso)

https://www.youtube.com/watch?v=nPoHTqXw_4s&feature=youtu.be(Francisco Morganti, Guilherme Schlatter e Matheus Brack)

<https://www.youtube.com/watch?v=ixyEz0FICjc> (Guilherme Milman, João Zago, Marco Antônio Vinciprova e Tiago Diersmann)

https://m.youtube.com/watch?v=V20eyl5_Uw (Ana Laura Freymuth, Bruna Stello, Camila Rhoden e Valentina Gralha)

<https://www.youtube.com/watch?v=P0Tdlojgtd8> (Luca e Lucca)

<https://www.youtube.com/watch?v=uJTundxe4pY&feature=youtu.be> (Isadora Dias, Manoela Ruga e Rafael Lippert)

Total: 10 vídeos e 36 alunos

Produzidos ao todo 37 vídeos.

Anexo III – Produto Educacional

O produto educacional é um hiperímídia que pode ser acessado no site abaixo.

http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/rd/n05_Mentz/

Os professores podem utilizar esse modelo de aula ou se inspirarem para produzir seu próprio ensino pela pesquisa em outras áreas da física.

Anexo IV

Trabalhos escritos pelos alunos

Foram entregues 37 textos pelos alunos. Abaixo, seguem os textos desenvolvidos por cinco grupos.

Grupo A

Trabalho de Física

Radiação ultravioleta

Grupo: Daniella Roll, Isadora Garcia, Laura Betat, Luana Parisotto e
Valentina Reis

Turma: 3° B

Professor: LucianoMentz

Parte I: A origem das ondas

Descritas por fenômenos ondulatórios da física, as ondas passaram por diversas etapas na trajetória do seu conceito. A definição geral que as caracteriza e classifica com relação à sua natureza de vibração, já foi muito questionada e discutida. Na antiguidade, as ondas conhecidas eram restritas pelas experiências visíveis. Sendo assim, por muitos anos, somente as ondas mecânicas - que necessitam de um meio material para se propagar - foram reconhecidas. Essas ideias permaneceram por muito tempo inalteradas, mais especificamente, até por volta de 1500, quando Leonardo da Vinci sugeriu a semelhança entre a reflexão da luz e o fenômeno do eco. Entretanto, para alguns filósofos gregos, a luz era formada apenas por pequenas partículas que se propagavam em linha reta, e, sendo assim, somente no século XVII a busca por uma definição certa sobre a natureza da luz foi realmente proposta. A ideia partiu do cientista Isaac Newton, que sugeriu em suas pesquisas no campo da óptica, um estudo aprofundado dos fenômenos ondulatórios. Com suas várias experiências, e principalmente a mais comentada *experiência do prisma*, formulou suas próprias conclusões. Para ele, a luz era composta por pequenas partículas que se refletiam elasticamente sobre uma determinada superfície. Sustentou sua teoria, conhecida como modelo corpuscular da luz, afirmando que a luz comportava-se como pequenas esferas. Essa teoria foi aceita não só pela lógica, mas também, em função do seu crédito já existente com a lei da Gravitação Universal. Contudo, ela só durou até Christiaan Huygens surgir com a teoria da ondulação da luz, que foi apoiado pela grande maioria por dar uma explicação mais aceitável do que acontece com a luz na reflexão e refração, assemelhando-se com os efeitos das outras ondas. Sendo assim, as duas hipóteses formadas provocaram intensas polêmicas entre os cientistas da época.

Durante o século XIX, James Maxwell conseguiu, através de diversas equações, fazer a previsão de ondas eletromagnéticas. Ele constatou que a oscilação de uma carga elétrica dá origem a campos magnéticos, e a partir disso, os campos seguem um fluxo de interação. Porém, foi uma constatação no papel, somente alguns anos mais tarde, o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz conseguiu provar de fato a existência dessas ondas. Ele construiu um transmissor de ondas e com diversas experiências, determinou a frequência e o tempo de propagação delas. Comprovou que a velocidade delas no vácuo é igual à velocidade da luz, e também que elas possuem características semelhantes. E durante as décadas seguintes, já tendo base desse conhecimento, alguns estudiosos determinaram no conceito científico de onda que essa é dita com um movimento que se propaga através de um determinado meio. Além disso, ressaltaram que a luz é sim uma onda eletromagnética e também, puderam acrescentar vários fenômenos

características da atual ondulatória, parte da física que faz o estudo sobre tudo que se conhece desde o básico até as características mais próprias de cada grupo que compõem as ondas.

Fontes:

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/teorias-sobre-natureza-luz.htm>

<http://ww2.unime.it/weblab/awardarchivio/ondulatoria/ondas.htm#Teorias,%20seus%20criadores,%20sua%20pr%E1tica>

<https://naturezadafisica.com/2011/03/03/luz-por-isaac-newton/>

http://brasil.elpais.com/brasil/2016/02/11/ciencia/1455201194_750459.html

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ondulatoria.htm>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ondas-2.htm>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>

<http://www.dw.com/pt/1888-hertz-demonstra-existência-das-ondas-eletromagnéticas/a-678473>

