



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

JEFERSON NEY

**A UTILIZAÇÃO COMBINADA DE EXPERIMENTOS
DEMONSTRATIVOS, VÍDEOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS
NO ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO NO
CONTEXTO DE AULAS EXPOSITIVAS**

Vitória

2014

JEFERSON NEY

**A UTILIZAÇÃO COMBINADA DE EXPERIMENTOS
DEMONSTRATIVOS, VÍDEOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS
NO ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO NO
CONTEXTO DE AULAS EXPOSITIVAS**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Profissional em Ensino de Física,
Universidade Federal do Espírito Santo, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ferracioli

Vitória

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Ney, Jeferson, 1967-
N569u A utilização combinada de experimentos demonstrativos,
vídeos e simulações computacionais no ensino da Física : um
estudo exploratório no contexto de aulas expositivas / Jeferson
Ney. – 2014.
110 f. : il.

Orientador: Laércio Ferracioli.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física - Estudo e ensino -
Recursos audiovisuais. 3. Tecnologias educacionais. I. Ferracioli,
Laércio, 1955-. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Jeferson Ney

**A UTILIZAÇÃO COMBINADA DE EXPERIMENTOS
DEMONSTRATIVOS, VÍDEOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS
NO ENSINO DE FÍSICA:
UM ESTUDO EXPLORATÓRIO NO CONTEXTO DE
AULAS EXPOSITIVAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 24 de Julho de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Laércio Ferracioli
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dra. Maria Auxiliadora Vilela Paiva
Instituto Federal de Educação – Vitória

Prof. Dra. Eliana Zandonade
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Ao Pai, que está em secreto, pela vida, pela saúde e por esse período de reflexões sobre o ensinar e o aprender.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Laércio Evandro Ferracioli da Silva, por me oportunizar trabalhar conjuntamente no desenvolvimento desta investigação, cujas críticas e sugestões foram significativas e valiosas.

À professora Dr. Eliana Zandonade e aos componentes do Laboratório de Estatística (Lestat – DEST – CCE – UFES) pela oportuna e importante contribuição.

Ao Capitão-Tenente Lemos Alves, pela compreensão e pelo apoio prestado durante a aplicação desta proposta de ensino na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo-EAMES.

Ao professor Wellington Kister do Nascimento, pela generosa contribuição dada durante a edição dos vídeos utilizados nesta investigação e pelas orientações importantes sobre a utilização do Sistema Operacional Linux.

À professora Aurení Silva Magalhães, pessoa generosa e sempre predisposta a contribuir com revisão linguístico-gramatical realizada nos questionários, pré-testes, pós-testes, avaliação escrita curricular e planos de aulas.

À minha esposa Sueli e a filha Nathália, pela paciência, pelo incentivo e apoio incondicional.

RESUMO

Este estudo teve o objetivo de investigar a utilização de uma proposta para ensino de conteúdos de Física, visando promover a melhoria da qualidade desse ensino, com foco na combinação de recursos educacionais – *experimentos demonstrativos*, *vídeos*, e *simulações computacionais* – no início de aulas expositivas para estudantes de uma Escola Militar, a saber, a Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES) localizada na Enseada do Inhoá em Vila Velha-ES. A investigação foi desenvolvida a partir da unidade de ensino *Ondas* que foi dividida em três subunidades denominadas *Movimento Periódico*, *Movimento Ondulatório* e *Ondas Sonoras*. Nesse contexto, este estudo investigou se a Proposta de Ensino contribuía para a melhoria no *desempenho* do estudante na disciplina Física; qual recurso educacional proporcionou *interesse* e *atenção* aos conteúdos abordados em cada subunidade de ensino; qual recurso educacional mais contribuiu para a *visualização* dos conceitos por parte dos alunos, bem como qual recurso educacional mais contribuiu para promover a *participação* deles. Utilizou-se um *Delineamento Experimental* com o uso de estatística inferencial a fim de avaliar o efeito da proposta de ensino no contexto estudado. Os resultados apontaram que a proposta de ensino investigada não contribuiu para a melhoria do *desempenho* dos estudantes na Avaliação Escrita Curricular, uma vez que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as médias do Grupo de Controle e do Grupo Experimental. No entanto, constatou-se que os recursos utilizados contribuíram de igual maneira para a promoção do *interesse*, da *atenção*, da *visualização* e da *participação* dos alunos pertencentes ao Grupo Experimental durante as aulas expositivas de cada subunidade de ensino.

Palavras-chave: Ensino de Física; Aulas Expositivas; Experimentos Demonstrativos; Vídeos; Simulações Computacionais

ABSTRACT

This research aimed at investigating a proposal for teaching Physics contents, in order to improve its quality, based on a combination of educational resources – demonstration experiments, videos, and computer simulations – at the beginning of lecture classes, for students at a military school, Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES), in Enseada do Inhoá, Vila Velha, ES. The investigation was conducted approaching the teaching unit *Waves*, which was divided into three subunits: *Periodic Motion*, *Wave Motion* and *Sound Waves*. The teaching proposal aimed at promoting improvements on the quality of Physics teaching. Therefore, this study evaluated whether the suggested Teaching Proposal contributed to increase the performance of students of Physics. It investigated (1) which educational resource better attracted students' attention and interest in the contents approached in each teaching subunit; (2) which educational resource has contributed most for students' understanding of concepts; and (3) which educational resource better increased students' participation. An Experimental Design with the use of inferential statistics was applied in order to assess the effects of this teaching proposal in the studied context. Results showed that the investigated teaching proposal did not contribute to improve students' performance on the Curricular Exam, once there were no statistically significant differences between the scores of the Control Group and the Experimental Group. However, it was observed that the educational resources used, helped to equally promote interest, attention, understanding and participation of students from both control and experimental groups in the lecture classes of each teaching subunit.

Keywords: Teaching of Physics; Lecture Classes; Demonstration Experiments; Videos; Computer Simulations

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estudos encontrados na literatura sobre a utilização de Experimentos Demonstrativos.....	20
Tabela 2 -	Estudos encontrados na literatura sobre a utilização do Vídeo...	27
Tabela 3 -	Estudos encontrados na literatura sobre a utilização de Simulações Computacionais.....	34
Tabela 4 -	Esquema de validação dos instrumentos para coleta de dados	58
Tabela 5 -	Alfa de Cronbach.....	58
Tabela 6 -	Matriz de correlação item-total.....	58
Tabela 7 -	Análise Fatorial realizada nos questionários aplicados.....	59
Tabela 8 -	Procedimento adotado na realização da coleta de dados.....	61
Tabela 9 -	Classificação da confiabilidade a partir do coeficiente alfa de Cronbach.....	65
Tabela 10 -	Teste Kolmogorov-Smirnov – Uma Amostra.....	68
Tabela 11 -	Análise descritiva para os grupos de Controle e Experimental...	69
Tabela 12 -	Resultados da aplicação dos testes estatísticos.....	72
Tabela 13 -	Proporção dos estudantes do Grupo Experimental que atribuíram nota 3, 4 ou 5 para os recursos educacionais.....	73
Tabela 14 -	Proporção dos estudantes dos grupos de Controle e Experimental que atribuíram nota 1, 2 ou 3 para o item 1 dos questionários.....	76

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Motivação do Estudo.....	11
1.2	Organização da Dissertação	14
2	Revisão Bibliográfica	16
2.1	Recursos Educacionais	16
2.2	Experimentos Demonstrativos	19
2.3	Vídeos	25
2.4	Simulações Computacionais	33
2.5	Considerações Finais à Revisão Bibliográfica.....	40
3	Concepção do Estudo	43
3.1	Contextualização do Estudo.....	43
3.2	Objetivos do Estudo.....	47
3.3	Metodologia	47
3.4	A Instituição EAMES – Lócus do Estudo.....	49
3.5	Amostragem: Determinação do Tamanho da Amostra	51
3.6	Instrumentos de Coleta de Dados.....	52
3.6.1	<i>Elaboração dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular</i>	<i>52</i>
3.6.2	<i>Validação dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular</i>	<i>54</i>
3.6.3	<i>Elaboração dos Questionários.....</i>	<i>54</i>
3.6.4	<i>Validação dos Questionários.....</i>	<i>57</i>
3.7	Coleta de Dados.....	60
3.8	Correção dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular....	62
3.9	A Abordagem Quantitativa do Estudo – Métodos Estatísticos.....	63
3.10	O IBM SPSS Statistics 20.....	65
4	Análise de Dados e Discussão.....	67
4.1	Apresentação dos Resultados da Análise de Dados – Resultados Dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular.....	67
4.2	Apresentação dos Resultados da Análise de Dados – Análise Descritiva do Questionário Aplicado ao Grupo Experimental.....	73
4.3	Discussão dos Resultados.....	75
5	Conclusões	80
5.1	Respostas aos Objetivos do Estudo.....	80
5.1.1	<i>Desempenho de Estudantes.....</i>	<i>80</i>
5.1.2	<i>Avaliação dos Recursos Educacionais.....</i>	<i>81</i>
5.2	Perspectivas Futuras.....	83
6	Referências	86
	Apêndices	93

APÊNDICE A – PLANO DE AULA	94
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO GRUPO DE CONTROLE	98
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO GRUPO EXPERIMENTAL.....	99
APÊNDICE D – PRÉ E PÓS-TESTES.....	105
APÊNDICE E – PRÉ E PÓS-TESTE – GRUPO EXPERIMENTAL.....	111
APÊNDICE F – PROPOSTA DE ENSINO COM UTILIZAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS.....	115

Introdução

1.1 Motivação do Estudo

O Ensino de Física no Brasil nos níveis Médio e Superior na década de 50, era fundamentado por *livros de texto*. Era o livro texto que determinava o nível do curso, o programa, a sequência didática das aulas e o plano de ensino (MOREIRA, 2000). Após essa década, em 1960, ocorre uma mudança de paradigma no ensino de Física a publicação no Brasil em 1963 com tradução para o português, da primeira edição do Physics Science Study Committee – PSSC. Tratava-se de um projeto curricular completo com materiais instrucionais educativos inovadores e uma nova filosofia de ensino de Física que destacava a estruturação da Física baseada na experimentação. No início da década de 70 surge uma nova proposta para o Ensino de Física com a publicação do livro FÍSICA de Alvarenga e Máximo (1970). Após esse período a Universidade de São Paulo (USP) também lançou projetos curriculares para o Ensino Médio e na década de 90 surgiu outra proposta para o Ensino de Física, o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF (1993), porém a abordagem desse ensino ainda era feita por meio de livro texto.

Ao final da década de 90 foram estabelecidas as diretrizes curriculares nacionais para o ensino de Física nos ensino de nível Básico e Superior por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997). Esses documentos visavam novas perspectivas para o ensino de Física nesses níveis de ensino, preconizavam as *competências* e *habilidades* e recomendavam que a apropriação dos conhecimentos físicos devia ser desenvolvida passo a passo e a partir dos elementos próximos e vivenciais do aluno e essencialmente trabalhar com modelos, introduzindo a própria ideia de modelo.

A partir dos anos 2000 foram realizados estudos abordando o processo de ensino em Física e diferentes propostas de ensino apresentadas visando uma melhoria nesse ensino. Há estudos acerca de Programa de Ensino, Formação de Professor, Características dos Estudantes, Interesse do Aluno no Aprendizado, Recursos Educacionais e as diferentes estratégias de Ensino que podem ser utilizadas (GATTI, 2010; ARRUDA, 2012; SILVA 2012; ERROBIDART, 2010; ARRIGONI, 2011).

Há estudos que discutem a relação da estratégia de ensino empregada em sala de aula com a predisposição dos alunos em compreender conceitos físicos. Uma investigação realizada por Gomes e Castilho (2010) discute como a Física é ensinada nas escolas brasileiras e o desinteresse de alunos pelas Ciências. Os autores relatam que o cenário desse ensino nas redes pública e privada de nível Médio é de estudantes, em sua maior parte, que apresentam comportamentos típicos de desinteresse e apatia ao estudo de conceitos físicos. E esse desinteresse pode contribuir para um baixo desempenho com consequências desfavoráveis à sua vida acadêmica. Esses autores sugerem o uso de atividades experimentais para despertar o interesse dos estudantes em aprender Física. Há também estudos que investigam propostas de ensino que visam despertar o interesse dos estudantes para o estudo de conteúdos de Física fazendo uso de *recursos educacionais* e diferentes estratégias de ensino.

Silva (2012) investigou a viabilidade da utilização de paródias como uma ferramenta metodológica para o ensino de Ciências. Oliveira & Zanetic (2004), relacionam o uso da arte por meio do teatro para aproximar e facilitar o entendimento do conhecimento científico, permitindo o professor transformar o ambiente escolar num local de diálogo, onde o aluno terá a oportunidade de participar, criar, pensar e questionar. Silveira et al (2007) fizeram uso da música como um *instrumento pedagógico* para estimular e motivar os estudantes.

Após um período de prática em sala de aula ministrando aulas de Física em escolas de nível médio da rede pública estadual, particular e na Escola de Aprendizizes-Marinheiros do Espírito Santo, tem sido possível observar que, para a maioria dos

estudantes do Ensino Médio, compreender, visualizar e dominar os conceitos físicos não é algo trivial. Consequentemente, para os professores, utilizar estratégias capazes de promover essa compreensão também não é trivial. Segundo Xavier (2005), os alunos ingressam no Ensino Médio com medo e muitas vezes traumatizados com o ensino de Física e muitos alunos têm em mente essa disciplina como algo impossível de se aprender.

No início de cada ano letivo, quando perguntava aos novos estudantes se gostavam de estudar a disciplina Física a maior parte respondia que não. De uma maneira geral o estudo de conteúdos de Física não é atraente para a maior parte dos estudantes do Ensino Médio, mas paradoxalmente, há interesse ou curiosidade pelos fenômenos físicos. Não se sabe se o desinteresse e esse sentimento de aversão ao estudo de conceitos físicos estão associados à dificuldade aparente dos estudantes em entendê-los. É importante considerar, também, que esse desinteresse pode estar associado ao fato da Física, como ciência, fazer uso de linguagem específica na formalização de seus conceitos, agregada a uma linguagem matemática que, dependendo do conceito, é sofisticada e complexa para a maior parte dos alunos de nível médio (CAVALCANTE, 2010; RICARDO; FREIRE, 2007).

Pude observar consequências desfavoráveis desse desinteresse, dessa indisposição dos estudantes ao estudo de conceitos físicos: ao final do ano letivo, esses estudantes apresentavam um baixo desempenho na disciplina Física e dificilmente conseguiam recuperar-se, entrando para a lista de alunos reprovados. Essa situação pode contribuir para aumentar ainda mais o desinteresse e a aversão desses estudantes pelo estudo da Física.

Na busca de promover uma melhoria do desempenho dos estudantes e tornar o estudo da Física mais atraente e instigante, ao longo dos anos fui experimentando diferentes estratégias e intervenções em sala de aula que resultaram numa proposta de ensino, foco deste estudo. A Proposta de Ensino desenvolvida nesta investigação se utiliza de Experimentos Demonstrativos, Vídeos e Simulações Computacionais combinados no início de aulas expositivas de forma a ilustrar e elucidar um mesmo tópico abordado. Durante a aula esses recursos são articulados com a exposição

oral da teoria capaz de explicar os fenômenos desse tópico. Esta Proposta de Ensino busca promover a participação dos estudantes, além de procurar despertar o interesse e a atenção dos estudantes propiciando um dinamismo peculiar nas aulas.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo investigar a utilização de uma proposta para ensino de conteúdos de Física com base na combinação de recursos educacionais – *experimentos demonstrativos, vídeos, e simulações computacionais* – no início de aulas expositivas para estudantes da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES).

1.2 Organização da Dissertação

Esta dissertação é organizada em cinco Capítulos e seis Anexos que são resumidamente descritos de forma a apresentar uma proposta para ensino de Física.

Este Capítulo de **Introdução** – Capítulo I – tem o objetivo de apresentar as origens dessa pesquisa problematizando o processo de ensino da Física e o desinteresse de estudantes quando do estudo de conteúdos de Física.

O capítulo II apresenta a **Revisão Bibliográfica**, onde é feito um levantamento de estudos que abordam a utilização de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais em salas de aula separadamente ou de uma forma combinada.

O capítulo III apresenta a **Concepção do Estudo**, descrevendo a estruturação da proposta de ensino, o delineamento do presente estudo, o *lôcus* do estudo, os instrumentos da coleta de dados e uma visão geral dos procedimentos da análise de dados.

O capítulo IV apresenta a **Análise de Dados e Discussões**, dos resultados obtidos da aplicação dos pré-testes, pós-testes, da avaliação escrita curricular e dos questionários aplicados ao grupo experimental.

O capítulo V apresenta as **Conclusões** onde são apresentadas respostas aos objetivos geral e específico desta investigação, as perspectivas futuras e as considerações finais.

Após as **Referências Bibliográficas**, nos **Anexos** são disponibilizados os Planos de Aulas, os pré-testes e pós-testes aplicados em cada subunidade de ensino, os questionários e um material de apoio destinado aos professores que queiram implementar esta proposta de ensino.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

No capítulo anterior foi apresentada a motivação para a realização deste estudo que aborda a utilização conjunta de Experimentos Demonstrativos, Vídeos e Simulações Computacionais no início de aulas expositivas com o propósito de promover a participação, despertar o interesse de alunos pelo estudo de conceitos físicos e propiciar a melhoria do desempenho. Assim este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica com o enfoque nesses três recursos educacionais apresentando um panorama das diferentes maneiras de utilização desses recursos no ensino da Física. A revisão compreendeu o período de 2003 a 2013 dos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Física na Escola, Revista Ibero-americana de Educação, Revista Investigações em Ensino de Ciências e Caderno Brasileiro do Ensino de Física. Foi Também utilizado o Banco de Dissertações e Teses da CAPES, Encontros de Pesquisa em Ensino de Física e Simpósios Nacionais de Ensino de Física.

2.1 Recursos Educacionais

A literatura apresenta estudos sobre diferentes maneiras de ensinar Física tanto no Ensino Médio quanto na Educação Superior (e.g. CLEBSCH e MORS, 2004; CLEMES e FILHO, 2012). A partir da problematização dessas diferentes maneiras observa-se que estes estudos investigam a utilização de recursos educacionais

propondo diferentes tipos de intervenção em sala de aula visando promover a melhoria da qualidade de ensino. Cada Recurso educacional está associado a uma linguagem específica que pode auxiliar na promoção de diferentes habilidades de percepção e assimilação de conceitos por parte dos estudantes. Na revisão de literatura que segue foram encontrados termos, tais como, *Recursos Educacionais* (AUSUBEL, 2000), *Recursos de Ensino* (KARLING, 1991) e *Meios de Ensino* (LIBÂNEO, 1990) que, de modo geral, podem ser considerados com similar significado. Por exemplo, Ausubel (1980) utiliza o termo *Recursos Educacionais* em um sentido geral e inclui os diversos meios que o professor usa para propósitos de ensino, tais como, comunicação oral, apresentação de *slides*, livros textos, livros de exercícios, trabalho de laboratório, filmes, televisão, diagramas e modelos esquemáticos. Ausubel (1980) afirma que:

Esses recursos não mais se prestam meramente ao enriquecimento ou à avaliação na transmissão do conteúdo de uma disciplina aos alunos, mas assumem, e na verdade o devem fazer, a responsabilidade da rotina de tal transmissão. (Ausubel, 1980, p. 312)

Esses recursos educacionais podem ser úteis quando visam a elucidação de conceitos ou princípios e para aumentar a série de exemplos que podem ser apresentados visando essa elucidação da temática abordada.

Para Karling (1991), *Recursos de Ensino* são os recursos humanos e materiais que o professor utiliza para auxiliar o processo de ensino e promover a compreensão do estudante acerca do conteúdo abordado. Esses recursos de ensino podem ser usados com maior número de alunos na busca de promover uma interação entre os alunos e fatos, imagens, situações, experiências e demonstrações dinamizando, assim, os processos de ensino e de aprendizagem.

Libâneo (1990) define *Meios de Ensino* como recursos materiais utilizados pelo professor e pelos alunos para a organização e condução metódica dos processos de ensino e aprendizagem. Para dinamizar suas aulas o professor utiliza desses materiais e de diferentes técnicas de ensino. De acordo com Candau (1998) os meios de ensino mais utilizados em sala de aula são:

- A voz do professor;
- A lousa;
- Ilustrações sob a forma de desenhos, gravuras, pinturas, fotografias;

- Projeções fixas (Imagens) e projeções móveis (filmes mudos ou sonoros);
- Globos, mapas, diagramas e gráficos;
- Cartazes e álbuns seriados;
- Discos, materiais impressos como revistas, apostilas, catálogos e programas de computadores.

Atualmente o *Projektor Multimídia* é um versátil – fácil manuseio e múltiplas utilidades – recurso educacional, pois permite a visualização de vídeos, de simulações computacionais e de apresentações em slides. Esse Projetor funciona acoplado facilmente a computadores ou notebooks com especificações mínimas de processadores, memórias e placas de vídeos e sistemas operacionais. O avanço tecnológico possibilitou desenvolver Projetores Multimídias compactos de fácil manuseio que podem ser utilizados em salas de aulas de diferentes maneiras. Durante a realização da coleta de dados para este estudo as salas de aulas estavam equipadas com um desses projetores. No desenvolvimento desta proposta de ensino foi utilizado o projetor multimídia em todas as aulas expositivas ministradas para ensinar os conteúdos propostos de Física e também exibir os vídeos e apresentar as simulações computacionais, porém os *recursos educacionais* investigados são os Experimentos Demonstrativos, os Vídeos e as Simulações Computacionais. Os Experimentos Demonstrativos (e.g. GASPAR e MONTEIRO, 2005), são de fácil construção e manuseio e quando utilizados nas aulas oportunizam aos estudantes a observarem o fenômeno estudado e a fazerem perguntas e comentários sobre o tópico abordado. Um experimento demonstrativo pode ser utilizado para ilustrar diferentes conteúdos de Física, porém com o devido enfoque nos conteúdos relacionados com a aula.

Os Vídeos, (e.g. CLEBSCH e MORS 2004) utilizados nesta investigação são extraídos da internet e têm domínio público. São vídeos que mostram ou abordam fenômenos físicos, de demonstrações técnicas sobre funcionamento de equipamentos e máquinas, de demonstrações experimentais realizadas em laboratórios reproduzindo fenômeno físico e de construções de obras relacionadas a engenharia civil, elétrica, mecânica e naval. Esses vídeos podem ser editados por meio de *softwares de edição* e permitem destacar partes do vídeo relacionadas aos conceitos e objetivos propostos no programa de ensino estabelecido pela escola. A

edição dos vídeos selecionados permite, também, a redução do tempo de apresentação adequando-os ao tempo estimado para aula.

As Simulações Computacionais (e.g. MACEDO e DICKMAN 2009) são do repositório Physics Education Technology da University Colorado at Boulder – PhET –. Este contém simulações que têm como objetivo incentivar os alunos e, assim, apoiar e propiciar uma compreensão acerca de conceitos científicos. Essas simulações são escritas em Java e Flash e podem ser executadas diretamente no navegador Web. Essas simulações estão disponíveis gratuitamente no site da PhET: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

A opção da utilização de recursos educacionais, tais como, experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais e para abordar um determinado conteúdo de Física preconizado no programa de ensino, passa pela experiência do professor em identificar pontos específicos desse conteúdo que apresentam elevado nível de dificuldade por parte dos estudantes e pela dificuldade no processo de ensino desse conteúdo. Nesse contexto, a revisão de literatura que segue apontará uma discussão com o foco na utilização desses recursos em sala de aula e se a estratégia de ensino empregada para essa utilização potencializa a participação, a atenção e despertar o interesse dos alunos pelo estudo de Física.

2.2 Experimentos Demonstrativos

A Revisão de literatura na busca de publicações que abordam o uso de experimentos demonstrativos em sala de aula para o ensino de Física revelou a existência de trabalhos que abordam diferentes estratégias de ensino para sua utilização.

Foram encontrados estudos que abordam a utilização de experimentos demonstrativos em sala de aula onde os professores realizam a demonstração antes, durante ou após a exposição oral do conteúdo (GASPAR; MONTEIRO 2005; ARRIGONI 2011; RIBEIRO 2010). Há também estudos que sugerem uma estratégia de ensino que os estudantes interagem com os experimentos antes ou após a

explicação teórica do fenômeno estudado para que esses estudantes compreendam melhor os conteúdos abordados (LEMOS ET AL, 2009; LIMA, 2012).

Visando apresentar um panorama sobre as diferentes maneiras de ensinar conteúdos Física por meio da utilização de experimentos demonstrativos em sala de aula, esses estudos foram categorizados segundo a estratégia de ensino empregada. Esse procedimento permite agrupar as diferentes abordagens feitas sobre a utilização de simulações sala de aula e possibilita uma comparação desses estudos com a proposta de ensino desenvolvida nesta investigação. A Tabela 1 mostra essa categorização dos estudos encontrados na literatura sobre a utilização de experimentos demonstrativos no ensino de Física.

Tabela 1: Estudos encontrados na literatura sobre a utilização de Experimentos Demonstrativos

	Estratégia de Ensino	Quem realiza a Demonstração	Estudo	Resultado do Estudo
EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO	Análise das interações verbais em aulas de Física do Ensino Médio produzidas a partir do uso de atividades experimentais.	Professor.	Silva Lima (2010).	• Propiciou para os alunos compreenderem melhor o tema e a significação das palavras.
	Demonstração <i>antes</i> da exposição do conteúdo.		Gaspar & Monteiro (2005).	• Despertou o interesse dos alunos pela Física.
	Demonstração <i>antes</i> da exposição do conteúdo.		Errobidart (2010).	• Desperta o interesse pelo assunto. • Facilita a compreensão.
	Demonstração <i>durante</i> a exposição do conteúdo.		Arrigoni (2011).	• Melhoramento de notas. • Participação ativa da maioria dos alunos. • Incremento do interesse pelos tópicos.
	Demonstração <i>após</i> a exposição do conteúdo.		Eiras (2003).	• Contribui para a participação efetiva dos alunos na aula.
	Demonstração <i>após</i> a exposição do conteúdo.		Ribeiro (2010).	• Melhorou o desempenho dos alunos na disciplina.
	Demonstrações <i>após</i> a exposição do conteúdo e alunos interagem com o experimento.	Professor & aluno.	Ramos et al (2009).	• Contribuiu para a participação e propiciou uma visualização prática dos conceitos abordados
	Discussão e análise sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física.		Araújo & Abib (2003).	• O uso de experimentos em sala de aula ainda é tema de interesse dos pesquisadores.
	Após a exposição do conteúdo grupos de alunos interagem com o experimento.	Aluno.	Lemos et al (2009).	• Maior número de acertos nas atividades propostas.
	Aborda a compatibilidade entre as práticas experimentais utilizadas no ensino de física e as proposições da educação.		Oliveira (2010).	• As práticas experimentais facilitam o processo de ensino e aprendizagem permitindo ao aluno a construção de seu conhecimento.
	Grupos de alunos apresentam atividades experimentais e <i>após</i> a exposição do conteúdo.		Lima (2012).	• Motiva os alunos • Favorece a construção do conhecimento.

Visando uma ressonância da proposta de ensino desenvolvida nesta investigação com os estudos apresentados na Tabela 1 serão discutidos a seguir os estudos cuja

abordagem foi com enfoque na utilização do experimento demonstrativo em sala de aula.

Eiras (2003) realizou um estudo que procurou investigar a influência das atividades demonstrativas, realizadas no transcorrer do ensino teórico em aulas expositivas, para o ensino de Física. O autor argumenta que há uma distância entre o ensino de física experimental e o teórico na maioria das escolas brasileiras de Nível Médio e cita estudos onde relatam que a utilização de experimentos realizados por meio de demonstração possibilita o cumprimento do programa, mantém os alunos atentos e participativos e permite ao professor um melhor ensino do conhecimento científico. Esse estudo foi realizado a partir de três atividades demonstrativas no decorrer do desenvolvimento teórico do conteúdo de Eletricidade. Os instrumentos de coleta de dados foram as anotações de campo e filmagens das atividades demonstrativas. Essas atividades foram desenvolvidas numa carga horária de duas aulas semanais geminadas de 100 minutos, para uma turma da terceira série do ensino médio, em três etapas e de acordo com o seguinte planejamento pedagógico: *Introdução*, *Apresentação* e *Desenvolvimento*. Na *Introdução* é apresentado o conteúdo teórico necessário ao entendimento dos conceitos que serão explorados quando da realização da atividade demonstrativa. Na *Apresentação*, os instrumentos utilizados na atividade experimental, são mostrados para os alunos com a preocupação de caracterizá-los como aqueles encontrados em seu cotidiano, visando despertar o interesse, motivando-os a expressarem espontaneamente suas ideias. No *Desenvolvimento*, são realizadas as atividades demonstrativas pelo professor.

O autor relata que a atividade demonstrativa desencadeou interações sociais entre professor – aluno e entre alunos. Durante essas atividades os alunos explicitaram livremente conceitos incorretos para a explicação de determinado evento. Essa atividade também estabelece relações constantes entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos e propicia uma participação ativa do processo de negociação do saber.

Gaspar e Monteiro (2005) apresentam um estudo acerca de características das atividades de demonstração em sala de aula. Os autores argumentam que a partir da década de 1970, começaram a surgir em todo mundo museus e centros de

ciências, locais onde as demonstrações experimentais são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes, assim esse movimento deu início a um processo de resgate a prática da apresentação de demonstrações experimentais em ciências em sala de aula.

As atividades experimentais de demonstração em sala de aula, bem como as de laboratórios, apresentam dificuldades comuns para a sua realização, desde a falta de equipamentos até a inexistência de orientação pedagógica adequada. No entanto, alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. As atividades de demonstração não se restringem a salas de aulas podendo ser realizadas em palestras e espaços não formais de ensino como museu e centros de ciências.

Os autores argumentam ainda que atividades de demonstração em sala de aula recebem muitas vezes a denominação de experiências de cátedra. Seus principais objetivos são: ilustrar e facilitar a compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos; tornar o conteúdo interessante e agradável; desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos. Os autores advertem que durante a apresentação de experiências de demonstração em sala de aula não deve ser negligenciada as interações entre os estudantes, o professor e o instrumental.

Para avaliar a validade das indicações teórico-pedagógicas que devem, por hipótese, orientar a utilização de demonstrações experimentais, foi realizado um experimento em duas aulas de Física, para duas turmas do Ensino Médio. Aos alunos do primeiro ano, as experiências demonstrativas que exploravam o conceito de pressão atmosférica e para os alunos do terceiro ano, demonstrações experimentais acerca de óptica geométrica. Após a apresentação das experiências os alunos eram incentivados a explicarem espontaneamente e ao final era apresentado modelo científico capaz de explicar a demonstração e sempre que

possível retomavam as ideias propostas pelos alunos comparando-as com o modelo científico.

Para esses autores o papel do professor como agente do processo não deve ser entendido apenas do ponto de vista da capacidade de operar com o equipamento e do domínio conceitual dos conteúdos apresentados na demonstração, mas ele é o parceiro mais capaz, aquele que faz as coisas acontecerem, orienta a observação, dá explicações adequando-as ao conteúdo apresentado e ao nível do aluno.

Os autores afirmam que a demonstração experimental em sala de aula não é um recurso pedagógico autossuficiente, pois depende da ação do professor, da sua capacidade de fazê-la funcionar e de torna-la um elemento desencadeador de interações sociais. Os autores relataram que muitos alunos, após a demonstração, apresentaram melhoria no seu vocabulário científico, no seu interesse pela Física e até mesmo em suas respostas ao questionário aplicado.

Semelhante a essa estratégia de ensino, Errobidart (2010) desenvolveu um estudo que teve por objetivo a utilização e testagem de uma proposta de ensino baseada no uso de atividades experimentais demonstrativas como forma de contextualizar o ensino de *Ondas Sonoras*, e, contribuir significativamente para o aprendizado do aluno. O autor argumenta que apesar das muitas tentativas de introduzir atividades experimentais no ensino de ciências, seu emprego é amplamente discutido. Essa metodologia é considerada um artifício hábil de ensino e um componente essencial à aprendizagem de ciências, quando se pensa que por meio da realização de atividades concretas, um aluno pode desenvolver habilidades e estratégias para questionar e resolver problemas.

A metodologia utilizada por esse autor para a testagem e verificação de sua proposta de ensino, foi a elaboração de uma sequência didática constituída de quatro aulas de cinquenta minutos. Na terceira e quarta aula dessa sequência foi feita uma intervenção metodológica de ensino experimental demonstrativo, utilizando dois dispositivos de simples confecção, elaborados e construídos com o objetivo de auxiliar o professor no desenvolvimento do conteúdo de ondas.

O autor relata que o objetivo do estudo que era de construir um dispositivo de baixo custo e de fácil transporte e montagem para o professor, que possibilitasse um estudo qualitativo do conteúdo de ondas, por meio de atividades experimentais foi atingido. O autor relata ainda que as opiniões dos alunos, também confirmaram que as aulas planejadas usando atividades experimentais demonstrativas, desenvolvidas dentro da própria sala de aula, despertam o interesse pelo assunto e facilitam a sua compreensão. Os resultados obtidos sugerem também que o uso de atividades experimentais demonstrativas em sala de aula pode ser realizado em abordagens de diferentes conteúdos de Física.

Ribeiro (2010) realizou um estudo onde foi analisada a influência que o uso de experimentos demonstrativos em sala de aula pode trazer para a aprendizagem de Ótica. A metodologia utilizada para a estrutura de apresentação dos temas relativos à natureza da luz, reflexão, refração, difração e espalhamento foi comparar um grupo experimental com um grupo de controle. A avaliação da proposta permitiu identificar que alguns dos tópicos discutidos apresentaram melhores resultados na aprendizagem, por estarem mais vinculados às experiências demonstrativas realizadas.

A estratégia de ensino empregada pelo autor, no grupo experimental escolhido, foi abordar o conteúdo sempre a partir de experiências demonstrativas, motivadoras, apresentadas ao longo da aula e no grupo de controle a ministração de aulas foi totalmente expositivas, sem a apresentação de experiências demonstrativas. O autor relata que a sequência de apresentação do conteúdo durante as aulas foi idêntica, com a diferença da presença ou não de experiências sobre o tema. No grupo experimental as experiências, durante sua demonstração, perguntas eram feitas aos alunos, para que o experimento não ficasse restrito apenas ao seu caráter lúdico, mas para que os estudantes adquirissem uma maior compreensão dos conceitos abordados a partir dessa atividade experimental motivadora.

O autor relata que os dados obtidos da correção do pré-teste e do pós-teste permitiram perceber quais itens presentes nos questionários apresentaram maior correlação entre a presença de atividades experimentais demonstrativas e a aprendizagem. Os autores afirmam que experimento é um atrativo lúdico e

interacional, que tende a colaborar para a aprendizagem pela natural quebra da rotina escolar. Os autores relatam ainda com base nos resultados que foi possível observar, em termos de significância estatística, um aumento de desempenho a favor do grupo experimental,

Arrigoni (2011) propõe e faz uma avaliação do uso de *Experiências de Cátedras* no ensino de conceitos físicos. Essas experiências foram definidas como experiências realizadas pelo professor durante ou depois da exposição teórica de um tópico e que são de sua inteira responsabilidade. Segundo esse autor, nesse ponto de vista, é possível ampliar o conceito de experiência de cátedra como uma atividade que possa ajudar o professor a mostrar um fenômeno, e fazer participar os alunos inserindo-os no processo de aprendizagem. O autor aponta o problema da falta de dinâmica na aula expositiva teórica. Nem sempre é possível incentivar a participação ativa dos alunos e mantê-los interessados no assunto. Então sugere complementar a essa exposição teórica com atividades que favoreçam a interação entre os alunos e entre alunos e o professor.

A experiência de cátedra, por ser uma estratégia bastante simples e de certa forma natural, tende a ser desenvolvida frequentemente de maneira informal, porém com um planejamento. Essa experiência coloca o aluno bem próximo a situação real e possibilitam um retorno imediato acerca dos conteúdos teóricos em sala de aula.

O autor relata que as experiências de cátedras são atraentes e estimulantes para os alunos. A maioria dos alunos apresenta uma participação ativa durante as aulas e um aumento do interesse pelos tópicos dentro e fora da sala de aula e redução das dificuldades na resolução de problemas.

2.3 Vídeos

Na literatura encontram-se disponíveis estudos acerca da utilização de vídeos no ensino de Física nos níveis Médio e Superior, com diferentes estratégias de ensino para sua utilização. Oliveira (2013) discute e sugere a utilização de vídeos como estratégia de ensino na *Educação a Distância* (EaD). A pesquisa realizada por

Carvalho (1996) que estuda o desenvolvimento do ensino enquanto ele está sendo realizado, faz uma discussão sobre a utilização de gravações de aulas em vídeos enfocando principalmente o registro de dados obtidos para analisar posteriormente a ocorrência do processo de ensino. Há estudos que relatam estratégias para a *exibição* de vídeos em sala de aula antes, durante ou após a abordagem dos conteúdos de Física propostos (MENEZES ET AL., 2009; XAVIER ET AL., 2010; CLEMES ET AL., 2012). Foram encontrados também estudos que relatam estratégias de *produção* de vídeos por alunos (COZENDEY ET AL., 2007; PEREIRA, BARROS 2011). A produção e exibição de vídeos em sala de aula, na maior parte desses, estudos, têm como objetivo elucidar conceitos, aumentar o desempenho, despertar o interesse, a curiosidade e a motivação dos estudantes para os estudos de conceitos físicos.

Visando apresentar um panorama sobre as diferentes maneiras de ensinar conteúdos Física por meio da utilização de vídeos em sala de aula, esses estudos foram categorizados segundo a estratégia de ensino empregada. Esse procedimento permite agrupar as diferentes abordagens feitas sobre a exibição e produção de vídeos em sala de aula e possibilita uma comparação desses estudos com a proposta de ensino desenvolvida nesta investigação. A Tabela 2 mostra essa categorização dos estudos encontrados na literatura sobre a utilização de vídeos no ensino de Física.

Visando uma ressonância da proposta de ensino desenvolvida nesta investigação com os estudos apresentados na Tabela 2 serão discutidos a seguir os estudos cuja abordagem foi com enfoque na exibição de vídeo em sala de aula para estudantes do ensino médio.

Clebsch e Mors (2004) relatam um estudo onde foram utilizados trechos de filmes produzidos pela indústria cinematográfica como elemento motivador de alunos do Ensino Médio na abordagem da unidade de Fluidos. A estratégia de ensino empregada foi de exibir trechos de quatro filmes antes da abordagem dos conteúdos em cinco momentos diferentes. Após a exibição do filme, os alunos reuniam em duplas para identificar os fenômenos físicos envolvidos e comentar cenas identificadas como impossíveis do ponto de vista físico, além de responder questões

propostas. Após esse momento os alunos assistiam novamente ao filme e eram estimulados a acrescentar comentários. Nas aulas seguintes os episódios do filme eram lembrados ao se desenvolver o conteúdo curricular. Então, trecho de filme era exibido servindo como elemento motivador.

Tabela 2: Estudos encontrados na literatura sobre a utilização do Vídeo

		Estratégia de Ensino	Tipo de Vídeo	Estudo	Resultado do Estudo
VÍDEO	EXIBIÇÃO	• Antes da abordagem dos conteúdos. Utilizado como um Organizador Prévio.	História da Física com enfoque na História do cientista por trás conceito abordado: "De Aristóteles a Einstein", "Do âmbur às Equações de Maxwell".	Menezes et al (2009).	• Promove melhor compreensão dos conceitos abordados.
		• Durante as aulas para ensinar conceitos de Física.	Vídeo-aulas: aulas ou demonstrações de experimentos gravadas em vídeo.	Clemes et al (2012).	• Desperta o interesse. • Promove participação.
		• Durante as aulas para exemplificar e abordar conceitos de Física.	Cenas cinematográficas: Homem Aranha.	Oliveira (2006).	• Motiva os alunos. • Desperta interesse. • Fomenta discussões.
		• Após a abordagem dos conteúdos.	Cenas cinematográficas: Velocidade do Vento (<i>Maximum velocity</i>) e Armageddon.	Xavier et al (2010).	• Contribui para a participação de alunos.
		• Antes e após a abordagem dos conteúdos.		Clebsch e Mor (2004).	• Despertou interesse Motivou os alunos ao estudo da Física.
	PRODUÇÃO	• Produção de vídeos realizados com a participação dos alunos.	Vídeo educativo sobre um conceito específico.	Cozendey et al (2007).	• Estímulo às aulas de Física. • Promove uma interatividade.
		• Produção de vídeo por alunos ao final das aulas de laboratório de Física.	Vídeos que apresentam uma demonstração de experimento físico.	Pereira e Barros (2011).	• Compreensão do fenômeno físico abordado.
		• Filmagem de eventos simples que são analisados em sala de aula.	Vídeo análise: trata-se de um <i>software Tracker</i> destinado à análise de dados quadro a quadro.	Leitão et al (2011)	• Ferramenta facilitadora do ensino de Física.
				Bezerra et al (2012).	• Desperta interesse nos alunos.
		• Produção de vídeo por alunos em curso de Formação de Professor.	Vídeos sobre conceitos físicos.	Sartori (2012).	• A utilização do vídeo como potencial motivador na formação continuada de professores.
		• Produção de vídeo por grupos de alunos a partir dos conteúdos trabalhados em sala de aula.	Vídeo a partir de fotos sobre discussão de conceitos.	Bernades (2013).	• Propicia aos estudantes aprendizagem dos conceitos abordados.

Os autores afirmam que o uso desse recurso educacional, no ensino de Ciências deve ter uma função definida no plano de ensino elaborado pelo professor. Além disso, deve-se considerar o aspecto cultural no sentido de que as ideias apresentadas devem estar de acordo com o grupo alvo, bem como o fato de que o autor do vídeo didático dê o enfoque que ele acha o mais conveniente para o conteúdo. Nesse estudo o conteúdo de hidrostática foi dividido em tópicos e a abordagem de cada tópico iniciou-se com a apresentação de uma cena do filme. O

objetivo é motivar os alunos ao estudo dos conteúdos. Após apresentação dessa cena motivadora de um determinado tópico foram desenvolvidas diferentes estratégias de ensino, tais como, leitura, aula expositiva, resolução de exercícios, mapa conceitual e experimentos. Todo tema fluido foi tratado em um total de dezoito aulas. Porém não foram encontrados trechos no texto sobre a sequência de aulas onde as diferentes estratégias citadas foram utilizadas.

Clebsch e Mors (2004) relatam que as avaliações revelaram que não houve diferença significativa nas notas dos alunos das turmas experimentais e de controle apesar da turma experimental apresentar maior média de desempenho. Porém, dos excertos de depoimentos dos estudantes apresentados, os autores inferem que os estudantes se sentiram mais interessados e mais motivados para o estudo da Física. Os autores declararam que segundo a opinião dos alunos, a aula ficou mais descontraída, dinâmica, diferente e interativa.