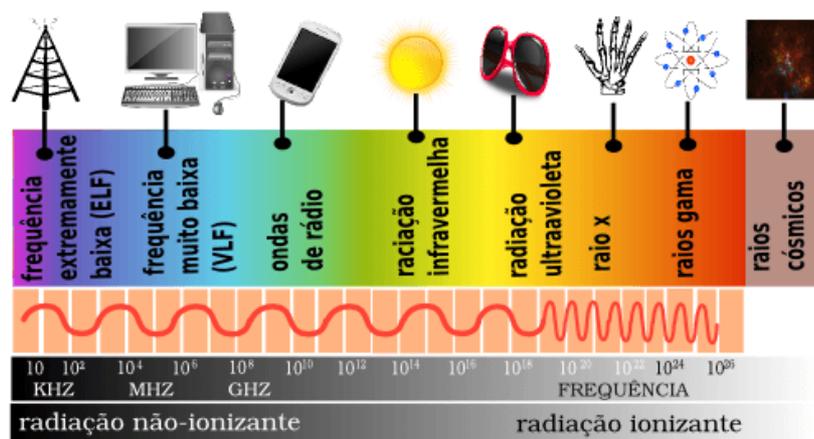
<http://www.explicatorium.com/biografias/james-maxwell.html>

Parte II: Descoberta das ondas ultravioletas

As ondas ultravioletas foram descobertas pelo físico e químico alemão Johann Ritter que nasceu em 1776 na cidade de Samitz, atualmente pertencente à Polônia. Iniciou sua carreira como erwanário, estudando assim na Universidade de Jena a fim de aprofundar os seus estudos. Durante seu tempo na faculdade, começou a realizar experiências com o cloreto de prata, percebendo que a decomposição do mesmo era mais eficaz quando utilizada a radiação invisível (além do violeta no espectro eletromagnético). Em 1801, registrou que, ao molhar um papel com o composto e deixá-lo no sol, o mesmo escurecia. Com tal experiência, chamou estes raios

invisíveis de raios desoxidantes, distinguindo-os dos raios infravermelhos e enfatizando sua reatividade química, porém foram chamados de raios químicos durante todo o século XIV, sendo batizados como ultravioletas apenas posteriormente. O nome ultravioleta deriva do latim ultra, que significa "mais alta" ou "além do", e violeta, que designa a cor visível do comprimento de onda. A radiação ultravioleta, é definida como toda radiação com comprimento de onda menor que 400nm, diferenciando-se pelo comprimento de onda, que é mais curta, mas a velocidade continua a mesma. As ondas ultravioletas são todas produzidas pelo Sol e podem ser divididas em três tipos : UVA, UVB, UVC. Podemos entender melhor o que são raios ultravioletas observando o espectro eletromagnético abaixo:

Espectro Eletromagnético



A radiação ultravioleta tem efeitos que podem ser benéficos ou maléficos, ou seja, em baixa dosagem ela pode trazer benefícios para o ser humano e em alta dosagem pode ser perigosa e ter efeitos danosos e irreparáveis. A absorção dos raios ultravioletas pode variar de pele para pele, absorvendo de forma diferente cada tipo de radiação solar. Um exemplo disso é o bronzeado, a reação mais comum da pele ao entrar em contato com a radiação solar, quando o sol atinge nosso corpo desprotegido, acontece um estímulo para a produção de melanina na tentativa de amenizar as lesões causadas no DNA. Possuindo diversas camadas que fornecem uma defesa eficaz dos tecidos profundos da pele contra os efeitos nocivos dos raios solares, principalmente dos raios ultravioleta. Os raios UVA podem atingir as camadas mais profundas do corpo, diferentemente da radiação UVB, que atinge apenas as camadas mais superficiais. Apesar do sol liberar estes três tipos de raios ultravioletas, apenas o UVA e o UVB chegam à Terra. A camada de ozônio consegue absorver praticamente todo o UVC, fazendo com que basicamente não chegue à biosfera. Uma boa parte do UVB também é absorvida pela mesma, mas ainda assim chega à superfície terrestre. Já o UVA não é absorvido de maneira alguma e chega integralmente à biosfera. A radiação ultravioleta do tipo B também possui a capacidade de atravessar nuvens, explicando a vermelhidão da pele nos dias nublados. Em pequenas

quantidades, os raios ultravioletas contribuem na produção de vitamina D, necessária para a manutenção do tecido ósseo humano, ajudando na absorção de cálcio e fósforo. Apesar disso os raios ultravioletas podem trazer grandes malefícios para o ser humano, tornando-se mais preocupantes ainda quando são transmitidos artificialmente pelas câmeras de bronzeamento. Estima-se que mais de 60 mil pessoas por ano morrem de doenças relacionadas ao excesso de radiação solar no corpo. Efeitos a longo e curto prazo podem aparecer, como câncer de pele, envelhecimento precoce, aparecimento de sardas, catarata, cegueira, entre outros.

As ondas ultravioletas, apesar de possuírem efeitos maléficos à saúde, são aplicadas em diversas áreas atualmente. Na medicina, por exemplo, tais ondas são eficazes na inativação de vírus e para matar bactérias. Deste modo, é utilizado em hospitais lâmpadas germicidas na esterilização de não apenas equipamentos e instrumentos, como também na água e ar em salas de cirurgia. Além disso, são utilizadas no tratamento de algumas doenças, tais como acne e psoríase (fototerapia). As lâmpadas germicidas também são utilizadas nas indústrias de alimentos e medicamentos para desinfetar produtos e recipientes. Na ciência, os raios ultravioletas foram essenciais para o estudo dos níveis de energia dos átomos. Também foram muito importantes para entender as estrelas e galáxias distantes e na deterioração de materiais exposto a luz solar. Outro uso extremamente comum das ondas ultravioletas é nas lâmpadas fluorescentes (luz fria), que emitem raios UV que transformam-se em luz visível após serem filtrados por uma camada interna na lâmpada. Também são utilizadas na luz negra presente em festas, como leitores ópticos, lanternas, na espectrofotometria (análise química), marcação de substâncias orgânicas e inorgânicas, entre outros.