É importante ressaltar que, após a apresentação do vídeo, outras estratégias de ensino foram empregadas, portanto os autores não relatam o quanto, a utilização desses outros recursos e estratégias, contribuiu para que os estudantes da turma de experimento, onde foi observado um efeito positivo, compreendessem melhor o conteúdo abordado. Ao final, sugerem aos professores que utilizem trechos de filmes, como elementos vivenciais do aluno, como mais uma estratégia para diversificar o ensino de Física.

De maneira semelhante, a estratégia de ensino proposta por Oliveira (2006) também se utiliza de cenas e trechos de filmes cinematográficos para exemplificar e abordar conceitos físicos uma vez que o autor pontua que o ensino de Física, às vezes, é distante dos interesses e do cotidiano dos estudantes. Da exibição de cenas do filme *Homem Aranha* foi feita uma discussão e uma análise minuciosa dos conceitos presentes, de forma qualitativa e quantitativa, e de situações que violam princípios da Física. Cada cena discutida durante aula era associada a um conceito. Essa associação objetivava exemplificar ou abordar quantitativamente o conceito.

Na apresentação de uma cena o personagem principal do filme salta de um prédio, pendurado pela sua teia, constituindo assim um sistema pendular. Essa cena foi utilizada para exemplificar a equação do período do pêndulo. Em outra cena, de

queda-livre, é feita uma abordagem quantitativa comparando o tempo estimado para a queda, desprezando a resistência do ar, com o tempo gasto para a realização da cena. O autor relata que foi possível verificar que, das abordagens dos conceitos físicos, a quantitativa permite uma discussão mais ampla e rica, pois é possível confrontar os resultados de uma situação previamente modelada, frente a uma situação real. Embora não tenha sido encontrado excerto acerca da avaliação dessa estratégia de ensino proposta, o autor relata que, desde o lançamento do filme em 2002, vem analisando e discutindo essas cenas junto com os estudantes durante as aulas e os resultados sempre foram satisfatórios. Ele pontua também que a motivação, o grau de interesse e o nível de discussão dos estudantes são sempre elevados durante essas aulas.

Cozendey et al (2007) apresenta uma análise preliminar da eficiência do uso de micro vídeos educativos como facilitador do ensino de Física para alunos do ensino médio de duas escolas públicas. Com a colaboração dos alunos foi elaborado um dossiê que continha a opinião dos mesmos, sobre a melhor forma de utilizar um vídeo para motivar e explicar de forma mais convincente e eficaz a Física. Foram desenvolvidos com a participação dos estudantes os roteiros que deram origem aos vídeos. Esses estudantes também participavam como atores.

O trabalho foi realizado em três etapas. A primeira etapa destinou-se a preparação da estrutura física do projeto, onde ocorreram entrevistas com estudantes do ensino médio com objetivo de encontrar um tema de interesse comum a todos os alunos para iniciar a preparação dos roteiros. A segunda etapa do projeto foi destinada à produção dos vídeos. Estes vídeos tem um caráter próprio e são mono conceitual – analisam apenas um conceito físico – e são de curta duração, tendo no máximo cinco minutos e ainda enfatizam a física do cotidiano. A terceira etapa foi destinada à avaliação do vídeo educativo desenvolvido.

No primeiro momento, buscou-se, por meio de questionários, levantar as concepções prévias que os alunos tinham em relação aos conceitos físicos que seriam abordados nos vídeos. No segundo momento, apresentaram-se os vídeos produzidos e foi pedido aos alunos que analisassem os conceitos que estavam sendo enfatizados e respondessem a um questionário.

Os autores relatam que os estudantes ficaram animados com a apresentação dos vídeos produzidos. Foi considerado pela maioria dos alunos que os vídeos deveriam ser utilizados como introdutores de um conceito novo, pois dessa forma proporcionam uma discussão sobre o tema em questão, gerando a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos. Por meio das respostas dadas pelos alunos ao questionário foi possível perceber que no decorrer do trabalho houve melhora de suas concepções em relação aos conceitos físicos trabalhados. Os autores ainda relatam que quando os vídeos foram utilizados como introdução às aulas, os alunos se sentiram mais motivados do que quando utilizado como revisão de um conteúdo já trabalhado.

Menezes et al (2009) propõem a estratégia de utilização de vídeo em sala de aula como um *Organizador Prévio*. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Esses vídeos abordam a evolução do conhecimento na Física e são apresentados aos estudantes antes dos conteúdos serem abordados em sala de aula.

Os autores argumentam que o papel dos cientistas é totalmente esquecido pelos professores e poderia ser usado como uma forma tanto para atrair os estudantes para a Física quanto para mostrar aos mesmos a história de vida por trás de tantas fórmulas, teorias e descobertas. O estudo de episódios históricos permitiria tanto a estudantes como a professores compreenderem as inter-relações entre ciência, tecnologia, a sociedade, mostrando que a Física faz parte de um desenvolvimento histórico e cultural. Esses autores ainda argumentam que a incorporação de tecnologias associadas a diversos equipamentos eletrônicos, tais como, celulares, TV digital interativa e i-pods, é essencial nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que são incorporados na sociedade em geral. Assim os autores afirmam que ao ser incorporada ao contexto escolar devem proporcionar aos estudantes novas situações de aprendizagem.

Para apresentar a História da Física relacionada ao conteúdo que seria abordado em sala de aula os autores optaram por vídeos de curta duração para envolver os

estudantes e incentivá-los a um aprofundamento na evolução do conhecimento científico.

Os autores relataram que esse estudo permitiu aliar a evolução do conhecimento da Física com as descobertas tecnológicas num organizador prévio e que estratégia de ensino empregada facilita a aprendizagem significativa da Física na Educação Básica. Os autores também afirmam a apresentação de vídeos que abordam a evolução do conhecimento da Física promove melhor compreensão dos conceitos físicos e do Método Científico, além de desmistificar a visão dos estudantes de que grandes descobertas científicas acontecem facilmente sem muito esforço, embora não foram encontrados trechos no texto que sustentem essa afirmação.

Xavier et al (2010) realizou uma investigação sobre a utilização de filmes cinematográficos de ficção científica como elemento incentivador da motivação e facilitador da aprendizagem. As cenas dos filmes são analisadas pelo professor juntamente com os alunos de forma a construir conhecimento do conteúdo abordado, levando-se em consideração as experiências de ambos. Os autores argumentam que a escolha dos filmes foi de acordo com os conteúdos de Física estudados anteriormente pelos estudantes do segundo e terceiro anos do Ensino Médio. A exibição dos filmes foi feita na íntegra, com a menor quantidade de cortes possíveis, afim de não atrapalhar a continuidade e entendimento das cenas por parte dos estudantes. Antes do início da exibição foi apresentado os objetivos da atividade e feito um breve comentário sobre cada filme.

No primeiro dia após a exibição do filme os estudantes anotavam os conceitos de Física abordados no filme e também os erros conceituais e comparações com a realidade cotidiana. Terminada a exibição, os estudantes discutiam sobre o filme em grupo. No segundo dia o filme foi exibido novamente fazendo-se pausas em determinadas cenas para identificar e discutir, com base nas anotações feitas no dia anterior, os conteúdos de Mecânica. No terceiro dia, antes da exibição do segundo filme, foi realizada uma aula expositiva tradicional abordando os conceitos que seriam vistos no filme. Após a exibição do segundo filme os estudantes repetiram as atividades feitas após a realização do segundo filme. No último encontro foi feita uma discussão com os estudantes sobre suas experiências com o ensino de Física

por meio de aulas expositivas e com a mediação das obras fílmicas para fins de motivação e facilitação da aprendizagem.

Os autores relataram que os estudantes se mostraram mais motivados, mais envolvidos nas atividades realizadas, uma participação ativa e um interesse pelo estudo dos conteúdos de Física discutidos. Não foram encontrados trechos no texto acerca de uma discussão dos resultados, obtidos por meio da realização de entrevista e da aplicação de questionários, se os objetivos da investigação foram atingidos.

Bezerra et al (2012) sugere o uso de *vídeo análise* em sala de aula para propiciar a aprendizagem, uma postura crítica e motivar estudante para estudar conceitos físicos. O vídeo análise trata-se de um *software Tracker* destinado à análise de dados quadro a quadro *que permite aos* estudantes tornarem-se agentes centrais e ativos nas atividades experimentais, ao filmarem os experimentos, obterem e tratarem os respectivos dados.

Os movimentos de queda livre, lançamento oblíquo ou um experimento realizado sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Circular Uniforme (MCU) pode ser filmado pelos estudantes por meio de câmeras digitais ou *webcams* de computadores comuns e telefones celulares. Depois, a partir dos filmes feitos é possível analisar o movimento quadro a quadro efetuando medidas. Esse recurso permite que o experimento seja realizado, filmado e analisado em sala de aula e em todo esse processo o aluno participa.

Para esse estudo foram realizados experimentos sobre movimento parabólico e 2ª lei de Newton para estudantes do ensino médio. Os autores relataram que o uso desse *software* em sala de aula adiciona qualidade e praticidade sem a necessidade de aparatos experimentais complexos e permite explorar um pensamento crítico, mais próximo do fazer científico, no estudo de fenômenos físicos. Os autores entendem que o uso do *software Tracker* no ensino de Física é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica das aulas.

Clemes et al (2012) problematizam o ensino da Física apresentando uma abordagem de forma diversificada do conteúdo com o objetivo de despertar maior interesse do aluno pela disciplina. Para esses autores o uso de *vídeo-aula* – gravações em vídeo de aulas expositivas ou demonstrações de experimentos realizadas em laboratório – pode servir para dinamizar as aulas de Física e para atrair a atenção dos alunos. Os autores utilizaram vídeos de curta duração para abordar os conteúdos de cinemática que mostravam lançamentos vertical e horizontal, relacionando as trajetórias dos movimentos. Os autores relatam que com a utilização da vídeo-aula os alunos se mostraram mais interessados e motivados em relação aos conteúdos abordados na aula. Os autores afirmam que esse recurso educacional contribuiu para o ensino de conteúdos físicos e que a inserção da vídeo-aula no ensino foi importante, uma vez que atraiu a atenção dos alunos e permitiu uma maior interação com o assunto abordado na aula.

2.4 Simulações Computacionais

Revisando a literatura em busca de publicações que abordam o uso de simulações computacionais em sala de aula encontram-se trabalhos que abordam diferentes estratégias de ensino para a utilização em sala de aula e também sua produção. Um estudo realizado por Medeiros & Medeiros (2002) aborda e discute os fundamentos educacionais e epistemológicos que existem subjacentes às linhas de argumentação apresentadas e a importância dos pressupostos e dos limites de validade das teorias que fundamentam o uso das simulações computacionais no ensino de Física. O estudo realizado por Teixeira e Mendes (2003) aborda sobre a construção de simuladores por meio de programas utilizando as plataformas MatLab® e Mathcad® que visa auxiliar o estudante na assimilação de conceitos de transmissão de sinais – ondas eletromagnéticas. Há estudos abordando sobre a utilização da simulação computacional em sala de aula onde os estudantes interagem com o simulador realizando algumas atividades propostas (E.G. MIRANDA 2013; VASCONCELOS ET AL 2005). Há estudos que abordam a utilização da simulação em sala de aula realizada pelo professor durante as aulas expositivas visando uma visualização do fenômeno e a elucidação de conteúdo (GOMES 2011; RANGEL ET AL 2011; PAULA 2006).

Tabela 3: Estudos encontrados na literatura sobre a utilização de Simulações Computacionais

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL		Estratégia de Ensino	Tipo de Simulador	Estudo	Resultado do Estudo
		Discussão sobre os fundamentos educacionais e epistemológicos do uso de simulações no ensino de Física.	Qualquer software que trabalhe com simulação computacional.	Medeiros & Medeiros (2002).	A importância da não concentração do ensino da Física nas informações, mas na construção do conhecimento.
PROFESSOR		Simulação para visualização de fenômeno.	Modellus.*	Rangel et al (2011).	- Facilitou o aprendizado. - Despertou interesse pela aula.
		Simulação apresentada durante a aula e articulada com a abordagem dos conteúdos.	Modellus.	Paula (2006).	Não constam resultados estatísticos que validem o uso em sala, pois não foi aplicado em um ambiente escolar.
		Simulação com discussão com o estudante.	Modellus.	Melo (2010).	- Motiva os estudantes às aulas de Física. - Facilita o entendimento de conceitos físicos.
		Simulação apresentada após a abordagem do conteúdo.	Phet.**	Gomes (2011).	Prende a atenção dos estudantes.
		Simulação para introduzir o conteúdo que será abordado e após os alunos interagem com as simulações.	Phet.	Macedo e Dickman (2009).	- Motiva os alunos. - Melhora o processo ensino e aprendizagem.
PROFESSOR & ALUNO		- Simulação realizada pelo professor em aula expositiva. - Simulação utilizada por duplas de estudante com roteiro. - Simulação utilizada por estudante de forma livre ou orientado por um roteiro.	Phet.	Arantes (2010).	- Facilitam identificação de concepções espontâneas. - Contribui para a assimilação de conteúdos.
		- Simulação realizada pelo professor discutindo com o estudante. - Simulação utilizada por estudante orientado pelo professor. - Simulação utilizada por estudante com um roteiro.	Produzido pelo autor: a linguagem de programação para produzir os simuladores: <i>Action Script 2.0</i> , componente do <i>software Flash CS3</i> .	Souza Filho (2010).	- Propicia o letramento visual. - O uso sistemático propicia uma melhor percepção do fenômeno abordado.
ALUNO		Simulação utilizada por estudante com auxílio de roteiro após abordagem de conteúdos em aula expositiva tradicional.	Modellus.	Weiss e Neto (2006).	Auxiliou na aprendizagem dos conceitos físicos abordados.
		Simulação utilizada por estudante para resolver problemas retirados de livros do ensino médio.	Modellus.	Vasconcelos et al (2005).	Contribui para a construção do conhecimento no âmbito escolar.
		Simulação utilizada pelo estudante.	Produzido pelo autor: foram utilizados os softwares 3DStudio Max, Cortona, Dreamweaver, Director.	Boechat e Souza (2007).	- Estimula a compreensão dos conteúdos. - Motiva os alunos.
		Simulação utilizada pelo estudante.	Phet.	Miranda (2013).	Propiciou mudança de atitude no professor e aluno e a aprendizagem de hierarquização de conceitos da Física Ondulatória.
		Simulação utilizada pelo estudante.	Modellus.	Ribeiro Junior et al (2012).	Apreensão dos conceitos abordados.

*Modellus É um software que trabalha com Simulação e Modelagem Computacional e permite a construção de simulações computacionais, gráficos, tabelas e animações.

**Physics Educational Technology (PhET) É um Software que trabalha com simulação computacional.

Visando apresentar um panorama sobre as diferentes maneiras de ensinar conteúdos Física por meio da utilização de simulações computacionais em sala de aula, esses estudos foram categorizados segundo a estratégia de ensino empregada. Esse procedimento permite agrupar as diferentes abordagens feitas sobre a utilização de simulações sala de aula e possibilita uma comparação desses estudos com a proposta de ensino desenvolvida nesta investigação. A Tabela 3 mostra essa categorização dos estudos encontrados na literatura sobre a utilização de simulações computacionais no ensino de Física.

Visando uma ressonância da proposta de ensino desenvolvida nesta investigação com os estudos apresentados na Tabela 3 serão discutidos a seguir os estudos cuja abordagem foi com enfoque na utilização de simulações computacionais em sala de aula para estudantes do ensino médio.

Boechat e Souza (2007) desenvolveram simulações computacionais, para o ensino de Física com os objetivos de analisar e verificar as vantagens relativas à aprendizagem dos conteúdos de física através dos modelos desenvolvidos, em comparação ao ensino tradicional. A pesquisa foi realizada em escolas públicas de ensino médio. Após a construção desse ambiente o material foi disponibilizado em um site. Ao estarem em contato com a simulação desenvolvida na sala de aula, os alunos acessavam esse site, observavam os tópicos disponíveis na página e interagiam com as simulações.

Os autores relatam que por meio desse estudo foi possível diagnosticar que os recursos tecnológicos motivam os alunos, despertam a criatividade, além de ser uma ferramenta capaz de tornar as aulas e mais interessantes. Os autores afirmam também que em uma análise da eficácia do material produzido pôde ser verificada a partir dos resultados obtidos em sala de aula um estímulo a aprendizagem e a compreensão de conteúdos.

Macedo e Dickman (2009) relatam uma proposta para o desenvolvimento de atividades de simulações computacionais para o ensino de eletricidade a estudantes do Ensino Médio. Esses autores argumentam que as simulações computacionais

permitem ao estudante centrar-se na essência do problema, tornando mais eficiente a compreensão dos fenômenos abordados. As simulações utilizadas em sala de aula fazem parte do *kit* para construção de circuitos elétricos desenvolvido pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado.

Os autores sugerem discutir com os estudantes no início da aula uma questão sobre componentes elétricos necessários para a montagem de um circuito elétrico simples para acender uma lâmpada. Após discussões dessa questão com os estudantes a turma foi dividida em grupos e estes procuravam responder à questão fazendo um esquema elétrico capaz de acender uma lâmpada. Então são demonstradas simulações de montagens experimentais sobre os conceitos discutidos. Ao final é proposto ao aluno que interaja com o simulador na montagem de circuitos utilizando os componentes elétricos já abordados e discuta com os colegas as possíveis aplicações dos circuitos montados. Os autores relatam que por meio das atividades propostas é possível abordar conteúdos de eletricidade de uma maneira mais atraente e ilustrativa, propiciando assim um maior envolvimento dos alunos nas aulas de Física. O uso de simulações, quando conduzido pelo professor, proporciona um ambiente de estímulo e motivação, melhorando assim o processo de ensino e de aprendizagem. Não foram encontrados excertos no texto confirmando uma avaliação da proposta apresentada.

Rangel et al (2011) propõem uma estratégia de ensino para utilização de simulação computacional em sala de aula para alunos do ensino médio. Os autores argumentam que a utilização da informática, em particular, da simulação computacional tem sido estimulada como recurso didático para facilitar o aprendizado dos alunos, uma vez que a visualização de um fenômeno em um ambiente gráfico pode proporcionar melhor compreensão. Nesse estudo é apresentada uma análise da utilização de um modelo de simulação a eventos discretos de uma reação nuclear de fusão, em aulas expositivas, para auxiliar o ensino de Física em turmas de ensino médio.

O estudo visa a construção de um modelo de simulação de uma reação nuclear de fusão, como recurso didático em aulas de Física, a avaliação da percepção dos alunos quanto às facilidades proporcionadas pelo recurso, além da aferição do grau de conhecimento adquirido na aula em três situações distintas.

A estratégia de ensino utilizada nesse estudo aconteceu da seguinte maneira: foram ministrada 3 aulas para 3 grupos de alunos escolhidos aleatoriamente de uma turma de pré-vestibular. O grupo 1 teve a primeira aula expositiva, quadro e giz, onde foi mostrado todo processo que ocorre na fusão nuclear sem a utilização da simulação. O grupo 2 teve a segunda aula mostrando o mesmo processo de fusão por meio da simulação computacional e finalmente o grupo 3 teve a terceira aula associando a aula expositiva com a utilização da simulação.

Rangel et al (2011) relatam que a construção do modelo através do software mostrou-se factível e de pouca complexidade, face aos recursos disponibilizados por esta ferramenta. Estatisticamente, o grupo 3 obteve-se maior desempenho quando comparado aos grupos 1 e 2. Os autores afirmam que, embora sem diferenças significativas, a utilização do Software Simulador, na percepção dos alunos, facilitou o aprendizado e despertou maior interesse pela aula.

Melo (2010) discute o avanço tecnológico no contexto escolar e o ensino de Física aliado a essa tecnologia e propõe o uso do *software educativo Modellus* em sala de aula para o ensino de conceitos físicos como forma de minimizar as dificuldades referentes a essa ciência. O *software Modellus* trabalha com Simulação e Modelagem Computacional e permite ao estudante fazer experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos. Essa ferramenta também explora a interpretação dos conceitos. Esse *software* permite a construção de simulações computacionais, gráficos, tabelas e animações.

A autora problematizando o ensino de Física ressalta que o uso de tecnologias na Educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno mais aberta e interativa. Foi apontado pela

autora estudos que mostram que a utilização dessas novas tecnologias no ensino em geral, e em específico no ensino da Física, tem contribuído significativamente para que os estudantes compreendam conceitos físicos.

O estudo foi realizado em duas turmas de 3º Ano do ensino médio, após um levantamento das principais dificuldades encontradas pelos estudantes em compreender os conceitos básicos de corrente elétrica, voltagem e associação de resistores – Lei de Ohm –. A autora relata que para a aplicação da simulação computacional em sala de aula foi utilizada a estratégia de demonstração, onde professor apresenta a simulação, exemplificando os conceitos aos estudantes. Não foram encontrados trechos nesse relato sobre o momento da apresentação da simulação, se aconteceu, antes, durante ou após a explicação do conteúdo.

A autora relata que por meio da utilização do *Modellus*, os estudantes mostraram mais motivação nas aulas e relataram que esse software proporciona uma aprendizagem mais dinâmica e interativa, pois trabalha com simulação e modelagem matemática. Não foram encontrados excertos no texto sobre a avaliação desse estudo, bem como uma discussão de resultados que corroboram para essa conclusão.

Arantes et al (2010) também explora as diferentes estratégias de utilização de simulações computacionais no contexto escolar. Os autores problematizam sobre *Objetos de Aprendizagem* no ensino de Física e também propõem o uso de simulações PhET em sala de aula – Physics Educacional Technology (PhET) –. Trata-se de um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações computacionais de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Essas simulações podem ser usadas com as seguintes estratégias: em *aulas expositivas*, *atividades em grupos* na sala de aula, *tarefas em casa* ou no *laboratório*.

Em *aulas expositivas* as simulações podem servir como demonstrações. O Professor é quem atribui valores as variáveis e efetua novas simulações. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como

fótons, elétrons, linhas de campo, etc. Além disso, algumas simulações permitem que gráficos sejam construídos em tempo real, à medida que o professor interage com elas. Para as *atividades em grupos* é recomendável que os alunos utilizem as simulações em duplas, diretamente na sala de aula ou no laboratório de informática. A dupla de alunos é submetida a um roteiro estruturado que possibilite a investigação do fenômeno explorado. A *lição de casa* é uma estratégia de ensino onde o aluno pode efetuar novamente as simulações de forma livre ou a partir de um roteiro proposto pelo professor, e finalmente o uso da simulação em *laboratório*, suprimindo a deficiência de escolas que não possuem laboratórios de ciências.

A autora relata que as simulações podem facilitar a identificação de concepções alternativas do conteúdo abordado e possuem ainda grande utilidade como organizadores prévios no contexto da teoria de aprendizagem, porém apesar de seu potencial, não constituem uma panaceia, de modo que seja possível prescindir do papel essencial do professor como facilitador da aprendizagem e de outros recursos metodológicos tradicionais como experimentos reais, livro didático e resolução de problemas.

Souza Filho (2010) realiza um estudo acerca do processo de produção e uso de simulações computacionais apontam também para as estratégias de ensino sugeridas anteriormente. Esse autor discute a interatividade, os processos de concepção e produção de simulações para o Ensino de Física e a sua apresentação em sala de aula. O desenvolvimento de modelos e suas representações são relevantes na produção de conhecimento. Com o uso contínuo desses recursos visuais, vai sendo desenvolvida e aperfeiçoada uma habilidade visual nos alunos, permitindo aos mesmos interagirem com ambientes visuais cada vez mais complexo do ponto de vista estrutural ou conceitual.

Souza Filho afirma que simulações computacionais não devem substituir experimentos reais que exigem maior tempo e custo na sua realização como se formassem um “laboratório virtual”. Então, uma Simulação computacional é somente uma estratégia de ensino por meio de um computador. Portanto uma maneira de

discutir com os alunos os processos de modelagem e simplificações na ciência é confrontando a simulação apresentada com situações reais – experimentos.

Segundo o autor as simulações produzidas são utilizadas de forma sistemática por seus autores em cursos de Física nos Ensinos Superior e Médio, são testadas e reelaboradas. Por fim são utilizadas por meio de diferentes estratégias de ensino:

- O professor projeta a tela do aplicativo em sala de aula e discute com os alunos;
- Em sala de aula, com computadores (laboratório de informática) os alunos, sob a orientação de um professor, usam os aplicativos;
- A partir de roteiros de uso, o aluno individualmente desenvolve atividades com os aplicativos em qualquer ambiente.

O autor relata que a avaliação que vem sendo feito dessas formas de utilização ainda não se configura como um resultado de pesquisa, pois as ferramentas metodológicas de análise e coleta de dados ainda não estão consolidadas.

O autor afirma que o uso sistemático de simulações computacionais em sala de aula leva a crer que se tem disponível uma nova forma de ensinar Física, onde a percepção fenomenológica é possível não mais apenas por meio de experimentos e modelagem matemática, mas também por meio da interação com modelos dinâmicos e interativos.

2.5 Considerações Finais à Revisão Bibliográfica

Nos estudos abordados nas seções 2.2, 2.3 e 2.4 foram apresentadas e discutidas as diferentes propostas de ensino de Física por meio da utilização de vídeos, simulações computacionais e experimentos demonstrativos em sala de aula que visam despertar o interesse, estimular a participação e a compressão dos estudantes acerca dos conceitos estudados. Foi feita uma abordagem das diferentes estratégias de ensino empregadas na utilização de cada recurso de modo a articular os conteúdos propostos que se pretendia ensinar com o respectivo recurso. Nesses

estudos as proposta apresentadas discutiam a utilização de somente um recurso articulado com os conteúdos propostos.

Após um levantamento na literatura em busca de estudos que abordam utilização combinada de vídeos e simulações computacionais ou vídeos e experimentos demonstrativos ou simulações computacionais e experimentos demonstrativos ou a utilização dos três recursos para ensinar conteúdos de Física, foram encontrados estudos (PAZ, 2007; DORNELES, 2010) que procuram integrar as atividades experimentais com as atividades computacionais.

Paz (2007) apresenta uma investigação sobre a utilização combinada de experimentos e simulações computacionais em sala de aula para estudantes do ensino médio abordando conteúdos de eletromagnetismo. Para esse fim foi elaborada uma sequência didática de atividades experimentais, complementadas por atividades de simulações computacionais. Ambas as atividades eram realizadas a partir de demonstrações e articuladas com a exposição oral dos conteúdos.

O autor argumenta que o papel das atividades de simulações não devem substituir as atividades experimentais, mas sim complementá-las e sugere que a demonstração do experimento seja feita antes da apresentação da simulação.

O autor relata que a visualização dos fenômenos apresentados por meio dos experimentos e da simulação apresentada não permitiu aos estudantes compreender ou descobrir as causas do fenômeno, mas propiciou uma predisposição e um desafio para entender o fenômeno abordado. O estudo permitiu verificar que a utilização das atividades experimentais e computacionais combinadas os estudantes são estimulados a participarem da aula por meio de perguntas e comentários.

Dorneles (2010) apresenta e avalia uma proposta para o ensino de eletromagnetismo sobre a integração de atividades experimentais com atividades

computacionais. Em um momento foram realizadas atividades de demonstração e simulação separadamente para a abordagem dos conteúdos propostos e em outro momento essas atividades foram realizadas combinadamente. Essa proposta leva em conta diferentes maneiras de integrar experiências e simulações computacionais, onde a eficácia desses recursos não depende apenas de suas características, mas da estratégia de ensino empregada. O autor relata que o uso combinado desses recursos apresentou melhor resultado do que quando usados separadamente.

A proposta de ensino desenvolvida nesta investigação sugere a utilização combinada de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais no início de aulas expositivas de forma a despertar o *interesse* e *atenção*, promover a *participação* e a *visualização* dos conceitos físicos abordados nessas aulas.

No próximo capítulo far-se-á uma abordagem acerca do interesse em construir a proposta de trabalho em sala de aula desenvolvida nesta investigação, e também as abordagens metodológicas e quantitativas – testes estatísticos.

Capítulo 3

Concepção do Estudo

Neste capítulo far-se-á uma problematização sobre aulas expositivas, a técnica de ensino mais utilizada em ambientes escolares, a apresentação dos objetivos desta pesquisa, a metodologia utilizada para investigação desta proposta de ensino, os instrumentos de coleta de dados e a apresentação dos testes estatísticos utilizados para a análise de dados.

3.1 Contextualização do Estudo

A prática docência na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo – EAMES permitiu observar que a maior parte dos estudantes apresentava um desinteresse e, às vezes, uma apatia para o estudo de tópicos Física. Esses estudantes comentavam sobre a dificuldade em entender os fenômenos físicos abordados, mas confessavam que esses fenômenos presentes em seu cotidiano despertavam curiosidade e interesse em compreendê-los. Essa concepção sobre o estudo de tópicos da Física podia estar contribuindo, de alguma maneira, para o baixo desempenho desses alunos, com algumas exceções, ao longo do ano letivo.

Visando despertar o interesse dos alunos ao assunto abordado e promover sua participação nas aulas foi-se utilizando recursos educacionais com o objetivo de propiciar uma interação entre os estudantes e os assuntos abordados em sala de

aula. De início foram exibidos durante as aulas alguns vídeos cujo conteúdo mostrava o fenômeno relacionado a um tópico de Física a ser ensinado. Eram vídeos de média duração com tempo de exibição superior a 30 minutos que tomavam a maior parte do tempo de aula e continham poucos trechos relacionados ao conteúdo que se pretendia abordar. Foi observado que, a exibição desses longos vídeos atraíam a atenção dos alunos somente no início. Então, a articulação desses vídeos com a explicação da teoria que podia descrever o fenômeno abordado não acontecia de maneira satisfatória. Por outro lado, durante a exibição de vídeos de curta duração, com tempo inferior a 10 minutos, os alunos assistiam atentamente até o final da exibição e a ocorrência de uma articulação desses vídeos com a exposição oral dos conteúdos abordado era satisfatória.

Como o Programa de Ensino da EAMES era o mesmo em cada ano letivo ou pouco se modificava, o vídeo utilizado no ano anterior podia ser reapresentado ou outro novo vídeo era exibido. A partir dessa experiência buscou-se agregar mais um recurso, um *Experimento Demonstrativo* ou uma *Simulação Computacional* de forma combinada com o vídeo, visando abordar o mesmo conteúdo, e articulando esses recursos com a exposição oral.

Dessa forma, passou-se a utilizar, além de vídeos, experimentos demonstrativos e simulações computacionais durante as aulas. Esses recursos eram apresentados algumas vezes no início das aulas e outras vezes ao final. Quando um recurso educacional era utilizado ao final da aula observava-se que os alunos demonstravam menor interesse e participação. A esse fato podiam estar associado um cansaço físico devido a rotina diária de atividades militares, mental ou uma ansiedade dos alunos pelo término da aula.

A realização de experimentos demonstrativos atraía a atenção, além de levar os alunos a fazerem questionamentos sobre o fenômeno abordado, potencializava a participação. Durante a realização de simulações computacionais observava-se nos estudantes um comportamento semelhante quando da apresentação do experimento demonstrativo. Alguns alunos se identificavam mais com a exibição do vídeo, outros com a realização do experimento demonstrativo e a simulação computacional. Os

estudos levantados para a revisão bibliográfica que utilizavam experimentos demonstrativos, vídeos ou simulações computacionais em sala de aula apontaram que esses diferentes recursos propiciavam aos alunos diferentes visualizações do conteúdo abordado, despertavam o interesse e promoviam a participação (e.g. OLIVEIRA 2006; PEREIRA & BARROS 2011).

A apresentação desses recursos no início da aula visava também uma familiarização dos estudantes com as grandezas físicas e as palavras chaves que caracterizam o fenômeno físico abordado e a promoção da participação dos alunos. Durante a aula, no momento da exposição oral apresentando o modelo teórico capaz de explicar o fenômeno abordado, fazia-se uma recapitulação do experimento realizado, de alguns trechos do vídeo apresentado e da simulação a fim de exemplificar ou elucidar melhor o conceito abordado. As aulas passaram a ser planejadas a partir da utilização de três recursos combinados. A utilização de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais passou a acontecer sistematicamente sempre no início de cada aula, articulando com essas apresentações a explicação formal dos conceitos e as atividades de resolução de problemas.

Na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo – EAMES, onde esta proposta de ensino foi construída e investigada, dentre as técnicas de ensino conhecidas, a mais empregada é a *Aula Expositiva*. Aulas Expositivas consistem basicamente em uma apresentação oral de um tema ou de um conteúdo logicamente estruturado e com uma sequência pré-definida. Segundo Koff et al (1997), aulas expositivas comumente são centradas no professor que, dependendo de suas habilidades, criatividade e estilo, podem e fazem diferença durante a aula. Para julgar o valor de uma técnica de ensino são importantes alguns critérios, tais como, características da disciplina, objetivos que se pretende atingir, tempo disponível, tamanho do grupo, maturidade e o nível de escolaridade dos alunos. Segundo Antunes (2010, p. 40), o professor que faz uso de aulas expositivas expondo meramente o conteúdo visando o cumprimento do programa da disciplina sem envolver e promover a participação dos alunos dificulta a ocorrência da aprendizagem.

Aulas Expositivas onde se utiliza experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais combinados devem ser *planejadas*, pois suas estruturas devem contemplar, além do tempo destinado a apresentação dos recursos e da explicação do conteúdo abordado, um tempo para a realização de atividades de resolução de problemas. Então, faz-se necessário a elaboração de um *Plano de Aula*. O modelo de Plano de Aula da EAMES possui uma estrutura básica constituída de quatro momentos:

1. introdução
2. exposição oral do conteúdo
3. atividades propostas de resolução de problemas
4. sumário da aula

Para a realização deste estudo houve a necessidade de estruturar um Plano de Aula que contivesse a estratégia de ensino que seria empregada na apresentação dos recursos educacionais utilizados e uma descrição sucinta do delineamento da aula. Então, agregou-se no item *introdução* do modelo de Plano de Aula da EAMES os seguintes momentos:

- 1.1 a abordagem do conteúdo a partir da apresentação de cada recurso educacional referenciado pelos objetivos propostos no programa de ensino estabelecido.
- 1.2 a sequência de perguntas específicas sobre as características de cada conceito abordado e evidenciado em cada recurso e que serão dirigidas aos alunos para promover a participação.
- 1.3 o tempo destinado à apresentação de cada recurso.

Durante a elaboração desse plano de aula a seleção do experimento demonstrativo, do vídeo e da simulação computacional a serem apresentados deve ser criteriosa. Para cada recurso selecionado é importante levar em consideração o grau de pertinência, a relação desse recurso com o conteúdo a ser trabalhado e o objetivo que se pretende atingir. Não existe um padrão estabelecido para a elaboração de um plano de aula, mas alguns elementos básicos devem constar: objetivo proposto, recursos a serem utilizados, introdução, desenvolvimento da aula, aplicação do conteúdo e um sumário. Os planos de aulas utilizados nesta investigação são disponibilizados no Apêndice A.

3.2 Objetivos do Estudo

Esta pesquisa tem como Objetivo Geral:

- Investigar a utilização de uma proposta para ensino de conteúdos de Física baseada na combinação de recursos educacionais – experimentos demonstrativos, vídeos, e simulações computacionais – no início de aulas expositivas.

As observações feitas durante a construção dessa proposta de ensino discutidas na seção 3.1 permitiram levantar questionamentos acerca do comportamento participativo dos estudantes, do interesse e da atenção dirigida ao assunto exposto. Esse comportamento mais atento e participativo dos estudantes possivelmente podia estar associado à utilização desses recursos instrucionais. Segundo Koff et Al, (1997 pg. 5), de muitos modos um professor percebe se seus alunos estão ou não acompanhando atentos sua exposição: o olhar, o bocejo, a anotação de outros assuntos, a conversa paralela, a leitura de outro material e a expressão de dúvida ou discordância. Então, este estudo tem como Objetivos Específicos:

- Avaliar se a Proposta de Ensino contribui para a melhoria no desempenho do estudante na disciplina Física.
- Investigar qual recurso educacional proporcionou *interesse* e *atenção* aos conteúdos abordados em cada subunidade de ensino.
- Investigar qual recurso educacional mais contribuiu para a *visualização* dos conteúdos por parte dos alunos.
- Investigar qual o recurso educacional mais contribuiu para promover a *participação* dos alunos.

A partir dessas questões foi feito um delineamento para este estudo e foram elaborados os instrumentos para a coleta de dados.

3.3 Metodologia

Para investigar esta Proposta de Ensino foi utilizado o *Delineamento Experimental* (CAMPBELL e STANLEY, 1979). Nesse delineamento experimental, os estudantes aleatoriamente selecionados para comporem os grupos de controle e experimental são submetidos, em condições semelhantes, a pré-testes e pós-testes, antes e após a realização de uma intervenção. A escolha aleatória de indivíduos componentes desses grupos está associada a uma maior probabilidade de igualdade, no que tange as características individuais que refletem as características da população.

Neste estudo a escolha aleatória pode garantir condições de igualdade dos grupos em termos de conhecimentos prévios dos conteúdos a serem abordados nas aulas e também do desempenho dos estudantes nos pré-testes.

Baseado nesse delineamento foi aplicado um pré-teste com questões abertas sobre os conteúdos que seriam abordados nas aulas expositivas de cada subunidade de ensino visando medir o desempenho dos estudantes de ambos os grupos. Para o grupo experimental é feita uma intervenção didática, no caso a utilização de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais articulados com a exposição oral dos conteúdos, enquanto a intervenção didática para o grupo controle limitou-se a exposição oral dos conteúdos. Posteriormente as intervenções foi aplicado um pós-teste em ambos os grupos – esse pós-teste é idêntico ao pré-teste. Se existirem diferenças entre os resultados obtidos pelos grupos nos pré e pós-testes, há indícios de que essas intervenções didáticas propiciaram algum efeito no desempenho. Para verificar se a diferença das médias obtidas no resultado dos pré e pós-testes é significativa faz-se uso de alguns testes estatísticos.

No contexto desse delineamento também foi aplicada uma avaliação escrita curricular para ambos os grupos, com questões de múltiplas escolhas e abertas, ao final da abordagem dos conteúdos da unidade Ondas. Da mesma maneira que nos pré e pós-testes, para verificar se a diferença das médias obtidas no resultado da avaliação escrita é estatisticamente significativa faz-se uso de alguns testes estatísticos. Da Aplicação dos Pré-Testes, Pós-Testes e da Avaliação Escrita Curricular nos estudantes da EAMES somente a nota dessa avaliação entra no cômputo da média final.

Também foram aplicados questionários em ambos os grupos, ao final das aulas expositivas, visando uma avaliação dessas diferentes intervenções realizadas. A realização de uma análise descritiva, em termos percentuais, nos questionários aplicados para o grupo experimental permitirá identificar qual recurso mais contribuiu para despertar o interesse, a atenção, promover a participação e propiciar a visualização dos conceitos abordados nas aulas.

3.4 A Instituição EAMES – Locus do Estudo

A Instituição onde foi realizada a coleta de dados é constituída de uma população com características específicas: trata-se de uma Escola Militar, a Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES) localizada na Enseada do Inhoá em Vila Velha-ES. Existem mais três Escolas de Aprendizes-Marinheiros no Brasil: em Florianópolis-SC (EAMSC), Recife-PE (EAMPE) e Fortaleza-CE (EAMCE). É uma população formada por jovens com idade entre 18 e 22 anos, do sexo masculino e que foram aprovados em concurso público, realizado nacionalmente, em um nível de Ensino Fundamental.

Essas escolas integram o Sistema de Ensino Naval e estão subordinadas à *Diretoria de Ensino da Marinha* (DEnSM) que pertence ao Órgão maior *Comando da Marinha*. Por meio de Lei Complementar nº 97 de 09/06/1999, o Ministério da Marinha foi transformado em Comando da Marinha que atualmente está subordinado ao Ministério da Defesa.

Entre outras funções essa Diretoria de Ensino desempenha atribuições de Órgão Central do Sistema de Ensino Naval (SEN), nos termos da legislação pertinente, estabelece o currículo, provém a orientação normativa, a supervisão funcional e a fiscalização específica das Escolas de Aprendizes-Marinheiros (EAMs) e demais organizações de execução do Ensino Naval.

A Diretoria de Ensino realiza processos seletivos anuais para o ingresso de jovens na Marinha e distribui os candidatos aprovados nas quatro escolas de acordo com a lotação de cada escola, a classificação e a opção do candidato e por questões administrativas. Antes da efetivação da matrícula, os candidatos já lotados em suas respectivas escolas, passam por um período de adaptação necessário com duração de 15 dias onde recebem instruções sobre a disciplina e a hierarquia militar.

A EAMES, como as demais escolas, prepara e instrui alunos que depois de formados embarcarão em navios de guerra pertencentes à Esquadra da Marinha do

Brasil para guarnecerem as Águas Jurisdicionais Brasileiras¹ ou em Organizações Militares de terra que tem como missão o apoio logístico a essa esquadra.

Em regime de semi-internato, esses alunos cursam por um ano, disciplinas do Ensino Básico e Ensino Militar Naval. No Ensino Básico o foco é nas disciplinas Física, Português, Inglês, Matemática e no Ensino Militar Naval é em disciplinas que estão relacionadas com as atividades marinheiras que serão desempenhadas cotidianamente a bordo de navios de guerra.

Na EAMES os alunos assistem às aulas em salas de aulas convencionais equipadas com computadores, projetores multimídia, amplificadores de áudio, caixas de som e retroprojetores, sendo o número de alunos por sala de aula em média de 40. Como em qualquer Força Armada onde um grupo de soldado compõe um *Pelotão* e um grupo de pelotão uma *Companhia*, as salas de aulas na EAMES são denominadas *Pelotão* e um grupo de três Pelotões compõe uma Companhia.

No ano de realização deste estudo os alunos aprovados no concurso, por ordem de classificação, foram alocados no início do ano letivo em doze pelotões. O aluno classificado em primeiro lugar foi alocado no primeiro pelotão, o segundo classificado no segundo pelotão e assim sucessivamente até o duodécimo pelotão. Na sequência o tredécimo aluno classificado foi alocado no primeiro pelotão, o décimo quarto classificado no segundo pelotão nessa ordem até o último aluno classificado. Esse processo de distribuição favoreceu uma homogeneidade nos pelotões quanto ao desempenho do aluno no concurso.

Existe uma variabilidade em nível de escolaridade dos alunos onde, segundo os dados do Serviço de Orientação Educacional (SOE), no início do ano da realização da pesquisa em 2012, 78,64% desses jovens já haviam concluído o Ensino Médio, 12,10% em fase de conclusão, 9,26% haviam iniciado em algum curso de nível superior.

¹ Constituídas pelo Mar Territorial, somado à Zona Econômica Exclusiva e à extensão da Plataforma Continental – Amazônia Azul.

No início de cada ano letivo o Serviço de Orientação Educacional (SOP) distribui aleatoriamente os professores das diversas disciplinas em seus respectivos Pelotões, sendo o autor desta pesquisa alocado no 10º, 11º e 12º pelotão.