Referências:

<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=125&sid=9>

<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/raios-ultravioleta-presentes-na-luz-do-sol-raios-uv-podem-ser-nocivos.htm>

<http://www.explicatorium.com/biografias/johann-ritter.html>

http://www.saudetotal.com.br/artigos/dermatologia/tvescola_vidasaudavelcomsol.asp

Grupo B

TRABALHO DE FÍSICA – PARTE 1

Ondas eletromagnéticas são nada mais que um movimento causado por uma perturbação, que se propaga através de qualquer meio, inclusive no vácuo, transportando energia na velocidade da luz.

Isaac Newton defendia que a luz era formada por partículas e não pertencia à classe das ondas, devido à falta da característica essencial às ondas – a difração. Newton argumentava em defesa de sua tese, que a luz era incapaz de contornar meios e anular a si mesma. Ele acreditava nisso em razão da falta de tecnologia em sua época, que o impedia de comprovar sua ideia através de experimentos. Mais tarde foi comprovado que a luz obedece a esse fenômeno, por meio da experiência de Young, na qual a capacidade da luz de anular-se foi ratificada.

Christiaan Huygens foi o primeiro a apresentar uma teoria que invalidava a de Newton. Baseada no princípio de que se a luz fosse constituída por matéria, no momento em que dois raios de luz se encontrassem, eles colidiriam e não seguiriam seus respectivos caminhos. Como era evidente que isso não acontecia, ele pôde afirmar que a luz não era capaz de transportar matéria, logo poderia ser classificada como uma onda.

A teoria de Huygens foi complementada 201 anos depois pelo físico britânico James Clerk Maxwell, que classificou a luz como uma onda eletromagnética e teve sua suposição comprovada por Heinrich Hertz, e vários outros físicos posteriormente.

Atualmente, nós temos certeza de que a luz não conduz matéria devido a inúmeros fatores, entre eles o fato de a teoria de Einstein ter evidenciado que nenhuma matéria pode se transportar na velocidade da luz.

Parte 2

Ondas de rádio

Diferentemente do som, as ondas de rádio não são ondas mecânicas, mas sim eletromagnéticas. Elas se propagam, portanto, na velocidade da luz, e tem o maior comprimento entre as ondas eletromagnéticas.

As ondas de radio foram descobertas há bastante tempo, e estavam envolvidos na sua descoberta Faraday, Maxwell, Hertz e James Booker. Entre estes, Hertz é geralmente apontado como o principal cientista da descoberta do radio, pois foi ele quem comprovou a existência do campo eletromagnético:

“Maxwell era professor de física experimental, morreu e deixou apenas comprovada matematicamente esta teoria, sem a poder comprovar experimentalmente. A partir desta descoberta outros cientistas se interessaram pelo assunto. Entre estes pesquisadores destacaram-se alguns, um deles foi Henrich Rudolph Hertz, um jovem estudante alemão que impressionado com a teoria de Maxwell, construiu um aparelho em 1887 onde se verificava a deslocação de faíscas através do ar, assim Hertz conseguiu passar energia eléctrica entre dois pontos sem utilizar fios. Este aparelho produzia correntes alternadas de período extremamente curto, que variavam rapidamente. Com esta [experiência](#) Hertz provou experimentalmente a teoria de Maxwell que a electricidade viaja através da atmosfera em forma de onda mas não se apercebeu das vantagens desta experiência.”-
(http://radiofonia.com.sapo.pt/Historia_Radio.html)

As ondas de radio têm diversas aplicações, entre elas:

A comunicação à longa distancia é possível, basicamente, devido as ondas de radio, que tem comprimento enorme, permitindo que ela contorne barreiras e chegue a locais pouco acessíveis, ou ate mesmo inacessíveis fisicamente, como no espaço.

Rádio medicina, para transmitir o padrão de um ataque cardíaco através de um monitor na residência de um paciente até o hospital, podemos usar ondas de rádio. E

também para informar as condições de um paciente da ambulância até o hospital. Ondas de rádio são usadas na medicina quando paramédicos e equipes de emergência são enviados até o local onde ocorreu o acidente ou o hospital que recebeu o paciente. O hospital pode informar aos paramédicos as condições da pessoa, de modo que os paramédicos possam preparar um kit de tratamento médico adequado.

Radio Indústria. As ondas de radio são também usadas na indústria, principalmente no ramo dos transportes. As ondas de radio também podem ser usadas para possibilitar comunicação com lugares distantes.

Rádio Ciência: Ondas de rádio de fora da Terra são detectadas usando radiotelescópios com sensores para ondas de rádio. Ondas de rádio são capturadas quando atingem a antena do radiotelescópio. A onda então é enviada ao sintonizador, depois ao amplificador e finalmente à impressora ou vídeo do computador.

Rádio Doméstico: Ondas de rádio são usadas em vários eletrodomésticos também. Estas ondas são usadas nos modelos de controle remoto que usamos em nossas casas para acionar rádios, televisores ou equipamentos sem fio em geral.