A distribuição de aulas para os professores de diferentes disciplinas em seus respectivos pelotões sempre foi feita semanalmente. Em cada nova semana os professores são alocados nos pelotões em horários e dias diferentes e assim dessa maneira até o final do ano letivo. Esse modo de distribuição das aulas facilitou a coleta de dados permitindo que aulas fossem alocadas convenientemente nos pelotões que participaram da pesquisa, em horários e em dias da semana.

Para o cumprimento do programa de ensino foi destinado a cada pelotão dez tempos de aulas diariamente, sendo que seis tempos no turno matutino e quatro tempos no vespertino. Essas aulas podiam ser geminadas e tinham duração de 45 minutos cada.

Há escolas regulares de ensino médio das redes particular e pública, que os professores destinam parte do tempo de aula solicitando dos alunos silêncio que evitem conversas paralelas e permaneçam atentos à exposição oral dos conteúdos propostos. Na EAMES isso não acontece, pois os alunos apresentam um bom comportamento inerente à formação militar. Ao longo do ano letivo houve desistências porque alguns desses jovens foram aprovados em outros concursos públicos ou não se adaptaram à carreira militar.

3.5 Amostragem: Determinação do Tamanho da Amostra

Para a determinação do tamanho da amostra ou o cálculo amostral foi utilizada uma fórmula para comparar duas médias pelo teste-t do programa BioEstat 4.0. Trata-se de um *software* estatístico que foi desenvolvido pelo Instituto MAMIRAUÁ para aplicações em Ecologia, mas é aplicável em qualquer área científica e sua distribuição é gratuita, contudo não tem o código aberto – livre.

Nesta Investigação foi calculado o tamanho da amostra para detectar uma diferença da média entre o grupo controle e experimento de 1 ponto com desvio-padrão de 2. Para esse cálculo da amostra foi considerado 1.8 aluno no grupo de experimento para cada aluno do grupo de controle, poder do teste de 75% e nível de significância de 5%. Então, o tamanho mínimo de amostra foi de 43 alunos para grupo de controle e 78 alunos para grupo de experimento. Considera-se esse valor arbitrado de 1 ponto de diferença na média dos grupos satisfatório para avaliar o desempenho dos alunos na disciplina Física, pois a melhoria do desempenho observado nesses grupos na 2ª avaliação escrita curricular que ocorreu no início do ano letivo foi inferior a 1 ponto na média em relação a 1ª avaliação escrita curricular.

3.6 Instrumentos de Coleta de Dados

Visando investigar esta proposta de ensino foram elaborados para a realização deste estudo instrumentos para a coleta de dados tais como, pré-testes, pós-testes, avaliação escrita curricular e questionários. Para que um teste, uma avaliação escrita ou um questionário se torne um instrumento de medida confiável é importante que esses instrumentos de medidas possuam duas qualidades básicas: *Validade* e *Confiabilidade*. Os Pré-Testes, os Pós-Testes e a Avaliação Escrita Curricular, após sua elaboração foram validados antes da coleta de dados e os questionários foram validados após a realização da coleta de dados.

3.6.1 Elaboração dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular

Nesta investigação as questões dos pré-testes e pós-testes aplicados nos grupos de controle e experimental são do tipo aberta. Nesse tipo de questão deve-se definir com objetividade a tarefa solicitada para evitar respostas abrangentes e de diferentes aspectos para que não prejudique a compreensão do enunciado da questão. Segundo Viana (1978) para a elaboração de um teste pode-se partir da fixação dos objetivos educacionais. É recomendável incluir todas as informações necessárias à sua resolução, pois a falta ou excesso de dados e informações pode prejudicar a compreensão do enunciado da questão ou torná-la sem resposta.

Segundo Viana (1978) a construção de um instrumento de medida exige que características como números e tipos de itens, procedimentos para sua aplicação e correção devem ser consideradas. Durante a elaboração desses pré-testes, pós-testes e da avaliação escrita curricular foi levado em consideração dois aspectos importantes:

1. A medida do desempenho do aluno na disciplina Física antes e após a aplicação dos recursos educacionais;
2. A verificação se os objetivos trabalhados durante as aulas preconizados no programa de ensino foram alcançados.

Além dessas considerações, neste estudo as perguntas dos pré e pós-testes foram organizadas em ordem crescente no que tange o nível de dificuldade e complexidade. A escolha por esse tipo de questão na elaboração dos pré e pós-testes, foi adequada para este estudo, uma vez que o aluno pode construir sua resposta com originalidade e expressá-las por meio de ideias organizadas ou não, e de uma maneira escrita.

Como a coleta de dados seria feita dentro dos tempos de aulas estabelecidos pelo currículo, durante a elaboração dos pré e pós-testes também foram feitas quatro considerações necessárias e importantes que contribuísse para medida do desempenho do aluno:

1. A adequação do número de questões para cada subunidade de aula;
2. O dimensionamento do tempo para realização do teste;
3. Clareza e objetividade no enunciado de cada questão;
4. A escolha de questões discursivas tipo abertas e diretas sobre os conteúdos propostos e que atendiam aos objetivos curriculares.

O tempo de realização de uma prova, em um ambiente escolar, é sempre arbitrário e normalmente é definido pelo professor e quando mal dimensionado pode prejudicar o desempenho do aluno. Em uma pré-testagem pode-se colher informações sobre a quantidade de itens que deve ter o teste e o tempo máximo para sua realização. Os Pré e Pós-Testes elaborados para esta investigação continham questões acerca dos conteúdos abordados em cada subunidade de ensino e visavam avaliar o desempenho dos estudantes de ambos os grupos nessas subunidades.

A Avaliação Escrita Curricular foi elaborada em conformidade com o padrão estabelecido nas Escolas de Aprendizes-Marinheiros (EAMs) e continha questões acerca dos conteúdos abordados nas três subunidades de ensino e visava avaliar o desempenho dos estudantes de ambos os grupos na unidade de ensino *Ondas*. Nessa Avaliação Escrita Curricular as questões formuladas são do tipo Falso ou Verdadeiro, Múltipla Escolha e Discursiva.

3.6.2 Validação dos Pré-testes, Pós-testes e da Avaliação Escrita Curricular

Segundo (Viana, 1978, pg. 20), para a elaboração um instrumento de medida é importante considerar as características como *confiabilidade* esperada e tipo de *validade* a estabelecer. Os pré e pós-testes utilizados neste estudo foram submetidos somente à *Validade de Conteúdo*. Segundo Viana (1978), a validade de conteúdo não é determinada estatisticamente, não é expressa por um coeficiente de correlação, mas sim resulta do julgamento de diferentes examinadores, que analisam a representatividade dos itens em relação às áreas de conteúdo e a relevância dos objetivos a medir. Os itens de testes elaborados foram examinados por 05 professores com formação em Física – considerados juízes – e foram testados em um pequeno grupo de alunos da EAMES somente para colher informações de itens delituosos quanto à estrutura e tempo de duração do teste. A validação de conteúdo da avaliação escrita também ocorreu após sua elaboração. Os itens elaborados dessa avaliação foram examinados por professores da EAMES com formação em Física. Os pré-testes, os pós-testes e a avaliação escrita foram submetidos à análise pedagógica e a revisão linguística. A versão final dos pré-testes e pós-testes é também disponibilizada no Apêndice D.

3.6.3 Elaboração dos Questionários

Nesta investigação os questionários aplicados aos grupos de controle e experimental visavam avaliar as intervenções feitas nas aulas expositivas ministradas para ambos os grupos. O processo de construção de um questionário é trabalhoso, envolvente, demorado, requer paciência e experiência, pois o trabalho

de pesquisa é fundamentado nele. Não existe um método padrão para a elaboração de questionários, o que existe são recomendações de autores como Manuela M. Hill e Andrew Hill, (1998), Gil, (1985), com relação a essa importante tarefa no processo de uma investigação. Para elaborar um questionário depende não só do conhecimento de técnicas, mas principalmente da experiência do elaborador sobre o assunto da investigação. A construção do questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos.

O questionário elaborado para esta investigação contém os seguintes elementos básicos e importantes: *respondente*, *solicitação*, *justificativa*, *instruções* e as *informações solicitadas*. A identificação do *respondente* foi importante, pois se pretendia relacionar as notas dadas pelos alunos aos recursos no questionário com as notas dos pré e pós-testes utilizados. A *solicitação* foi um pedido de cooperação ao respondente para que preencha o questionário. A *justificativa* teve como objetivo motivar o respondente por meio de uma prévia exposição sobre o assunto que se pretende investigar podendo ou não apresentar vantagens que a investigação poderá propiciar a coletividade ou em particular o respondente. As *instruções* deverão ser claras, objetivas e em nível de entendimento do respondente e não em nível do investigador, e dentro das normas gramaticais. As *informações solicitadas* são o que objetivamente se pretende pesquisar.

Segundo Gil (1987), a aparência estética de um questionário constitui, na maioria dos casos, o mais importante estímulo para a obtenção de respostas. Em sua elaboração a apresentação gráfica, as instruções para o preenchimento e a introdução merecem particular atenção.

Até a elaboração da versão final do questionário utilizado para esta investigação, especialistas das áreas de Língua Portuguesa avaliaram as questões com o objetivo de detectar no instrumento defeitos de caráter técnico quanto aos elementos e os aspectos descritos anteriormente e possíveis falhas na redação.

O questionário para o grupo considerado controle apresenta um texto dirigido aos alunos que informa seu objetivo e orienta quanto à maneira de preenchimento. Contém dez (10) questões de tipo fechadas, uma (1) do tipo aberta e uma (1) de tipo

dupla. Nas questões de tipo fechadas os respondentes atribuem um valor de zero a cinco de acordo com sua avaliação. Nas questões tipo abertas os respondentes ficam livres para responderem com suas próprias palavras e não se prendem a escolha de alternativas. Finalmente, as questões tipo dupla reúnem as características tanto de questões fechadas quanto de abertas.

As 11 questões foram propostas em forma de escala do tipo Likert². Nesta escala os respondentes especificam seu nível de concordância com uma afirmação proposta em um item do questionário. Dessa maneira mede-se o nível de concordância ou não concordância à afirmação proposta. Comumente são utilizados cinco níveis de respostas, porém existem escala tipo Likert de quatro, sete ou nove níveis. Nesta investigação foram utilizados cinco níveis de respostas variando de ruim até ótimo. Como as resposta refletem as percepções dos respondentes sobre o uso de recursos educacionais durante as aulas elas foram transformadas de uma escala nominal para numérica – 1 (Ruim) e 5 (Ótimo). Foi atribuído o valor de zero para a Resposta 1 associada ao conceito ruim, o valor de 0,25 para Resposta 2, o valor de 0,50 para a Resposta 3, o valor de 0,75 para a Resposta 4 e, finalmente, o valor de 1 para a Resposta 5 associada ao conceito ótimo. A versão final do questionário é disponibilizada no Apêndice B.

A opção por essa escala de mensuração foi adequada a esta investigação, pois é bastante utilizada em levantamento de dados em ciências sociais, especialmente em levantamento de atitudes, opiniões e avaliações, e os dados obtidos podem ser apresentados por meio de estatística descritiva, isto é, em tabelas e gráficos. Esta escala, também permite a utilização de estatísticas inferenciais, que possibilita ao pesquisador verificar até que ponto determinadas relações são sistêmicas ou não, desde que observados quais dados podem ser trabalhados com testes estatísticos não paramétricos (GÜNTHER, 2003). Por meio dessa escala de mensuração, Likert, é possível relacionar os resultados dos questionários com os resultados dos pré e pós-testes e da avaliação escrita curricular.

² A escala Likert, assim denominada, foi idealizada por Rensis Likert, um professor de sociologia e psicologia do Instituto de Pesquisa de Michigan e se propõe a levantar informações de uma população sobre um assunto que se pretende estudar.

Os itens dos questionários aplicados em cada subunidade de ensino no grupo experimental visavam avaliar o nível de contribuição dos recursos educacionais em propiciar visualização e compreensão dos conceitos abordados durante as aulas, em despertar o interesse, atrair a atenção e promover a participação dos alunos no tipo particular do assunto estudado. Os itens elaborados atendem aos objetivos específicos desta investigação. Os questionários aplicados ao grupo experimental também apresenta um texto dirigido aos alunos informando seu objetivo e orientando quanto à maneira de preenchimento. Contêm 09 perguntas de tipo fechadas, 01 de tipo dupla e 01 de tipo aberta também propostas em forma de escala do tipo Likert, exceto a última pergunta. As versões finais desses questionários também são disponibilizadas no Apêndice C.

3.6.4 Validação dos Questionários

Nesta investigação os questionários elaborados foram validados após sua aplicação nos grupos por meio dos testes Alfa de Cronbach e Análise Fatorial. A *confiabilidade* desses questionários aplicados foi determinada a partir do coeficiente de Alfa de Cronbach e a validade de construto por meio de Análise Fatorial. A *Confiabilidade*, também algumas vezes referida como *Fidedignidade*, é a intensidade da correlação entre os itens do questionário. A medida da Confiabilidade pode ser avaliada por meio de três métodos básicos:

1. Teste e reteste – O instrumento é aplicado duas vezes em uma mesma amostra da população após um período de tempo entre essas aplicações. Se a correlação entre os resultados é fortemente positiva o instrumento pode ser considerado confiável.
2. Observações simultâneas feitas por diferentes juízes – Se dois juízes observam, a partir das mesmas instruções e igual treinamento, a confiabilidade da medida será dada pelo cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson.
3. O teste de Alfa de Cronbach.

Neste estudo a *validade de construto* foi conferida aos questionários por meio do teste estatístico de Análise Fatorial. Este teste avalia em que grau os itens ou questões dos questionários estão agrupados em torno do mesmo fator ou dimensão – a *uni dimensionalidade*. Por exemplo, nesta investigação os itens relacionados ao interesse, atenção e participação podem estar associados a dimensão relacionada

com a *motivação* do aluno *em enquanto* os itens relacionados a visualização e compreensão dos conteúdos abordados podem estar associados a dimensão relacionada ao *desempenho* do aluno na disciplina. A Tabela 4 apresenta um resumo dos aspectos descritos acima.

Tabela 4: Esquema de validação dos instrumentos para coleta de dados

Característica	Tipo	Procedimento/Técnica
Confiabilidade	Teste e reteste	Coeficiente de correlação linear de Pearson
	Por Juízes	Coeficiente de correlação linear de Pearson
	Consistência interna	Coeficiente de Alfa de Cronbach
Validade	Construto (uni dimensionalidade)	Análise Fatorial

Após a aplicação dos questionários em todas as sub unidades de ensino em ambos os grupos foi realizado o teste de *Alfa de Cronbach* para avaliar a *Confiabilidade*. As Tabelas 5 e 6 abaixo mostram o teste Alfa de Cronbach para avaliar os questionários aplicados nos grupos.

Tabela 5: Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach's	Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados	Número de itens
0.882	0.883	9

Com base no teste de Alfa de Cronbach, os coeficientes deste são 0.882 e 0.883, portanto esses valores demonstram que o questionário é consistente. Para a correlação item-total não apresenta melhor quando se elimina algum item do questionário – Alfa de Cronbach se o item for excluído. Também pode ver que todos os itens são maiores que 0,30 que é o valor mínimo para que seja considerado como consistente internamente entre os mesmos (De Vaus, 2004). Para valores abaixo deste, o item deverá ser removido.

Tabela 6: Matriz de correlação item-total

Perguntas	Escala média se o item for excluído	Escala da variância se o item for excluído	Correlação corrigida para o item-total	Correlação múltipla ao quadrado	Alfa de Cronbach se o item for excluído
P02	31.371	32.251	0.646	0.457	0.868
P03	31.217	33.742	0.636	0.440	0.869
P04	31.374	33.466	0.613	0.410	0.871
P05	31.513	33.584	0.611	0.413	0.871
P06	31.438	32.532	0.657	0.478	0.867
P07	31.526	32.558	0.656	0.478	0.867
P08	31.366	33.083	0.634	0.416	0.869
P09	31.266	32.987	0.667	0.458	0.867
P10	31.302	33.533	0.552	0.314	0.877

Nota: P - Perguntas 2 a 10 do questionário

Tabela 7: Análise Fatorial realizada nos questionários aplicados

Grupo	Recurso	Aula	% Explicada	Fator 1	Fator 2
Controle*	Nenhum	média 3 aulas	62,53	v2, v6, v7, v8, v9, v10, v11	v3, v4, v5
		aula 1***	48,91	v2, v5, v6, v7, v10, v11	(-)v3, (-)v4, v8, v9
		aula 2	62,36	v2, v6, v7, v8, v9, v10, v11	v3, v4, v5
		aula 3	68,22	v6, v7, v8, v9, v10, v11	v2, v3, v4, v5
Experimental**	Experimento Demonstrativo	média 3 aulas***	81,28	v2, v3, v4, v5	v6, v7, v8, v9, v10
		aula 1***	63,30	v6, v7, v8, v9, v10	v2, v3, v4, v5
		aula 2***	60,42	v2, v3, v4, v6, v8, v9	v5, v7, v10
		aula 3***	63,60	v2, v3, v4, v6, v8, v10	v5, v7, v9
	Vídeo	média 3 aulas***	78,06	v4, v5, v6, v7, v8, v10	v2, v3, v9
		aula 1	68,27	v2, v6, v7, v8, v9, v10	v3, v4, v5
		aula 2	57,02	v2, v3, v6, v7, v10	v4, v5, v8, v9
		aula 3***	69,15	v2, v3, v4, v5, v7, v8	v6, v9, v10
	Simulação Computacional	média 3 aulas***	78,43	v2, v3, v6, v7, v8, v9, v10	v4, v5
		aula 1	61,71	v4, v6, v8, v9, v10	v2, v3, v5, v7
		aula 2***	61,73	v2, v3, v7, v8, v9	v4, v5, v6, v10
		aula 3***	65,02	v2, v5, v7, v8, v9	v3, v4, v6, v10

* análise das variáveis v2 até v11

** análise das duas turmas experimentais juntas, das variáveis v2 até v10

*** usou-se o critério de 2 fatores arbitrários

Os questionários dos grupos de controle e experimental também foram submetidos à Análise Fatorial Multivariada para verificar se havia mais de uma dimensão – validade de construto. Foi arbitrado em dois fatores, Inicialmente, o critério de seleção de fatores. Na Análise Fatorial exploratória realizada foi confirmada a existência de dois fatores que concentram mais de 45% da variabilidade do conjunto para o grupo de controle. Na tabela 7 pode-se observar que as perguntas 2, 6, 7, 8, 9 e 10 estão agrupadas no Fator 1 e as questões 3, 4 e 5 estão agrupadas no Fator 2. Nos questionários do grupo experimental não se verifica um padrão entre as variáveis que compõem cada Fator. Para esse questionário a uni dimensionalidade foi confirmada. O resultado da análise fatorial realizada no conjunto de dados é sumarizado na Tabela 7.

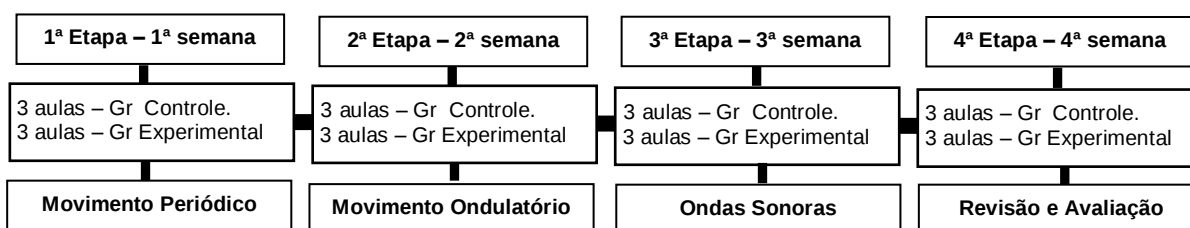
3.7 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada sem a necessidade de realocação de professores nos Pelotões tendo em vista os critérios de distribuição citados na seção 3.4 e se deu no 10º, 11º e 12º pelotão. Desses 03, foi escolhido aleatoriamente que o 12º Pelotão seria considerado como o grupo de controle e os dois outros experimental de acordo com o cálculo amostral discutido na seção 3.5. Então, foram ministradas aulas expositivas sem a utilização dos recursos educacionais para pelotão de controle e para os pelotões, considerado experimental, aulas expositivas com a utilização dos recursos educacionais. Por questões de normas internas da EAMES, não foi possível unir os pelotões de experimento em uma mesma sala de aula para ministrar essas aulas. A solução, então, foi ministrar aulas para cada pelotão experimental fazendo as mesmas intervenções didáticas e a mesma estratégia de ensino previamente determinadas no plano de aula elaborado. Doravante esses pelotões de experimento passam a ser considerados, grupo experimental.

O Programa de Física adotado na EAMES é o mesmo para as demais Escolas de Aprendizes e a Carga Horária prevista para a Unidade de Ensino Ondas, foi de 12 horas/aulas. Após a escolha aleatória dos grupos, o desenvolvimento das aulas e a coleta de dados, aconteceram em quatro etapas semelhantes e no período de quatro semanas consecutivas do 4º mês do 2º semestre do ano letivo. Como

abordado na seção 3.4 durante a coleta de dados foi possível alocar, ao longo de cada semana, três tempos de aulas nos grupos de controle e experimento para a abordagem das subunidades de ensino *Movimento Periódico*, *Movimento Ondulatório* e *Ondas Sonoras*, para a revisão dos conteúdos abordados e para a aplicação da avaliação escrita curricular. A Figura 1 representa as etapas da coleta de dados.

Figura 1 – Linha do tempo da coleta de dados



Na primeira etapa foi alocada uma aula para cada grupo, em um dia da 1ª semana para a realização do pré-teste sobre os conteúdos da subunidade *Movimento Periódico*. No dia seguinte foram alocadas duas aulas geminadas para cada grupo destinadas à abordagem dos conteúdos dessa subunidade de ensino e para aplicação dos questionários e dos pós-teste que eram iguais aos pré-testes aplicados no dia anterior.

Tabela 8: Procedimento adotado na realização da coleta de dados

SEMANA	SUBUNIDADE	GRUPOS	1ª AULA (45 min)	2ª/3ª AULAS GEMINADAS (90 min)
1ª	MOVIMENTO PERIÓDICO	CONTROLE	• Aplicação pré-teste 1	• Aula expositiva convencional • Aplicação de questionário e do pós-teste 1
		EXPERIMENTAL	• Aplicação pré-teste 1	• Aula expositiva - aplicação dos recursos educacionais; • Aplicação de questionário e do pós-teste 1
2ª	MOVIMENTO ONDULATÓRIO	CONTROLE	• Aplicação pré-teste 2	• Aula expositiva convencional • Aplicação de questionário e do pós-teste 2
		EXPERIMENTAL	• Aplicação pré-teste 2	• Aula expositiva - aplicação dos recursos educacionais; • Aplicação de questionário e do pós-teste 2
3ª	ONDAS SONORAS	CONTROLE	• Aplicação pré-teste 3	• Aula expositiva convencional • Aplicação de questionário e do pós-teste 3
		EXPERIMENTAL	• Aplicação pré-teste 3	• Aula expositiva - aplicação dos recursos educacionais; • Aplicação de questionário e do pós-teste 3
4ª	ONDAS	CONTROLE e EXPERIMENTAL	• Revisão de conteúdos	• Prova Escrita Curricular

Na segunda etapa a coleta de dados aconteceu do mesmo modo que na primeira etapa. Foi alocada uma aula para cada grupo, em um dia da 2ª semana para a realização do pré-teste sobre os conteúdos da subunidade *Movimento Ondulatório* que seriam abordados. No dia seguinte foram alocadas duas aulas geminadas para cada grupo destinadas à abordagem dos conteúdos dessa subunidade de ensino e para aplicação dos questionários e dos pós-teste que eram iguais aos pré-testes aplicados no dia anterior.

Esse procedimento foi repetido também na terceira etapa. Foi alocada uma aula para cada grupo, em dia da 3ª semana para a realização do pré-teste sobre os conteúdos da subunidade *Ondas Sonoras*. No dia seguinte foram alocadas duas aulas geminadas para cada grupo destinadas à abordagem dos conteúdos dessa subunidade de ensino e para aplicação dos questionários e dos pós-teste que eram iguais aos pré-testes aplicados no dia anterior. E finalmente na quarta etapa foi alocada uma aula para cada grupo em um dia da 4ª semana e ao final dessa 4ª semana foi aplicada a avaliação escrita curricular. A Tabela 8 sumariza o procedimento adotado para a realização da coleta de dados.

3.8 Correção dos Pré-Testes, Pós-Testes e da Avaliação Escrita Curricular

Segundo Viana (1978) durante a correção de item de teste o efeito da subjetividade de julgamento dificilmente pode ser evitado. Nesse estudo, durante a correção dos pré, pós-testes e da avaliação escrita foram adotados três procedimentos:

1. A correção anônima dos testes;
2. A correção por prova;
3. A correção pelo método analítico.

Esses procedimentos são familiares para os professores. A não identificação do examinado é conveniente para o professor durante a correção do teste, uma vez que desempenhos anteriores ou uma relação amistosa podem influenciar no julgamento do acerto da questão. O julgamento professor durante a correção deve ser imparcial. Nesta investigação a correção dos pré-testes, pós-testes e da avaliação escrita foi da mesma questão de todos alunos. Segundo Viana (1978), a correção da mesma

questão de todos os alunos permite dar maior consistência aos resultados, pela constância com que se mantém o padrão de correção, o que não acontece quando todos os itens de uma prova são corrigidos de uma só vez.

Segundo Viana (1978), o método analítico de correção de itens de testes pode ser desdobrado nas seguintes fases:

- Elaboração de uma resposta padrão para cada questão;
- Análise e identificação das partes componentes importantes;
- Atribuição de valores numéricos a cada uma das partes, segundo seu grau de relevância.

Durante a elaboração dos testes foi feito o gabarito com a resposta padrão que foi utilizado durante a correção dos pré e pós-testes e da avaliação escrita.

3.9 A Abordagem Quantitativa do Estudo – Métodos Estatísticos

Em consonância ao delineamento estabelecido e com o propósito de investigar esta proposta de ensino, neste estudo fez-se uso de estatística inferencial para as comparações entre os tratamentos dados aos grupos de controle e experimental. Para esse fim foram utilizados os testes estatísticos *Kolmogorov – Smirnov*, *Wilcoxon*, *T-student* e *Mann-Whitney* nos pré-testes, pós-testes e na avaliação escrita curricular visando avaliar melhora de desempenho nos grupos de controle e experimental. Também foram aplicados os testes de *Alfa de Cronbach* e *Análise Fatorial Multivariada* para validar os questionários aplicados nos grupos controle e experimental. Na literatura pode-se encontrar autores (TRIOLA, 2008; FIELD, 2009) que discutem as condições necessárias e suficientes para a aplicação desses testes estatísticos bem como os procedimentos adotados para a sua realização.

O teste de *Kolmogorov – Smirnov* foi utilizado nesta investigação para determinar se o conjunto de dados obtidos nos pré-testes e pós-testes aplicados nas três subunidade de ensino e na avaliação escrita curricular para ambos os grupos apresentam uma distribuição de probabilidade normal.

O teste de *Wilcoxon* é *não paramétrico* e foi utilizado nesta investigação para comparar o desempenho dos grupos nos pré e pós-testes aplicados em cada subunidade de ensino, antes e após a intervenção.

O teste de *t-Student*, ou simplesmente *teste t* é um teste *paramétrico* e foi utilizado nesta investigação para avaliar as diferenças entre as médias dos grupos nos Pré e Pós-Testes aplicados em cada subunidade de ensino.

O teste de *Mann-Whitney* é *não paramétrico* e foi utilizado nesta investigação na avaliação escrita e no pré-teste 2 do grupo experimental, pois os dados obtidos da correção desse pré-teste 2 não seguem a distribuição Normal. O teste de soma de postos de Wilcoxon é equivalente ao teste U de Mann-Whitney. Em termos práticos é possível que dois grupos que foram submetidos às situações diferentes apresentem a mesma mediana, mas ainda assim o teste de Mann-Whitney pode indicar diferenças estatisticamente significativas entre esses dois grupos.

Os testes de *Alfa de Cronbach* e de *Análise Fatorial* foram utilizados nos questionários aplicados nos grupos controle e experimental com propósitos de validação desses questionários. Segundo Matthiensen (2011) a utilização do teste Coeficiente Alfa de Cronbach em pesquisas torna-se útil por três razões:

1. Fornece uma medida razoável de confiabilidade em um único teste, sendo desnecessárias reaplicações diversas, de formas paralelas do questionário;
2. A fórmula geral permite sua aplicação à questionário de múltipla escolha de escalas dicotômicas³ ou escalas atitudinais de variáveis categóricas politômicas;
3. É facilmente calculável por princípios estatísticos básicos.

O coeficiente *Alfa de Cronbach* tem variação entre 0 a 1 e fornece uma medida de *confiabilidade interna* dos itens: quanto mais próximo de 1 maior a confiabilidade entre os itens. Um valor do coeficiente *Alfa de Cronbach* entre 0,75 e 0,85 é

³ Escalas Dicotômicas são aquelas que apresentam duas opções de resposta. Exemplos: Sim/não, concordo/não concordo e apoio/não apoio. Comumente uma terceira opção é oferecida, indicando desconhecimento ou falta de opinião.

considerada uma faixa adequada uma vez que esses valores indicam que os itens são semelhantes entre si sem serem redundantes.

Ainda não existe um consenso sobre o valor mínimo desse coeficiente na interpretação da confiabilidade de um questionário. Segundo Hair Junior et al. (2005), um limite inferior aceito é 0,7 podendo ser aceito o valor de 0,6 em pesquisas exploratórias que têm como objetivo a familiarização com um assunto ainda pouco conhecido. Porém, em se tratando de aplicações clínicas de área médica, valores maiores são necessários, sendo um valor mínimo desejável de 0,9 ou 0,95. Já no contexto educacional, não foi encontrado na literatura pesquisada, um valor aceitável de alfa; pois o uso do coeficiente alfa em pesquisas na área educacional é. A Tabela 9 mostra a classificação da confiabilidade do coeficiente *Alfa de Cronbach* segundo Freitas e Rodrigues, (2005).

Tabela 9: Classificação da confiabilidade a partir do coeficiente α de Cronbach

Confiabilidade	Valor de α
Muito Baixa	$\alpha \leq 0,30$
Baixa	$0,30 < \alpha \leq 0,60$
Moderada	$0,60 < \alpha \leq 0,75$
Alta	$0,75 < \alpha \leq 0,90$
Muito Alta	$\alpha > 0,90$

O teste Alfa de Cronbach não garante *uni dimensionalidade* ao questionário. Nesta investigação a avaliação da uni dimensionalidade dos questionários aplicados em ambos os grupos foi feita por meio da *Análise Fatorial Multivariada*. Este teste estatístico é utilizado como uma técnica para identificar se a correlação entre um conjunto de variáveis observadas é devido ao relacionamento com uma ou mais variáveis existentes nos dados.

3.10 O IBM SPSS Statistics 20

Nesta investigação todos os cálculos dos testes de Kolmogorov – Smirnov, Wilcoxon, t-student, Mann-Whitney, Alfa de Cronbach e Análise Fatorial foram realizados no Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS). Trata-se

de um programa de computador para análise estatística de dados, que se utiliza de menus e janelas de diálogo, em um ambiente amigável. Esse programa realiza cálculos complexos e apresenta os resultados de uma maneira simples e autoexplicativos.

No próximo capítulo será apresentado os resultados dos testes estatísticos aplicados nos Pré-Testes, Pós-Testes, Avaliação Escrita Curricular e nos questionários e também uma discussão acerca desses resultados.

Capítulo 4

Análise de Dados e Discussão

No capítulo anterior, abordou-se sobre os instrumentos utilizados para a coleta de dados, incluindo também os testes estatísticos. Neste capítulo far-se-á uma análise dos resultados obtidos a partir da aplicação dos referidos testes.

4.1 Apresentação dos Resultados da Análise de Dados – Resultados dos Pré-Testes, Pós-Testes e da Avaliação Escrita Curricular

Foram aplicados os testes estatísticos de Mann-Whitney, Wilcoxon e t-Student tanto para a análise dos resultados do Pré-Teste e do Pós-Teste, como na Avaliação Escrita Curricular. O objetivo foi verificar se teria havido ou não melhoria no desempenho dos estudantes de ambos os grupos. Quanto à aplicação do teste estatístico de Kolmogorov--Smirnov, este tem como hipótese nula que a variável segue distribuição Normal.

Percebe-se que surgiram linhas de significância assintótica, a 10% de significância, apenas nas notas do chamado Pré-Teste 2. Já no resultado do Grupo Experimental, não ocorreu uma distribuição Normal, uma vez que apresenta p-valor de 0.007. A Tabela 10 mostra o resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 10: Teste Kolmogorov-Smirnov – Uma amostra

Grupos			Pré-Teste 1	Pós-Teste 1	Pré-Teste 2	Pós-Teste 2	Pré-Teste 3	Pós-Teste 3	Avaliação Escrita Curricular
Controle	N		43	43	43	42	40	42	42
	Parâmetros Normais ^{a,b}	Média	2.0058	3.5291	1.0814	3.5714	1.7250	3.4583	7.023810
		Desvio-Padrão	1.91290	1.83972	.92537	1.75764	1.18322	1.91823	1.2094767
	Diferenças Mias Extremas	Absoluta	.176	.148	.163	.076	.183	.120	.129
		Positiva	.176	.148	.163	.076	.183	.120	.091
		Negativa	-.147	-.090	-.121	-.070	-.120	-.111	-.129
	Kolmogorov-Smirnov Z		1.152	.971	1.069	.494	1.158	.779	.838
	Sig Assint.. (2-caudas)		.141	.303	.204	.968	.137	.578	.483
Experimental	N		77	77	78	78	75	74	78
	Parâmetros Normais ^{a,b}	Média	1.6623	4.5162	1.1635	4.1538	1.9933	4.6757	7.275641
		Desvio-Padrão	1.45704	2.14956	1.31908	2.02349	1.52898	1.74325	1.3921100
	Diferenças Mias Extremas	Absoluta	.142	.114	.190	.094	.120	.088	.096
		Positiva	.142	.114	.190	.094	.120	.088	.053
		Negativa	-.127	-.080	-.189	-.062	-.096	-.046	-.096
	Kolmogorov-Smirnov Z		1.244	1.004	1.681	.833	1.038	.760	.848
	Sig.Assint. (2-caudas)		.091	.266	.007	.491	.231	.610	.468

a. Teste para averiguação do tipo de distribuição.

b. Os valores calculados a partir dos dados.

Pode-se observar na tabela 10 que o resultado do Pré-Teste 2, aplicado no Grupo Experimental, apresentou p-valor < 0.05 . Isso revela que o teste estatístico aplicável nesse caso deverá ser não paramétrico, o de Mann-Whitney ou o de Wilcoxon. Para os demais casos, poderão ser aplicados os paramétricos do T-Student. A Tabela 11 apresenta os resultados das médias obtidas nos Pré-Testes e Pós-Testes e na Avaliação Escrita Curricular e dos testes estatísticos aplicados.

A discussão acerca da melhoria de desempenho dos estudantes nos grupos de Controle e Experimental será feita a partir de quatro comparações, e em dois momentos, antes e após as intervenções didáticas em cada subunidade de ensino. Foram considerados os valores referentes a cada subunidade de ensino, tanto nos Pré-Testes quanto nos Pós-Testes.

Tabela 11: Análise descritiva para os grupos de Controle e Experimental

Pre-Testes e Pós-Testes aplicados	Momento	Grupo de Controle				Grupo Experimental				p-valor	
		Média	Desvio-Padrão	Mediana	p-valor	Média	Desvio-Padrão	Mediana	p-valor		
Pré-Teste 1	antes	2.01	1.91	1.75	0.001 a	1.66	1.46	1.50	0.001 a	0.272	b
Pós-Teste 1	depois	3.53	1.84	3.00		4.52	2.15	4.00		0.013	b
Pré-Teste 2	antes	1.08	.93	1.00	0.001 a	1.16	1.32	1.00	0.001 a	0.664	c
Pós-Teste 2	depois	3.57	1.76	3.50		4.15	2.02	4.25		0.119	b
Pré-Teste 3	antes	1.73	1.18	1.63	0.001 a	1.99	1.53	1.75	0.001 a	0.336	b
Pós-Teste 3	depois	3.46	1.92	3.13		4.68	1.74	4.63		0.001	b
Prova Escrita		7.02	1.19	1.20		7.27	1.38	1.39		0.286	c

a: Teste de Wilcoxon: compara os dois momentos (antes e depois).

b: Teste t: compara o Grupo de Controle com tratamento (teste paramétrico).

c: Teste de Mann-Whitney: compara o Grupo de Controle sem tratamento (teste não paramétrico).

Primeira comparação – Os Grupos de Controle e Experimental no primeiro momento (antes), em cada subunidade abordada– notas dos Pré-Testes.

A partir da Tabela 11, na última coluna, num primeiro momento, os p-valores encontrados foram 0.272 para o Pré-Teste 1, 0.664 para o Pré-Teste 2 e 0.336 para o Pré-Teste 3. Desses valores, pode-se observar que não há diferença estatisticamente significativa em nenhum dos resultados. Nessa comparação, o fato de não haver essa diferença entre os grupos confirma a existência de uma base comum entre eles. Isso indica que, antes da aplicação dos recursos educacionais, o desempenho dos estudantes de ambos os Grupos, obtido nos Pré-Testes foi semelhante.

Segunda comparação – Os Grupos de Controle e Experimental no segundo momento (depois), por subunidade – notas dos Pós-Testes.

Nos Pós-Testes 1 de ambos os grupos, o nível de significância de 0.013 permite que se rejeite a hipótese nula, aceitando-se que existe diferença entre os grupos. O Grupo Experimental foi o que obteve maior média. Nos Pós-Testes 2, não se obteve o mesmo sucesso. Embora a média tenha sido maior no Grupo Experimental, tal diferença não foi estatisticamente significativa. Esse fato contribui para a invalidação da hipótese de que a utilização dos recursos beneficie os estudantes. Nos Pós-Testes 3, semelhantemente ao dos Pós-Testes 1, o Grupo Experimental apresenta média maior. Essa diferença mostrou-se estatisticamente significativa.

Com base na Tabela 11, na última coluna, no segundo momento, os p-valores encontrados foram 0.013 para o Pós-Teste 1, 0.119 para o Pós-Teste 2 e 0.001 para o Pós-Teste 3. A partir desses valores constata-se a existência de uma diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas nos Pós-Testes 1 e 3 aplicados em ambos os grupos. Nessa comparação, o fato de haver diferença entre os grupos contribui para comprovar a hipótese de que a utilização dos recursos educacionais beneficia os estudantes do Grupo Experimental.

Terceira comparação – Nos dois momentos, somente no Grupo de Controle, por subunidade – notas dos Pré-Testes e Pós-Testes.

Ainda analisando o contido na Tabela 11, na primeira coluna de p-valores, nos dois momentos (antes e depois), os p-valores encontrados foram 0.001, para os Pré-Testes e Pós-Testes 1, 0.001 para os Pré-Testes e Pós-Testes 2, e 0.001 para os Pré-Testes e Pós-Testes 3, ficando todos os resultados próximo a zero. Observa-se a existência de uma diferença de médias entre o primeiro e o segundo momento nas três subunidades abordadas. Ao analisar as médias dos Pré e Pós-Testes – antes e depois – do Grupo de Controle, constata-se que tal diferença representa uma melhoria no desempenho dos alunos. Caso não houvesse, a hipótese teria sido comprovada.

Quarta comparação – Em ambos os momentos, somente no Grupo Experimental, por subunidade – notas dos Pré-Testes e Pós-Testes.

Em relação ao observado na Tabela 11, na segunda coluna de p-valores, nos dois momentos, os p-valores encontrados foram 0.001, para os Pré-Testes e Pós-Testes 1, de 0.001, para os Pré-Testes e Pós-Testes 2, e 0.001, para os Pré-Testes e Pós-Testes 3, todos num índice próximo a zero. Logo, existe uma diferença estatisticamente significativa entre o resultado obtido nos dois momentos. Foi constatado um aumento nas médias dos Pré-Testes em relação aos Pós-Testes e esse resultado aponta que houve melhoria no desempenho dos estudantes pertencentes ao Grupo Experimental e portanto, a hipótese se confirmou.

Também foram aplicados os testes estatísticos para a Avaliação Escrita Curricular a ambos os grupos: o de Controle e o Experimental. Nessa avaliação, a diferença nas médias dos referidos grupos foi pequena: ambas ficaram perto do valor 7, como está representado na Tabela 11. Os testes estatísticos aplicados revelaram que não há diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas nos Grupos de Controle e Experimental, pois o p-valor do teste Mann-Whitney foi igual a 0,286.

A seguir, os gráficos 1, 2 e 3, que representam, comparativamente falando, por subunidade abordada, o desempenho de ambos os grupos.

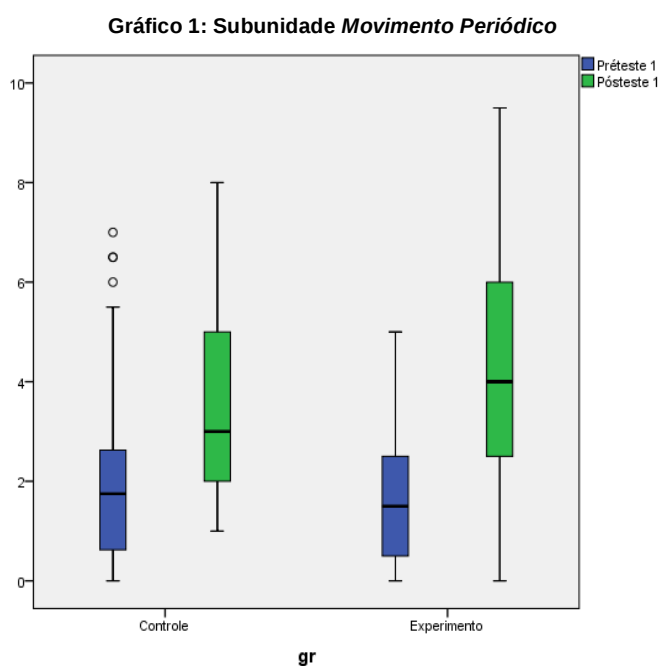


Gráfico 2: Subunidade Movimento Ondulatório

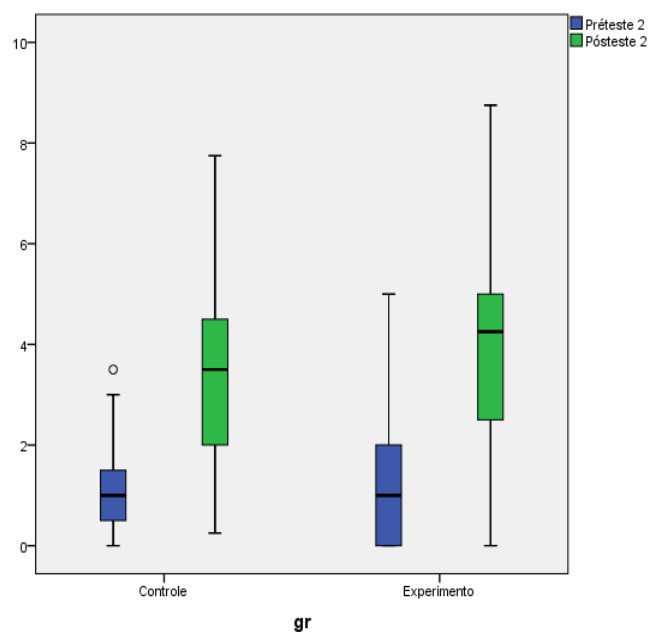
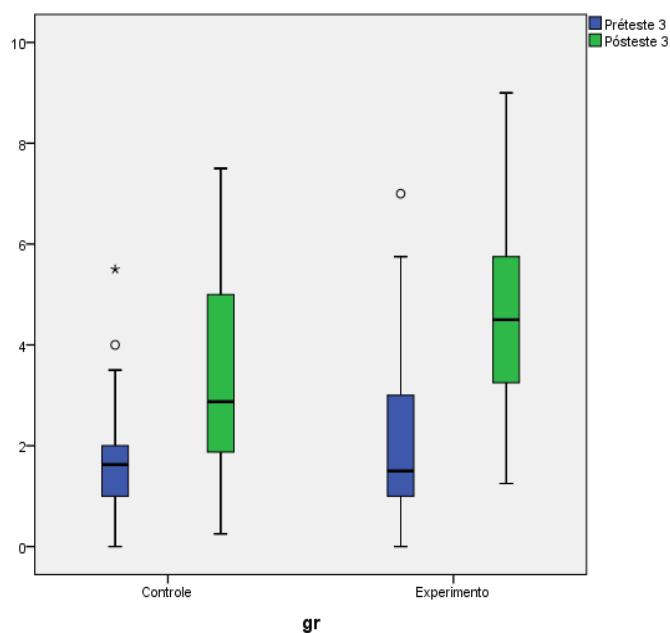


Gráfico 3: Subunidade Ondas Sonoras



A Tabela 12 apresenta a sumarização dos resultados da aplicação dos testes estatísticos nos Pré-Testes e Pós-Testes e, na Avaliação Escrita Curricular.