Referências

- <http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/node5.html>
- <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/teorias-sobre-natureza-luz.html>
- <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/classificacao.php>
- <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/experienciadeyoung.p>
- <http://www.ghhc.usp.br/server/Sites-2008/Erivan-Duarte-2/pagina5.html>
- <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=121&sid=9>
- http://radiofonia.com.sapo.pt/Historia_Radio.html

Grupo C

Trabalho de Física 1ª Parte - Ondas Eletromagnéticas

Por Isabelle Lisboa, Isadora Badalotti, Isadora Salvaterra, Laura Pozzi e Luiza Junqueira

Colégio Farroupilha, 3º ano E, 2016

Artigo Sobre a Evolução do Conceito de Luz

No estudo da luz, é comum que sejam mencionados de dois grandes físicos, o inglês Isaac Newton com a teoria corpuscular e o holandês Christiaan Huygens com uma das primeiras sínteses da teoria da luz. Ao contrário do que se pode pensar, a teoria ondulatória atual diverge muito da elaborada por Huygens em que a luz era considerada uma forma de perturbação mecânica propagada no contato entre corpúsculos, assim, o cientista não levava em consideração conceitos recentes relacionados à vibração, frequência, comprimento da onda e período.

O “Tratado da Luz” foi, em seu contexto temporal, uma grande obra dividida em duas partes apresentada por Huygens que exemplifica seus conceitos com um modelo mecânico. A primeira parte busca mostrar as causas de fenômenos como a reflexão e a refração, enquanto a segunda, de forma um pouco desconexa, trata das causas do peso. Os modelos mecânicos que surgiram nessa época são relacionados aos conceitos que hoje definem as propriedades da luz, tais como a propagação retilínea ou a origem das cores.

Huygens afirma que a natureza da luz consiste no movimento da matéria, quer se considere sua produção, quer seus efeitos. Segundo ele, no nosso planeta, o fogo e sua chama seriam as principais fontes, pois tem capacidade de fundir outros corpos sólidos. Em um trecho, Huygens reafirma a necessidade de um meio material para a propagação do som, e considera, diferentemente de Descartes, que a luz tenha uma velocidade finita, tendo como prova, um experimento com resultados confiantes. A causa da propagação das ondas sonoras se dá, de acordo com o físico, pelo esforço da expansão realizado por pequenos corpos presentes no ar, que se chocam entre si ao serem aproximados uns dos outros.

No século XIX, o mundo recebeu diversas novas teorias sobre ondulatória, mas com a morte de Huygens e com o sucesso da mecânica de Newton, essas teorias declinaram. Porém, em 1801, Thomas Young demonstrou que duas ondas de luz que se sobrepõem podem interferir uma a outra, e com experimentos, conseguiu a façanha de medir o comprimento da onda de luz solar. Apesar disso, em 1808, Malus descobriu que a dupla refração não era o único modo de polarizar a luz, e em resposta, Young apresentou uma teoria que foi aceita pelo engenheiro militar Augustin Fresnel. Mais

tarde, em 1819, o engenheiro venceu o concurso que mostrou que a “luz difratada pode ser igualmente obtida a partir da sombra de um obstáculo opaco”.

Com o decorrer do tempo, é natural que o homem apresente novas descobertas que se sobrepõem à outras, aprimorando teorias. Como exemplo, em 1879, Michelson-Morley fez um experimento que refutou a existência do éter, fator que gerou muito mais consequências à mecânica do que à óptica.

Em suma, pode-se dizer que houve primeira um modelo mecânico, e apenas posteriormente, um modelo eletromagnético da luz. Inicialmente, a natureza da luz dizia-se puramente mecânica para um perturbação, que era transferida por meio de choques de um corpúsculo a outro. E em seguida, a o eletromagnetismo confirmou que ondas podem se propagar através do espaço. Não podemos comparar experimentos, pois temos que contextualizar cada conceito à sua teoria. É muito importantes que saibamos distinguir os contextos dos termos físicos, para que possamos apreciar os resultados de tantos anos de estudo e dedicação.

Pesquisa: O que é uma onda?

Newton defendia o modelo corpuscular da luz devido ao fato de que essa hipótese explica o comportamento da luz em diversas situações.

A propagação retilínea da luz se dá pois as partículas que as compõe são extremamente pequenas e rápidas; por serem tão pequenas, as partículas tem uma grande dificuldade de se chocarem, explicando, assim, a independência dos raios.

Esta teoria também explica a reflexão da luz; as partículas seguem as leis da reflexão, porém, como as superfícies são irregulares, quando a luz colide com a mesma, a reflexão se torna difusa; quando a luz colide com uma superfície escura ou opaca, ela não reflete, é absorvida, esquentando a mesma.

A teoria de Newton pode ser rejeitada, considerando a luz uma onda. No século XIX, James Maxwell descobre que a velocidade das ondas eletromagnéticas, no vácuo, é de $3 \cdot 10^8$ elevado a oitava potência e observou que era igual a da luz, suspeitando de sua classificação como partícula. Ademais a luz como onda pode ser explicada pelo fato de poder viajar entre a Terra e o Sol, em um espaço “vazio”, algo que uma partícula não conseguiria fazer, uma vez que necessita de um meio material para se propagar.

Até hoje, há uma dúvida entre a luz ser partícula ou onda; na verdade, ela possui características de ambas, mas é considerada uma onda eletromagnética, devido aos fatores exemplificados acima.

Referências:

<http://m.brasilecola.uol.com.br/fisica/luz-como-particula.htm>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>

http://pre.univesp.br/a-natureza-da-luz#.VwxC7cg4_CQ

Trabalho de Física 2ª Parte - Ondas Eletromagnéticas

Radiação Ultravioleta

Descoberta e afins

Por Isabelle Lisboa, Isadora Badalotti, Isadora Salvaterra, Laura Pozzi e Luiza Junqueira

Colégio Farroupilha, 3º ano E, 2016

Sabemos que todas as ondas eletromagnéticas, independentemente da sua frequência, transportam energia. Porém, a energia transportada por uma onda eletromagnética depende dessa frequência, ou seja, quanto maior for a frequência, maior será a energia que a onda eletromagnética transporta.

Toda energia existente na cadeia alimentar, provém de uma mesma origem, da luz solar. O Sol é uma estrela que emite vários espectros de radiação eletromagnética, que possuem uma partícula elementar denominada fóton, imperceptível aos nossos olhos. De toda a energia proveniente do [Sol](#) que chega à superfície da [Terra](#), por volta de 9% corresponde à **radiação ultravioleta**.

O chamado “espectro visível” é a parte do espectro eletromagnético que pode ser percebida pelo nosso sistema de visão. Sendo assim, podemos dizer que a luz visível compreende a radiação com comprimento de onda entre 380 nm e 750 nm. Essa radiação é importante, pois é usada no mecanismo da visão. **A radiação ultravioleta, por sua vez** é definida como toda radiação com comprimento de onda menor que 400nm e de frequência maior que a luz visível.

O ultravioleta, como dito anteriormente, é encontrado na luz solar e é emitido por arcos voltaicos e por luzes especiais designadas por luz negra. O fato de ser ionizante desencadeia certas reações químicas, que permitem que muitas substâncias brilhem ou emitam fluorescência: As **ondas de ultravioleta** são criadas pelos mesmos processos que geram a **luz visível**, ou seja, pela transição de elétrons excitados que passam de níveis orbitais mais energéticos para níveis menos energéticos. Lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de vapor de mercúrio e as lâmpadas de arco elétrico originam em geral grandes quantidades de radiação ultravioleta durante as descargas elétricas.

Consequentemente a descoberta dessa radiação está associada à observação do escurecimento dos saís de prata quando expostos à luz do Sol. O alemão Johann Wilhelm Ritter registrou em 1801, durante experimentos de fotoquímica, que os raios invisíveis imediatamente acima do limite superior do espectro visível, luz violeta, eram

particularmente eficazes em escurecer papel ensopado em cloreto de prata. Concluiu, então, que um tipo de luz “quimicamente mais poderosa”, invisível aos olhos humanos, devia situar-se além do extremo violeta do espectro eletromagnético.

Chamou-lhes raios desoxidantes para dar ênfase à sua reatividade química e distinguiu-os dos raios de calor (ou infravermelhos) na outra ponta do espectro visível.

Ademais, a descoberta da radiação UV abaixo dos 200 nm, chamada ultravioleta de vácuo (pelo fato de ser muito absorvida pelo ar atmosférico), foi feita em 1893 pelo físico alemão Victor Schumman .



Dentro ainda da faixa do espectro correspondente à ultravioleta, existem três subdivisões de suas zonas: **UV-A** (ultravioleta longo), **UV-B** (ultravioleta médio); e **UV-C** (ultravioleta curto). Os raios UVC são praticamente todos absorvidos pelo ozônio, sendo que pouquíssimo ou nada chegam à biosfera; Em relação aos UVB, boa parte é absorvida pelo ozônio, sendo que a parte dos maiores comprimentos é espalhada e atenuada, mas mesmo assim chega à biosfera. A incidência desta radiação aumenta muito durante o verão, especialmente nos horários entre 10 e 16 horas, quando a intensidade dos raios atinge seu máximo e causa queimaduras e sendo a principal responsável pelas alterações celulares que predis põem ao câncer da pele.

E por fim, UVA :Não é absorvida pelo ozônio. É a parte UV que mais atinge a biosfera ao nível do mar, 99% dessa radiação é desse tipo. Possui intensidade constante durante todo o ano, atingindo a pele praticamente da mesma forma durante o inverno ou o verão. Sua intensidade também não varia muito ao longo do dia, sendo pouco maior entre 10 e 16 horas do que nos outros horários. A radiação UVA penetra profundamente na pele e suprime o sistema imune, sendo a principal responsável pelo foto envelhecimento. Tem importante participação nas [foto alergias](#) e também predis põe a pele ao surgimento do [câncer](#).

Assim, podemos observar a eficácia e relação da existência da camada atmosférica, constituída de ozônio. A radiação ultravioleta é devidamente filtrada, absorvida, convertida em luz visível e emitida, pois a radiação ultravioleta pode ser muito perigosa para os seres vivos, que conseguem suportar facilmente pequenas doses de radiação ultravioleta, pois as células danificadas podem se regenerar. Com o aumento da incidência de raios ultravioletas, os danos acontecem a uma velocidade maior do que

podem ser reparados, causando câncer de pele, catarata e deficiência no sistema imunológico.

Além disso, a radiação ultravioleta também é refletida por diversos materiais e, mesmo quando não estamos diretamente sob a luz do Sol, podemos nos queimar facilmente. A areia da praia, por exemplo, chega a refletir 20% da radiação UV incidente. Outro exemplo é a neve, que pode refletir cerca de 90%. Em contrapartida, muitas substâncias, como o vidro, absorvem a radiação ultravioleta. Como medida preventiva, se deve utilizar o uso contínuo de filtro solar, de preferência com proteção contra os raios UVA e UVB. O fator de proteção solar desses produtos, ou FPS, é o número que determina a quantidade de tempo que um indivíduo pode ficar exposto à radiação ultravioleta sem se queimar. Quanto mais alto for o fator, maior o tempo de exposição segura. Usar óculos escuros com proteção contra raios ultravioleta e evitar exposições prolongadas e bronzamentos artificiais também são cuidados muito importantes.