Tabela 12: Resultados da aplicação dos testes estatísticos

Movimento Periódico		Movimento Ondulatório		Ondas Sonoras		Avaliação Escrita Curricular
Pré-Teste 1	Pós-Teste 1	Pré-Teste 2	Pós-Teste 2	Pré-Teste 3	Pós-Teste 3	
Não existe diferença entre os Grupos. (hipótese comprovada)	Existe diferença entre os Grupos. (hipótese comprovada)	Não existe diferença entre os Grupos. (hipótese comprovada)	Não existe diferença entre os Grupos. (hipótese rejeitada)	Não existe diferença entre os Grupos. (hipótese comprovada)	Existe diferença entre os Grupos. (hipótese comprovada)	Não existe diferença entre os Grupos. (hipótese rejeitada)

4.2 Apresentação dos Resultados da Análise de Dados – Análise Descritiva do questionário Aplicado ao Grupo Experimental

Além dos resultados apresentados acima, em se tratando da melhoria do desempenho dos Grupos de Controle e Experimental na disciplina Física, os estudantes também avaliaram, por meio de questionários (Apêndices B e C), aplicados durante a coleta de dados, tanto o entendimento acerca do assunto abordado quanto a contribuição que cada recurso em despertar o *interesse*, atrair a *atenção*, promover a *visualização* e a *participação* dos estudantes. Então, em atendimento aos objetivos específicos desta investigação, foi realizada também uma *Análise Descritiva* do questionário aplicado no Grupo Experimental, envolvendo as três subunidades de ensino abordadas e os recursos educacionais utilizados. Essa análise descritiva procurou identificar, em termos percentuais, dos 78 estudantes pertencentes ao Grupo Experimental, quantos atribuíram notas 3, 4 ou 5 para cada recurso avaliado por esses estudantes. A Tabela 13 apresenta a proporção dos estudantes do Grupo Experimental, que atribuíram notas aos recursos educacionais utilizados.

Tabela 13: Proporção dos estudantes do Grupo Experimental que atribuíram notas 3, 4 ou 5 para os recursos educacionais

Aulas	Recurso Educacional	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 9
Movimento Periódico	Experimento Demonstrativo	94.81%	91.03%	88.46%	79.48%	82.89%	82.25%	92.11%
	Vídeo	96.05%	96.05%	88.60%	89.74%	89.74%	88.16%	96.10%
	Simulação Computacional	93.33%	97.37%	82.05%	83.33%	89.47%	88.16%	94.81%
Movimento Ondulatório	Experimento Demonstrativo	94.81%	98.72%	89.74%	87.17%	94.87%	91.03%	96.15%
	Vídeo	94.81%	94.87%	88.46%	92.03%	92.31%	91.03%	93.59%
	Simulação Computacional	96.10%	98.70%	91.02%	93.58%	91.03%	90.91%	96.10%
Ondas Sonoras	Experimento Demonstrativo	89.33%	94.67%	94.87%	97.43%	89.47%	94.74%	96.05%
	Vídeo	89.33%	96.05%	93.58%	91.02%	93.33%	94.67%	92.00%
	Simulação Computacional	90.54%	96.00%	90.02%	88.46%	92.00%	93.33%	94.67%
Item 2	Os recursos educacionais utilizados despertaram seu interesse para o assunto?							
Item 3	Os recursos educacionais utilizados contribuíram para a visualização do assunto?							
Itens 4 e 5	Os recursos educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do assunto?							
Item 6	Os recursos educacionais o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o assunto?							
Item 7	Os recursos educacionais o estimularam a participar da aula, levando-o a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre o assunto ao professor?							
Item 9	Os recursos educacionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e discussões sobre o assunto?							

As aulas do tópico *Movimento Periódico* foram desenvolvidas a partir da demonstração de pêndulos simples, molas suspensas, uma simulação computacional e a exibição de três vídeos de curta duração. Os experimentos

demonstrativos utilizados foram dois pêndulos simples e duas molas, cujas constantes elásticas (k) são diferentes, suspensas por uma haste de madeira. Dos vídeos utilizados, um mostra bastões oscilando em diferentes direções, com duração de 22 segundos. Um outro foi “A Câmera Superlenta - Ondas sonoras”, com duração de 4 minutos, e um outro vídeo, sobre a Ponte de Tacoma Narrows, com duração de 2 minutos. A simulação computacional utilizada foi a do repositório Phet: “Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos”.

Como se observa na Tabela 13, nas três subunidades de ensino abordadas, as notas atribuídas pelos estudantes aos recursos são próximas, portanto sem destaque para algum recurso educacional. Na subunidade *Movimento Periódico*, 96,05% dos estudantes responderam que os vídeos apresentados contribuíram para despertar o *interesse* (item 2) e 96,10% responderam que esses vídeos contribuíram para prender a *atenção* (item 9) sobre os conteúdos abordados. Observa-se também na Tabela 13 que 97,37% dos estudantes responderam que a simulação computacional contribuiu para a *visualização* (item 3) dos conteúdos abordados. Nos itens 4 e 5, respectivamente, 88,60% e 89,74% dos estudantes responderam que os vídeos contribuíram para a *compreensão* dos conteúdos. Nos itens 6 e 7, respectivamente, 89,74% e 88,16% dos estudantes responderam que os vídeos contribuíram para promover a *participação* dos estudantes.

As aulas da subunidade *Movimento Ondulatório* foram desenvolvidas a partir da demonstração de uma mola metálica de 3 m de comprimento. Houve também duas simulações do repositório Phet “*Onda em corda*” e “*Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos*” e a exibição de um vídeo, “*O Universo Mecânico*”, que mostra diferentes tipos de onda se propagando. Observa-se na Tabela 13 que 96,1% dos estudantes responderam que o experimento demonstrativo e as simulações computacionais apresentadas contribuíram para despertar o *interesse* (item 2) e prender a *atenção* (item 9) sobre o conteúdo abordado. Porém, esses recursos não são destaques, pois as notas atribuídas pelos estudantes ao vídeo nesses itens *interesse* e *atenção* foram ligeiramente próximas. Observa-se também que 98,72% dos estudantes responderam que o experimento demonstrativo contribuiu para o *visualização* (item 3) do conceito abordado. Nos itens 4 e 5, respectivamente,

91.02% e 93.58% dos estudantes responderam que a simulações computacionais contribuíram para a *compreensão* dos assuntos abordados e nos itens 6 e 7, respectivamente, 94.87% e 91.03% dos estudantes responderam que o experimento demonstrativo contribuiu para promover a *participação* dos estudantes.

Finalmente, as aulas referentes à subunidade de ensino *Ondas Sonoras* foram desenvolvidas a partir de um experimento demonstrativo, utilizando-se dois instrumentos de percussão: um Tarol (caixa) e um Tambor. A simulação computacional utilizada foi a do repositório Phet, “Soud”. O vídeo exibido foi sobre o funcionamento do ouvido humano: “O funcionamento do ouvido humano”, com duração de 7 minutos.

Observa-se na Tabela 13, nessa subunidade de ensino, que 90,54% dos estudantes responderam que a simulação computacional contribuiu para despertar o *interesse* (item 2) e 96.05% responderam que o experimento demonstrativo contribuiu para prender a *atenção* (item 9) sobre os conteúdos abordados. Porém, como na subunidade anterior, esses recursos não são destaques, pois as notas atribuídas ao vídeo pelos estudantes nesses itens *interesse* e *atenção*, são próximas. Observa-se na Tabela 13 que 96.05% dos estudantes responderam que o vídeo contribuiu para a *visualização* (Item 3) dos conteúdos. Nos itens 4 e 5, respectivamente, 94.87% e 97.43% dos estudantes responderam que o experimento demonstrativo contribuiu para a *compreensão* dos conteúdos abordados e nos itens 6 e 7, respectivamente, 93.33% e 94.74% dos estudantes responderam que o vídeo e o experimento demonstrativo foram os recursos que contribuíram para a *participação* dos estudantes.

4.3 Discussão dos Resultados

Antes de uma discussão acerca do desempenho de estudantes na disciplina Física será apresentado o resultado obtido a partir dos questionários aplicados a ambos os grupos. A finalidade foi avaliar, em termos percentuais, o nível de entendimento dos estudantes sobre os conteúdos, antes da abordagem deles em cada subunidade de ensino.

A Tabela 14 apresenta a proporção dos estudantes de ambos os grupos que atribuíram nota 1, 2 ou 3 para o item 1 dos questionários – *nível de entendimento*.

Tabela 14: Proporção dos estudantes dos Grupos de Controle e Experimental que atribuíram nota 1, 2 ou 3 para o item 1 dos questionários.

Aulas	Grupo de Controle (43 estudantes)	Grupo Experimental (78 estudantes)
Movimento Periódico	61.76%	83.33%
Movimento Ondulatório	70.49%	71.79%
Ondas Sonoras	62.79%	70.51%

Item 1 – Seu nível de entendimento, quando do assunto abordado em aula.

Como pode ser observado na Tabela 14, os estudantes do Grupo de Controle apresentaram menor percentual em relação ao nível de entendimento do assunto que seria abordado, em comparação ao dos estudantes do Grupo Experimental. Esse resultado pode justificar o pequeno desempenho desses estudantes de ambos os grupos nos Pré-Testes aplicados, pois como mostra a Tabela 11, a média obtida em cada subunidade de ensino oscilou entre 1.08 a 2.01 pontos.

Como fora abordado na seção 3.3, nas aulas expositivas ministradas em ambos os grupos, a exposição oral dos conteúdos foi a mesma, bem como os exercícios resolvidos e os propostos. No Grupo Experimental, no início de cada aula, os recursos foram apresentados e, na sequência articulados com essa exposição oral dos conteúdos. Dos resultados apresentados na Tabela 11, na subunidade *Movimento Periódico*, observa-se que para o Grupo de Controle, um aumento de 1.52 pontos na média do Pós-Teste 1 em relação ao Pré-Teste 1, enquanto para o Grupo Experimental nesse mesmo Pós-Teste 1 o aumento foi de 2.86 pontos em relação ao Pré-Teste 1. A diferença entre as médias obtidas somente nos Pós-Testes 1 de ambos os grupos é estatisticamente significativa. Na subunidade *Movimento Ondulatório* observa-se que, para o Grupo de Controle, um aumento de 2.49 pontos na média do Pós-Teste 2 em relação ao Pré-Teste 2, enquanto o Grupo Experimental um aumento de 2.99 pontos no Pós-Teste 2 e a diferença entre as médias somente dos Pós-Testes 2 em ambos os grupos não é estatisticamente significativa. Finalmente, na subunidade *Ondas Sonoras*, observa-se que, para o Grupo de Controle, na média do Pós-Teste 3, um aumento de 1.73 pontos em relação ao Pré-Teste 3, enquanto para o Grupo Experimental um aumento de 2,69 pontos no Pós-Teste 3. Nessa subunidade também foi constatado que a diferença entre as médias somente dos Pós-Testes 3 em ambos os grupos é estatisticamente significativa.

Pode-se observar também na Tabela 11 que para a Avaliação Escrita Curricular a diferença entre as médias obtidas por ambos os grupos foi de 0.25. Esta diferença é pequena comparada com o valor arbitrado de 1 ponto, quando na determinação do tamanho da amostra, como já fora discutido na seção 3.5. Nessa Avaliação Escrita Curricular, a diferença entre essas médias obtidas pelos grupos não é estatisticamente significativa.

Agora far-se-á uma discussão dos resultados obtidos por meio dos questionários aplicados em ambos os grupos. Observa-se na Tabela 5 que o valor do coeficiente *Alfa de Cronbach* encontrado foi de 0.882 e como abordado na seção 3.6.4, esse teste estatístico utilizado conferiu a *confiabilidade* dos questionários, pois esse valor indica que os itens são semelhantes entre si sem serem redundantes. A *Análise Fatorial* também foi realizada em cada subunidade de ensino e constatou-se a existência de um fator único, como se mostra na Tabela 7, todavia, somente para o questionário aplicado ao Grupo Experimental. Como essa análise utiliza-se de correlações entre um determinado grupo de itens para compor a dimensão, a existência de um fator único encontrado sugere que os itens *interesse*, *atenção*, *visualização* e *participação* estão associados entre si como se representasse um conceito único.

Em relação à *análise descritiva* realizada nos questionários aplicados, somente no Grupo Experimental, em cada subunidade de ensino, os recursos educacionais obtiveram, em termos percentuais, notas próximas, como se observa na Tabela 13. Na subunidade de ensino *Movimento Periódico*, em relação aos itens 2 e 9 (*interesse* e *atenção*), as notas atribuídas pelos estudantes aos vídeos exibidos são pouco maiores quando comparadas com as notas atribuídas ao experimento demonstrativo e a simulação computacional apresentada. Em relação ao item 3 (*visualização*) a nota atribuída pelos estudantes à simulação computacional é pouco maior que as notas atribuídas ao experimento demonstrativo e aos vídeos exibidos. Em relação aos itens 4 e 5 (*compreensão*), 6 e 7 (*participação*) novamente os vídeos exibidos obtiveram dos estudantes notas pouco maiores quando comparadas com as notas atribuídas ao experimento demonstrativo e simulação computacional

apresentada. Nas subunidades de ensino, *Movimento Ondulatório* e *Ondas Sonoras*, a diferença entre as notas dadas pelos estudantes aos recursos em cada item avaliado também foi pequena e não se pode apontar algum recurso como destaque. Esse resultado sugere que a utilização *combinada* de Experimentos Demonstrativos, Vídeos e Simulações Computacionais contribuiu para a promoção do *interesse*, *atenção*, *visualização* dos conteúdos abordados e também para *participação* dos estudantes no que tange à realização de perguntas, comentários e de exercícios propostos durante as aulas em cada subunidade de ensino.

Como aparece no capítulo 2 desta investigação, existem estudos realizados com diferentes estratégias de ensino, a partir da utilização *não combinada* de experimentos demonstrativos, de vídeos e de simulações computacionais. Os resultados desses estudos que estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 apontaram que a utilização de Experimentos Demonstrativos (e.g. RAMOS ET AL, 2009) promoveu a *participação* e a *visualização* dos conteúdos abordados, o Vídeo (e.g. CLEMES ET AL, 2012) contribuiu para despertar o *interesse* e a Simulação Computacional (e.g. GOMES, 2011) também contribuiu para atrair a *atenção* dos estudantes aos conteúdos abordados. Nesta investigação os recursos foram utilizados de forma *combinada* e articulados com a exposição oral dos conteúdos, portanto foi empregada outra estratégia de ensino, e os dados apresentados na Tabela 13 mostram que essa utilização *combinada* de recursos na abordagem de conteúdos, também contribuiu para o *interesse*, *atenção*, *visualização* e *participação* dos estudantes. Por outro lado essa utilização *combinada* de recursos não propiciou a melhoria no desempenho dos estudantes, embora tenha sido observado melhora nas notas dos estudantes pertencentes ao grupo experimental. Os estudos levantados para a revisão bibliográfica e cujos resultados são apresentados na Tabela 1, mostram que a utilização de Experimento Demonstrativo (e.g. RIBEIRO, 2010) contribuiu para a melhoria do desempenho dos estudantes. Nesta investigação utilizou-se um Delineamento Experimental com a aplicação de Pré-Testes e Pós-Testes em cada subunidade de ensino e uma Avaliação Escrita Curricular ao final da abordagem do tópico *Ondas* e constatou-se, por meio desse delineamento, que a utilização *combinada* desses recursos não propiciou a melhoria de desempenho nos estudantes, pois como já fora discutido não houve diferenças

estatisticamente significativas entre as médias obtidas pelos grupos nessa avaliação escrita curricular.

No próximo capítulo, far-se-á a apresentação das conclusões acerca deste estudo, que se propôs a investigar uma proposta de ensino de Física, analisando se o objetivo geral e os específicos foram atingidos. Também serão apresentadas as perspectivas futuras.

Capítulo 5

Conclusões

5.1 Respostas aos Objetivos do Estudo

Este estudo teve o objetivo de investigar uma proposta para o ensino de conteúdos de Física, utilizando-se a combinação de recursos educacionais – *experimentos demonstrativos*, *vídeos*, e *simulações computacionais* – no início de aulas expositivas, numa escola militar, a saber, a Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES), localizada na Enseada do Inhoá, em Vila Velha-ES. Considerando esse contexto, foi delineado um estudo quantitativo, com base nos objetivos específicos abaixo discriminados.

- Avaliar se a proposta de ensino contribui para a melhoria do desempenho do estudante na disciplina Física.
- Investigar qual recurso educacional proporcionou *interesse* e *atenção* aos conteúdos abordados em cada subunidade de ensino.
- Investigar qual recurso educacional mais contribuiu para a *visualização* dos conceitos, por parte dos alunos.
- Investigar qual recurso educacional mais contribuiu para promover a *participação* dos alunos.

5.1.1 Desempenho dos Estudantes

Como fora abordado na seção 3.3, visando avaliar se esta proposta de ensino contribui para a melhoria do desempenho de estudantes, foram aplicados Pré-testes

e Pós-Testes em ambos os Grupos para cada subunidade de ensino abordada e uma Avaliação Escrita Curricular ao final das aulas destinadas à abordagem da unidade *Ondas*. Segundo Brito (1996, pg. 52),

O desempenho dos indivíduos é avaliado através de vários procedimentos, sendo os mais comuns as provas e os trabalhos individuais e, em grupo. A estas atividades são atribuídas notas e são essas notas que refletem o que é entendido pelo “bom” e “mau” desempenho (BRITO, 1996, pg. 52).

Dos resultados apresentados na Tabela 11 para os Pós-Testes aplicados referentes as subunidades de ensino *Movimento Periódico e Ondas Sonoras* e por meio dos testes estatísticos utilizados para as comparações entre os tratamentos dados aos grupos de Controle e Experimental, constatou-se que a diferença entre as médias obtidas é estatisticamente significativa. Para os Pós-Testes aplicados em ambos os grupos referentes à subunidade de ensino *Movimento Ondulatório* constatou-se que a diferença entre as médias obtidas não é estatisticamente significativa.

Como fora abordado na seção 3.6.1 a Avaliação Escrita Curricular foi aplicada ao final das aulas previstas para a abordagem de todos os conteúdos referentes a unidade de ensino *Ondas*. Pode-se observar também na Tabela 11 que a *diferença* entre as médias do Grupo de Controle e as do Grupo Experimental nessa avaliação é pequena, de 0.25 e por meio dos testes estatísticos utilizados, também se constatou que essa diferença não é estatisticamente significativa. Com base nesses resultados pode-se concluir que a utilização de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais em aulas expositivas não contribuiu para a melhoria do desempenho dos estudantes, quando da abordagem dos conteúdos referentes à unidade de ensino *Ondas*. Dessa forma, esses resultados encontrados atendem ao objetivo específico desta investigação, que é o de avaliar se a proposta de ensino de Física apresentada contribui para a melhoria do desempenho dos estudantes.

5.1.2 Avaliação dos Recursos Educacionais

A partir dos resultados obtidos por meio dos questionários aplicados no Grupo Experimental, nas três subunidades de ensino, são explorados os demais objetivos específicos desta investigação. Os dados apresentados na Tabela 13 revelaram que nas três subunidades de ensino as notas dadas pelos estudantes aos recursos

educacionais, são próximas, portanto sem a ocorrência de destaque para algum recurso específico. Apesar dessa situação quando são comparadas as notas atribuídas a cada recurso educacional pode-se observar na Tabela 13 que na subunidade *Movimento Periódico*, nos itens 2 e 9 (*interesse e atenção*), os vídeos exibidos apresentam-se com pequena vantagem quando comparados com os demais recursos utilizados. Situação semelhante ocorre nas subunidades de ensino *Movimento Ondulatório* e *Ondas Sonoras*, porém agora é o experimento demonstrativo e as simulações computacionais é que apresentam pequena vantagem quando comparados com os vídeos exibidos nessas subunidades.