Com o aumento do buraco da camada de ozônio, ocorre um aumento na quantidade de raios ultravioleta que chegam à superfície da Terra. Segundo a Associação Brasileira de Dermatologia, ABD, a camada de ozônio estratosférico, que varia de um dia e de um lugar para o outro, protege a terra dos raios ultravioletas. "É certo que a diminuição do ozônio atmosférico pode ter como resultado o aumento da radiação ultravioleta na superfície da terra", explicam os dermatologistas. Conforme o Dr. Roberto, "a quantidade de UVA emitida por uma câmara de bronzeamento pode chegar a ser 10 vezes maior que a da luz solar. Pode-se imaginar o dano causado à pele por este tipo de tratamento". Este dano, segundo o especialista, só vai aparecer com o passar dos anos. "O uso destas câmaras para bronzeamento deve ser evitado apesar das alegações de que não fazem mal à pele. Elas provocam o envelhecimento precoce e predis põem ao surgimento do [câncer](#) da pele", enfatiza o médico.

No entanto, esses raios são, por outro lado, essenciais à nossa sobrevivência: Por exemplo, a vitamina D somente é sintetizada em nosso organismo quando há uma exposição da pele aos raios. Essa é essencial para o metabolismo do cálcio e do fósforo. No entanto, é preciso tomar cuidado: a exposição ao sol deve ser moderada e sempre em horários de menor incidência – antes das 10h e após as 16h

Referências:

<http://raios-ultravioleta.info/>

<http://www.dermatologia.net/>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/>

<http://www.boasaude.com.br/>

<http://www.segurancaetrabalho.com.br/>

<http://www.solamigo.org/>

<http://www.dfq.pucminas.br/PUV/icone1.html>

<http://www.explicatorium.com/biografias/johann-ritter.html>

<http://www.significados.com.br/uva-e-uvb/>

<http://filtro-solar.info/raios-uva-uvb-e-uvc.html>

Sites acessados entre os dias 4 de abril e 9 de abril de 2016

Grupo D

Katheline Lima, Marina Alice e Yasmin Cardoso. Turma 23E. Abril 2016.

O que são ondas?

Durante o século XVII foi desenvolvida a teoria física da luz, explicada pelos estudos do cientista Christiaan Huygens, que associava o comportamento da luz ao caráter mecânico das ondas para explicar a propagação retilínea da luz, a reflexão, a refração e a origem das cores.

A teoria mecânica era fortemente defendida na época por diversos estudiosos. Pascal, por exemplo, responsável por diversas contribuições no campo da hidrostática, explicava os fenômenos por ele estudados através da análise das forças mecânicas.

Newton publicou em 1687 um artigo, baseado nos estudos de Pierre Gassendi, no qual defendia o comportamento corpuscular da luz através da descrição do telescópio refletor. Ele explicava o comportamento retilíneo da luz pelas leis da inércia. De acordo com suas observações, em um corpo homogêneo, na ausência de força externa, o movimento do corpúsculo deveria ser necessariamente em linha reta. Newton explicou ainda que a reflexão da luz devia-se à conservação do movimento linear durante o choque elástico.

A partir dos estudos realizados na época, foi elaborado, e publicado em 1690 o Tratado da Luz que defendia que a natureza dos raios luminosos devia-se a um movimento material, mecânico e longitudinal, onde o comportamento da luz poderia ser comparado ao comportamento das ondas sonoras, já que ambas as ondas necessitavam de um meio para se propagar, se diferenciando pela forma de comunicação, propagação e pelos movimentos produzidos. Dessa forma Huygens consegue reforçar a ideia de que a luz obedecia à teoria das ondas mecânicas, contrapondo a ideia de Newton.

A teoria ondulatória da luz foi defendida por Thomas Young em 1801 através de um experimento que demonstrava que as ondas sobrepostas poderiam interferir umas nas outras. Posteriormente a sua descoberta, o físico Étienne Malus observou que a luz poderia ser polarizada sustentando a teoria corpuscular sugerida por Newton.

Nove anos após a descoberta do fenômeno da polarização, Young consegue, finalmente, construir argumentos para contrapor as ideias que reforçavam a teoria corpuscular da luz. Ele explicava que a polarização ocorria devido à vibração transversal das partículas que se movimentavam em direção e velocidade constante em relação ao raio.

Augustin Fresnel, a partir das constatações de Young, escreve uma monografia sobre a difração explicando o comportamento da luz assim como os efeitos observados por Malus, trazendo, mais uma vez, argumentos a favor da teoria ondulatória. Essa teoria foi mais uma vez reforçada, em 1850, por Focalt que

conseguiu comprovar que a velocidade da luz varia de acordo com a densidade do meio em que ela se propaga.

Com as descobertas do eletromagnetismo, o físico James Clerk Maxwell sugeriu que os campos eletromagnéticos e elétricos se propagavam na velocidade da luz e, portanto a luz seria uma onda eletromagnética. Suas ideias foram comprovadas apenas em 1886 por Heinrich Rudolf Hertz e somente a partir disso, a luz visível passou a ser classificada como onda eletromagnética.

Referências:

http://www.hottopos.com.br/vidlib2/blaise_pascal.htm

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 149-159, (2007)

www.sbfisica.org.br

<http://efisica.if.usp.br/optica/basico/fotons/historia/>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/caracteristicas-das-ondas-eletromagneticas.htm>

<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/luz-como-particula.htm>

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/principiodehuygens.php>

Radiação Ultravioleta

Katheline Lima Soares N°19

Marina Manzoli Alice N°28

Yasmin Cardoso N°36

Prof Luciano Mentz 23E

Abril 2016

A radiação ultravioleta foi descoberta pelo cientista Johann Ritter, um físico alemão nascido no dia 16 de dezembro de 1776 e falecido no dia 23 de janeiro de 1810. Johann observou que quando saias de prata eram expostos à luz solar ficavam escurecidos e, por isso, concluiu que os “raios invisíveis” que permitiam esse acontecimento tinham uma frequência superior às observadas anteriormente. O nome “ultravioleta” veio, então, pelo fato dessa ondas possuírem uma frequência um pouco mais elevada que a da cor “violeta”, já conhecida anteriormente. Apesar disso, durante todo o século XIX, foi utilizado o termo “raios químicos”.

Após esse acontecimento, outro físico alemão chamado Victor Schumann, nascido em 1841 e falecido em 1913, alcançou alguns avanços nessas pesquisas por meio da descoberta da

radiação UV abaixo de 200 nm, também denominada “ultravioleta de vácuo”. Essa radiação recebeu esse nome uma vez que era muito absorvida pelo ar atmosférico.

A partir dessas descobertas, foi possível aprofundar estudos relacionados a composição dos átomos e seus níveis de energia e também relacionados às estrelas e galáxias a partir da análise dos raios emitidos por elas. Ademais, foi possível utilizar esses raios em investigações policiais pelas perícias na medida em que possibilitam a identificação de objetos.

A radiação ultravioleta é a mais energética das emitidas pelo sol e apresenta perigos para a vida na superfície terrestre. Entretanto, contamos com uma proteção: a camada de ozônio (O₃). Essa camada se forma na atmosfera terrestre e atua como escudo, impedindo que a maior parte da radiação ultravioleta alcance a superfície do planeta.

Pode-se classificar a radiação ultravioleta em três categorias: **UVA**, **UVB** e **UVC**. Os **raios UVA** tem um comprimento de onda de 320 a 400 nm e são os de maior incidência na superfície da Terra. Além de não serem absorvidos pela camada de ozônio, esses raios correspondem à maior parte do espectro ultravioleta e incidem de a mesma maneira durante todo o dia e em todas as estações do ano, incluindo dias nublados e com baixa luminosidade.

Os **raios UVB**, com comprimento de onda na faixa de 280 a 320 nm, apresentam maior incidência no verão,. Além disso, são apenas parcialmente absorvidos pela camada de ozônio.

Os **raios UVC** apresentam um comprimento de onda menor que 280nm, sendo, portanto, a radiação que menos se aproxima da luz visível. Eles são muito nocivos à biosfera, porém não chegam à Terra visto que são completamente absorvidos pela camada de ozônio. A radiação UVC vem sendo usada para tratar a água por meio de processos artificiais uma vez que tem propriedades bacterianas.

Os raios ultravioletas podem trazer sérios problemas para a saúde humana. Os raios UVA tem a capacidade de penetrar as camadas mais profundas da pele e danificar as fibras de colágeno e elastina, levando assim, ao envelhecimento precoce do indivíduo. Os raios UVB são os responsáveis pelo bronzeamento e pelas queimaduras da pele. Além dessas complicações, a superexposição a esses raios podem levar ao surgimento de sardas e manchas e aumentar o risco de desenvolvimento de câncer.

Por causa desses problemas, médicos recomendam que todos os indivíduos usem um protetor solar mesmo em dias sem sol. Em situações na qual a pessoa ficará exposta diretamente ao sol, é necessário reaplicar frequentemente. Além disso, existem roupas que protegem contra os raios ultravioletas como, por exemplo, lycra.

Apesar desses raios apresentarem diversos perigos ao homem, eles também podem trazer alguns benefícios. A vitamina D, uma substância muito importante para o metabolismo do cálcio e do fósforo, somente é sintetizada pela pele quando há exposição ao sol, isto é, exposição aos raios ultravioletas. Contudo é preciso manter em mente que essa exposição deve ocorrer de uma forma moderada para não causar os problemas de saúde citados anteriormente.

Referências:

-Material disponibilizado pelo professor

-<http://www.alergodermatologia.com.br/site/index.php/saiba-mais/dermatologia/protecao-contra-o-sol/>

-<http://www.explicatorium.com/biografias/johann-ritter.html>

-<http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta>

-<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=125&sid=9>

Grupo E

Primeira Parte – o que é onda?

Luz Visível

1. Luz visível

Para Newton, a luz se comportava como pequenas esferas, as quais colidiam elasticamente com uma superfície lisa. Com isto, ela era refletida, fazendo com que o ângulo de incidência fosse igual ao ângulo de refração. Newton defendia a hipótese de que a luz era constituída por partículas que obedeciam às leis da Mecânica.

A ideia de que a luz é constituída por atividade oscilatória de um meio não-identificado levou o físico e astrônomo holandês **Christian Huygens** a propor, a **teoria ondulatória da luz**. Antes da descoberta do eletromagnetismo Huyghens propôs que a luz era uma onda, provando que qualquer onda possuía reflexão e refração. Ele defendia que a luz era eletromagnética, pois se propagava em meios materiais. Além disso, em 1801, o físico inglês **Thomas Young** realizou experimentos que reforçaram essa teoria.

Atualmente, consideramos que a natureza da luz é de dualidade onda-partícula. Dependendo do fenômeno que será analisado, a luz pode ser considerada onda ou partícula.

2. Referências

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/teorias-sobre-natureza-luz.htm>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/natureza-luz.htm>

Grupo: Arthur Kuhn, Arthur Berlitz, Galeno Soares, José Vítor Krás e Pedro Hessel

Turma: 23C

Professor: Luciano Mentz

Segunda Parte – descobrindo as ondas

Raios Ultravioleta

1. Introdução

A radiação ultravioleta, também conhecida como radiação UV, são raios emitidos pelo Sol. Esse tipo de radiação eletromagnética possui um comprimento de onda entre 200 e 400 nm e uma frequência maior que a da luz visível. Além disso, a cor violeta é a que possui maior frequência dentre as que os olhos humanos conseguem enxergar.

As **ondas de ultravioleta** são criadas pelos mesmos processos que geram a **luz visível**. Nesse processo, os elétrons excitados passam de níveis orbitais mais energéticos para menos energéticos. Nas lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de vapor de mercúrio e as lâmpadas de arco elétrico, por exemplo, a radiação ultravioleta é filtrada, absorvida, convertida em luz visível e emitida.

2. Descoberta dos raios ultravioleta

Os raios ultravioletas foram descobertos no ano de 1801 pelo físico alemão **Johann Wilhelm Ritter durante experimentos de fotoquímica**. No experimento, ele observou que o cloreto de prata exposto à luz visível violeta tornava-se escuro mais rapidamente do que quando exposto a outras luzes visíveis. **Johann, portanto, chegou à conclusão de que um tipo de luz invisível aos olhos humanos e quimicamente mais poderosa estaria situada além do extremo violeta do espectro eletromagnético.**

3. Benefícios e malefícios dos raios ultravioleta

A radiação eletromagnética considerada por ser a mais forte é a radiação UV. Por esse motivo, esses raios oferecem muitos riscos aos seres vivos na Terra. No entanto, além das proteções criadas pelo homem contra os raios UV, a superfície terrestre possui uma proteção a esses raios chamada de camada

de ozônio. Essa camada possui grande extensão na atmosfera, protegendo as pessoas dos malefícios da radiação UV.

Há três tipos de raios ultravioleta: UVA, UVB e UVC. Os raios UVA são os que mais incidem na superfície terrestre, devido ao fato de que a camada de ozônio não absorve esse tipo de raio. Já os raios UVB são os que a camada de ozônio absorve parcialmente, causando queimaduras pelo corpo. Por isso não se deve permanecer ao Sol entre as 10h da manhã e 16h, pois é o horário onde o Sol é mais forte. Os raios UVC são totalmente absorvidos pela camada de ozônio, por isso não atingem a atmosfera terrestre.

Os benefícios dos raios ultravioletas estão diretamente relacionados a vitamina D. Ao ser ingerida, essa vitamina só é sintetizada ao ser exposto aos raios UV. Além disso, a vitamina D é fundamental para o metabolismo do cálcio e do fósforo

Os malefícios dos raios ultravioleta para a sociedade são variados. Os raios UVA, apesar de não causarem queimaduras no corpo, promovem o envelhecimento, pois atingem as camadas profundas da pele. Já os raios UVB causam sérios problemas ao ser humano. Além de, ao se expor a esses raios, sofrer queimaduras pelo corpo, podem aparecer manchas, sardas, causar cegueira e até mesmo o câncer. Os raios UVC, uma vez que não atingem a superfície terrestre, não causam problemas ao ser humano.

Todavia, é de grande importância citar as formas de proteção contra a radiação UV. Ao utilizar protetor solar e não se expor ao sol nos horários onde o Sol é mais forte, o ser humano estará protegido de queimaduras e doenças causadas pelos raios ultravioleta. Além disso, é importante ficar atento ao fator de proteção dos protetores solares. Esse fator, chamado de FPS, definirá o tempo que deverá ser repassado o protetor. Por exemplo, se uma pessoa se expõe ao Sol por 10 minutos e não sofre queimaduras, caso ela utilize um protetor com FPS de 30, ela permanecerá exposta ao Sol durante 300 minutos sem que haja queimaduras pelo corpo.

4. Outras formas de emissão dos raios UV

A principal forma de exposição aos raios UVA é nos bronzamentos artificiais, tratamentos com fins estéticos. De acordo com a dermatologista Ediléia Bagatin, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), a partir de dez sessões por ano, a pessoa passa a ter risco de desenvolver câncer de pele. Esse fato é explicado devido a radiação UVA emitida pelas câmaras de bronzeamento.

Essa radiação, como já citada antes, pode causar o câncer, por isso deve-se ter muita cautela ao utilizar esse tipo de bronzeamento, uma vez que a saúde é devidamente mais importante que a estética. Por esse motivo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a Anvisa, criou uma série de restrições ao uso das câmaras de bronzeamento, incluindo a proibição do uso desse tipo de bronzeamento por menores de 16 anos e a necessidade de avaliação médica antes da exposição a esses raios

4. Referências

<http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta>

<http://raios-ultravioleta.info/>

História da Física e Ciências Afins. W.O. DA SILVA, Fábio. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<http://www.infoescola.com/fisica/radiacao-ultravioleta/>

<http://www.estudopratico.com.br/radiacao-ultravioleta-caracteristicas-beneficios-e-maleficios/>

<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/afinal-bronzamento-artificial-faz-mal-a-saude>

Grupo: Arthur Kuhn, Arthur Berlitz, Galeno Soares, José Vítor Krás e Pedro Hessel