Ainda na Tabela 13 pode-se observar que nas subunidades de ensino *Movimento Periódico* e *Ondas sonoras*, agora para o item 3 (*visualização*), são as simulações computacionais apresentadas que se mostram com pequena vantagem quando comparadas com os vídeos e o experimento demonstrativo. Na subunidade de ensino *Movimento Ondulatório*, ainda nesse item 3, é o experimento demonstrativo que apresenta-se com pequena vantagem quando comparado com o vídeo exibido e as simulações computacionais apresentadas.

Essa situação também é semelhante na subunidade de ensino *Movimento Periódico* quando o foco é dado aos itens 6 e 7 (*participação*). Observa-se também na Tabela 13 que os vídeos exibidos novamente apresentam-se com pequena vantagem quando comparados com o experimento demonstrativo e a simulação computacional. Já na subunidade de ensino *Movimento Ondulatório*, ainda nesses itens 6 e 7, foi o experimento demonstrativo que apresentou pequena vantagem quando comparado com o vídeo exibido e as simulações computacionais apresentadas nessa subunidade de ensino. E finalmente, na subunidade de ensino *Ondas Sonoras*, também nesses itens 6 e 7, foi o vídeo exibido e o experimento demonstrativo que apresentaram pequena vantagem quando comparados com a simulação computacional apresentada.

Tendo em vista essa pequena diferença, quantitativamente falando, entre essas notas atribuídas pelos estudantes aos recursos conclui-se que os Experimentos Demonstrativos, os Vídeos e as Simulações Computacionais apresentados

contribuíram de igual maneira para proporcionar o *interesse* e a *atenção*, a *visualização* e a *participação* dos alunos quando da abordagem dos conteúdos de cada subunidade de ensino. Assim, esse resultado obtido por meio dos questionários aplicados ao Grupo Experimental também atende aos demais objetivos específicos desta investigação.

O objetivo geral deste estudo foi investigar a utilização de uma proposta para o ensino de conteúdos de Física a partir da combinação de recursos educacionais – experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais – no início de aulas expositivas, para estudantes de uma escola militar, a Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES). Então, com base nos resultados apresentados nas Tabelas 11 e 13 que foram obtidos por meio da *Avaliação Escrita Curricular* e do *Questionário* conclui-se que esta proposta de ensino investigada não propiciou a melhoria do desempenho, mas respondeu às expectativas, no contexto da EAMES, por proporcionar o *interesse* e a *atenção*, a *visualização* e a *participação* dos estudantes, quando da abordagem de conteúdos referentes a unidade de ensino *Ondas*. Acredita-se que esta proposta de ensino possa ser implementada em escolas que apresentem características semelhantes às da EAMES, no que se refere à população de estudantes e, à estrutura física e administrativa.

5.1 Perspectivas Futuras

Esta investigação permitiu avaliar uma proposta para o ensino de Física que se utiliza de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais em aulas expositivas, na abordagem dos conteúdos pertencentes ao tópico *Ondas*. Pretende-se realizar dois outros estudos, a longo prazo, com o objetivo de investigar esta mesma proposta para o ensino de outros tópicos de Física. Também será empregada uma nova estratégia de ensino, com a reutilização dos mesmos recursos mencionados nesta investigação. Segundo Dorneles (2010), a eficácia na utilização de recursos educacionais não depende apenas de suas características, mas, da estratégia de ensino empregada, quando de sua utilização.

O primeiro estudo principiará com uma investigação desta mesma proposta de ensino, porém, para abordar conteúdos referentes aos tópicos de *Hidrostática* e

Mecânica. Será utilizada a mesma estratégia de ensino empregada na apresentação dos recursos. O objetivo é elaborar Planos de Aulas padronizados, que apresentarão uma mesma estrutura básica de ministração das aulas, para a abordagem de cada um dos tópicos. Dessa forma, estruturar-se-á um método de ensino, por se acreditar que ele poderá ser aplicado também no ensino de outros tópicos da disciplina Física. No próximo estudo, pretende-se investigar uma nova proposta de ensino, em que os recursos educacionais ora investigados, em relação ao tópico *Ondas*, serão reutilizados. Entretanto, uma outra estratégia de ensino será empregada. Os recursos serão apresentados separadamente, sendo articulados com a exposição oral dos demais conteúdos. Para esse fim, será feito um planejamento, visando estruturar uma sequência de aulas expositivas. Na primeira delas, o professor fará a demonstração do experimento. Após, os alunos, individualmente ou, em grupo, realizarão a experiência demonstrada, procurando medir as grandezas físicas discutidas durante a demonstração. Na segunda, o professor fará a simulação computacional e, na sequência, os alunos, individualmente ou, em grupo, interagirão com o simulador, efetuando as ações já realizadas pelo professor. Porém, com a liberdade para alterarem os valores das grandezas físicas discutidas no início da aula. A apresentação dos vídeos acontecerá na terceira aula. Na quarta, será feita a exposição oral dos conteúdos abordados nas três primeiras.

Para avaliar o nível de *interesse, atenção, visualização e participação* dos estudantes, nessa nova abordagem de ensino, também será feito o chamado Delineamento Experimental, utilizado nesta investigação. A Estatística Inferencial será utilizada para avaliar o desempenho dos alunos em cada tópico abordado. Os questionários já validados nesta investigação serão reutilizados, ou poderão ser modificados, de forma a acrescentar itens com que se possa avaliar o nível de motivação dos estudantes, antes e após a ministração das aulas. Nesses questionários também poderão ser acrescentados itens com o propósito de investigar se a participação dos estudantes foi promovida pelos recursos educacionais ou, pelo professor, ou, por ambos.

No que se refere aos estudos selecionados para a realização da revisão bibliográfica, constatou-se uma escassez de estudos que versassem sobre a

utilização combinada de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais em aulas expositivas. Futuramente, o objetivo é ampliar a investigação acerca da utilização desses recursos educacionais, combinada ou, em separado, e, de outras estratégias de ensino que possam ser empregadas quando da utilização desses mesmos recursos no ensino de Física.

6 REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. **Professores e professauros**: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. 4ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STURDAT, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: Usando Simulações no Phet. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, nº. 2, Junho, 2003.
- ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino**. DOI: 10.5007/2175-7941. v28 n1 p.60, 2011.
- ARRUDA, H. P. B. Percepção de Docentes Sobre Características dos Alunos Adolescentes na Sociedade Digital. **II Congresso Internacional TIC e Educação**, 2012.
- AUSUBEL, D. P.; J. D. NOVAK; H. HANESIAN. Educational psychology a cognitive view. 2nd. ed. New York: Holt, Rinehar and Winston. (1978); Trad. (português), Psicologia Educacional. Rio de Janeiro, Interamericano, 1980.
- AUSUBEL, D. P.; **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Platanio Edições Técnicas, Rio de Janeiro. 2000.
- BERNARDES, A. O. **Fotonovelas no ensino de Física**: utilizando novas tecnologias em sala de aula. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 5, nº 9, Rio de Janeiro-RJ. 2013.
- BEZERRA Jr., A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. **Vídeo análise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física**: Movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.
- BITTENCOURT, H. R.; CREUTZBERG, M.; RODRIGUES, A. C. M.; CASARTELLI, A. O.; FREITAS, L. S. Desenvolvimento e validação de um instrumento para avaliação de disciplinas na educação superior. **Est. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 91-114, jan./abr. 2011.
- BOECHAT, V. A. P.; SOUZA, M. O. Ambientes virtuais interativos para o ensino de física. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física–SNEF**, São Luiz-MA. 2007
- BRAGA, W. (2004). Algumas considerações sobre testes e demais avaliações de alunos. Rio de Janeiro, PUC-RJ, Departamento de Engenharia Mecânica. UR L: <http://wbraga.usuarios.rdc.puc-rio.br/transcal/pdf/Papers/testes>.
- BRASIL, SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Orientações Curriculares Para o Ensino Médio; volume 2; Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. <http://portal.mec.gov.br/>, acessado em em 23/06/2013 às 12h.

BRITO, M.R.F . Um estudo sobre as atitudes em relação à matemática em estudantes de 1º e 2º graus. Campinas, SP: Faculdade de Educação da UNICAMP, 1996.

www.ensino.mar.mil.br/sitenovo/dens2.html acessado em 10/05/2013 às 09h22min.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa. Tradução de R.A.T. Di Dio. São Paulo: EPU-EDUSP. 1979.

CANDIAN, J; F.; REZENDE; W. S; BASSO, A. C. M.; RODRIGUES, C. F.; BROOKE, D. A. L.; VIGNOLI, D. A. *Desigualdade de desempenho e raça: uma análise a partir do Paebs 2009*. Estudos em Avaliação Educacional, nº 51, 2012.

CANDAU, V. M. A Didática e a relação forma/conteúdo. In: Vera Maria Candau (org.). Rumo a uma nova didática. Petrópolis, Vozes, 1998.

CÂNDIDO, W. Artigo publicado nos **Anais dos Simpósios de Pedagogia** UFG-CAC; V.12, N.1; 2012; pp.61-70.

CARVALHO, A. N. P. **O uso de vídeo na tomada de dados**: pesquisando o desenvolvimento do Ensino em sala de aula. Disponível na internet no endereço: <<http://mail.fae.unicamp.br/~proposicoes/edicoes/sumario42.html>> **Pro-Posições**, V.07, n.3(19) março 1996.

CAVALCANTE, K. A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio. Canal do Educador, Estratégia de Ensino, Física. 2010.

CLEBSCH, A. B.; MORS, P. M. **Explorando recursos simples de informática e audiovisuais**: Uma experiência no ensino de Fluidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, p. 323 - 333, 2004.

CLEMES, G.; FILHO, H. J. G.; COSTA, S. Vídeo-aula como estratégia de Ensino em Física. In: 1º SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – SICT-SUL. **Anais. Rev. Técnico Científica (IFSC)**, v. 3, n. 1, 2012.

COZENDEY, S. G.; PESSANHA, M. C. R.; SOUZA, M. O. Uma análise do uso de vídeos educativos mono- conceituais como uma ferramenta auxiliar da aprendizagem significativa de conceitos básicos de Física em escolas públicas do norte do estado do Rio de Janeiro. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física–SNEF**, São Luiz-MA, 2007.

CURRÍCULO DO CURSO DE FORMAÇÃO DE MARINHEIROS PARA A ATIVA (C-FMN), Marinha do Brasil, 2012.

De Vaus, D.A. Surveys in social research. 5th ed. London: Routledge. 2004.

DORNELES, P. F. T. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso educacional no ensino de eletromagnetismo em física geral. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre. 2010.

EIRAS, W. C. S. Investigando as Atividades Demonstrativas no Ensino De Física. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2010.

ELIONORA, K.; LOURO, G.; PUREZA, V. L. Aula expositiva: Por quê não?. Caderno do Modelab, nº 01, junho, 1997.

ERROBIDART, H. A. A Utilização de Dispositivos Experimentais para Ensinar Ondas. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campo Grande, MS. 2010.

FIELD, A. P. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 687 p.

FREITAS A. L. P.; RODRIGUES S. G. **A avaliação da confiabilidade de questionários**: uma análise utilizando o coeficiente Alfa de Cronbach. XII SIMPED, Bauru/SP, 2005.

FRANKFORT, N. C.; NACHIMIAS, D. Research methods in the social science. 5ª ed. New York, St. Martin's Press, 1996. 600p.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. **Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula**: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky. Investigações em Ensino de Ciências – V10(2), pp. 227-254, 2005.

GATTI, B. A. Estudos quantitativos em educação. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n. 1, p. 11-30, jan./abr. 2004.

GATTI, B. **Formação de Professores no Brasil**: Características e Problemas. **Revista Educ. Soc.**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. Capítulo II. O questionário. São Paulo, Editora Atlas, 1985.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. Capítulo II. O questionário. São Paulo, Editora Atlas, 1987.

GODOY, A. S.; MOREIRA, D. A.; WEISS, J. M. G.; BRANDÃO, J. E. A.; CASTRO, J. M.; CUNHA, M. A. V. C. **Didática do Ensino Superior**: Técnicas e Tendências. São Paulo: Pioneira, 1997.

GOMES, V. C. O uso de simulações computacionais do efeito fotoelétrico no ensino de Física. Dissertação de Mestrado no ensino ciências e educação matemática. Campina Grande-PA, 2011.

GÜNTHER, H. (2003). Como Elaborar um Questionário (Série Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental. URL: WWW.psi-ambiental.net/pdf/01Questionário.pdf.

HAIR JUNIOR, F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600p.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. **Confiabilidade em Questionários para Qualidade**: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v.11, n.2, p.85-103, 2010.

Hill, M. M.; Hill, A. B. **Investigação empírica em ciências sociais**: Um guia introdutório. Lisboa: Dinâmia, 1998.

KARLING, A.A. A didáctica necessária, São Paulo, Ibrasa. 1991.

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P. F. D.; ROCHA, F. S. **A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental**: um exemplo de aplicação na mecânica. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Vol. 6, nº 1, pp. 1-15, 2010.

LEMOS, M. V.; ARAÚJO, R. R.; PEREIRA, A. P. S.. Inovando o Ensino de Física Através de Aulas Experimentais. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física. Vitória-ES, 2009.

LEVIN, J.; FOX, J. Estatística para ciências humanas. tradução de Alfredo Alves de Farias: São Paulo: Prentice Hall, 2004.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1990.

LIMA, I. M. **Experimentos Demonstrativos e Ensino de Física**: Uma experiência em sala de aula. Dissertação de mestrado em ensino de ciência e Matemática, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. 2012.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações Computacionais Como Ferramentas Auxiliares ao Ensino De Conceitos Básicos De Eletricidade. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES**.

MARTINS, G. A. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão**, São Paulo, vol. 08, nº 20, p. 1 – 12, jan/abr. 2006.

MATTHIENSEN, A. Uso do coeficiente alfa de cronbach em avaliações por questionários. *ISSN 1981 - 6103. Dezembro, 2011*.

MÁXIMO, A. R. L.; ALVARENGA, B. A. **Física**, 1ª. Edição. Belo Horizonte: Bernardo Alvares S/A, 1970.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, nº. 2, 2002.

MELO, R. B. F. A Utilização das TIC'S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. **III Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação**, 2010.

MENEZES, A. P. S.; KALHIL, J. B.; TERAN, A. F.; MENEZES, F. F. **A História da Física Contada em Vídeos de Curta Duração**: TIC como organizador prévio no Ensino de Física na Amazônia. **Revista Ibero-americana de Educação**, ISSN: 1681-565, n.º 50/6 – 25 de outubro de 2009.

MENEZES FILHO, N. "Microeconometria" in Lisboa e Menezes-Filho (eds) *Microeconomia e Sociedade*. Rio de Janeiro: Contracapa. (2001).

MIRANDA, M. S. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicado ao ensino de física**: Uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de Física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema de apostilado. Dissertação de mestrado no ensino de ciências exatas. São carlos-SP, 2013.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, nº. 1, março, 2000.

MOORE, D. S.; MCCABE, G. P. Introdução à prática da estatística. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2002.

OLIVEIRA, D. S. **O uso do vídeo em EAD**: desafios no processo de ensino aprendizagem. **Revista cesuca virtual: conhecimento sem fronteiras** v.1, nº. 1, 2013.

OLIVEIRA, L. D. **Aprendendo Física com o Homem-Aranha**: Utilizando cenas do Filme para Discutir Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 7, n. 2, 2006.

OLIVEIRA, M. M. L.; COSTA, R. C.; SOTELO, D. G.; FILHO, J. B. R. **Práticas Experimentais de Física no Contexto do Ensino Pela Pesquisa**: Uma Reflexão. **Revista Experiências em Ensino de Ciências – V5(3)**, pp. 29-38, 2010.

OLIVEIRA, N. R.; ZANETIC, J. **A presença do teatro no ensino de física**. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas. **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004.

PAULA, R. C. O. O uso de experimentos históricos no ensino de Física: Integrando as dimensões históricas e empíricas da ciência na sala de aula. Dissertação de mestrado no ensino de ciências – Universidade de Brasília – UnB. Brasília-DF. 2006.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 4401, 2010.

RAMOS, E. S.; VIANNA, D. M.; PINTO, S. P. **Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e o Ensino de Física**: uma experiência de ala de aula. **Revista Ciência em Tela**, Vol. 2, nº 2, 2009.

RANGEL, J. J. A.; TEIXEIRA, A. C. T., SHIMODA, E.; LISBÔA, R. T. Modelo de Simulação a Eventos Discretos como Recurso Didático em Disciplina de Física no Ensino Médio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão** 6 (1) 56-71, 2011.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. **Simulação de experimentos históricos no ensino de física:** uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, nº. 4, 4602, 2012.

RIBEIRO, J. L. P.; **Experimentos Em Óptica:** Uma Proposta De Reconceitualização Das Atividades Experimentais Demonstrativas. 2010. 162 f. Dissertação de Mestrado profissional (Ensino de Física), Universidade de Brasília. 2010.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a Física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira do Ensino de Física**. Vol. 29 nº 2. São Paulo, 2007.

SAMARTINI, A. L. S. Modelos com Variáveis Latentes Aplicados à Mensuração de Importância de Atributos. 2006. 154 f. Tese de Doutorado (Administração de Empresas) – Escola de Administração De Empresas da Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2006.

SANTOS, P. R. S.; SANTOS, S. R. S. O Professor e sua Prática - Do Planejamento às estratégias Pedagógicas. **II Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino** – EDIPE. Anápolis-GO, 2007.

SARTORI, A. F. Produção docente de vídeos digitais para o ensino de Física: Desafios e Potencialidades. Dissertação de mestrado em ensino de Ciências, Universidade de São Paulo- USP, São Paulo-SP. 2012.

SHAVELSON, R.J. Biographical Memoirs: Lee J. Cronbach. Proceedings of the American Philosophical Society, v.147, n.4, p.379-385, 2003.

SILVA LIMA G. Interações Verbais e o Uso de Atividades Práticas no Ensino de Física. Dissertação de Mestrado (Educação). Universidade Estadual Paulista – (UNESP), São Paulo – 2010.

SILVA, M. L. **Paródia:** Uma estratégia metodológica no ensino de física sobre trabalho e energia. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, 2012.

SILVA, M. Boletim técnico do Senac. <http://www.senac.br/informativo/bts/242/boltec242d.htm>. Acessado em 22/07/2013.

SILVEIRA, A. F.; SILVA, I. L.; SANTOS, K.; SANTOS, R. L. P. **A Inserção da Música no Processo de Ensino-Aprendizagem de Física:** Mais um Recurso Pedagógico. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF, 2007, São Luís - Maranhão. **Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física** - SNEF, 2007.

SOUZA FILHO, G. F. **Simuladores computacionais para o ensino de física básica**: Uma discussão sobre produção e uso. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

<http://portal.inep.gov.br/home> acessado em 07/06/2013 às 11h34min.

TEIXEIRA, F. M.; MENDES, L. L. O uso de técnicas computacionais e multimídia em sala de aula para o auxílio ao ensino de engenharia de Telecomunicações. **XXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia** - Cobenge 2003.

TVERSKY, B. Prolegomenon to Scientific Visualizations. In: Gilbert, J.K. (ed), Visualization. In: Science Education, Netherlands: Springer, 29-42, 2005.

TRIOLA, M. F. Introdução a estatística; tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores. 10 ed, Rio de Janeiro, LTC, 2008.

TROCHIM, W. M. *The Research Methods Knowledge Base*, 2nd Edition. Internet WWW page, at URL: <<http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm>> (version current as of August, 2003).

VASCONCELOS, F. H. L.; SANTANA, J. R.; NETO, H. B. **Aprendizagem mediada por computador**: uma experiência de ensino de física com a utilização da simulação computacional. **XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física**. 2005.

VIANA, H. M. Testes em educação. S. ed. São Paulo, IBRASA, 1978.

XAVIER, J. C. Ensino de Física: presente e futuro. **Atas do XV Simpósio Nacional Ensino de Física**, 2005.

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C.; COELHO, A. A. O Uso Do Cinema Para o Ensino de Física no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências** – V5(2), pp. 93-106, 2010.

WEISS, J. M.; NETO, A. S. A. Uma investigação a respeito da utilização de simulações computacionais no ensino de eletrostática. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Vol.1, nº 1, pp. 43-54, 2006.

APENDICES

Durante desenvolvimento desta proposta para ensino de Física foram abordados conceitos referentes ao tópico de Ondas preconizado no Programa de Ensino da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo – EAMES. Então, visando investigar e avaliar esta proposta, foi elaborado um plano de ensino com base na carga horária prevista para o estudo de conteúdos contidos em cada subunidade de ensino desse programa.

Para a construção desse plano de ensino, procurou adotar a mesma estratégia de ensino na abordagem das subunidades previstas no programa. Como foi abordado nas seções 3.2, 3.4.3.1 e 3.4.3.2, os Planos de Aulas e os instrumentos utilizados na coleta de dados para os Grupos de Controle e Experimental são semelhantes quanto sua estrutura. Nos apêndices subsequentes estão disponibilizados os planos de aulas, os questionários, os Pré e Pós-Testes utilizados nas aulas.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

Plano de Aula 1: Movimento Periódico – Pelotão de Controle

TÍTULO DA AULA 1

(Será informado o assunto da aula.)

- Movimento Periódico

OBJETIVOS

(Informar os objetivos.)

Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:

- definir Frequência;
- definir Período;
- definir Amplitude do Movimento;
- descrever um Movimento Periódico. e
- Resolver problemas que envolvam período e frequência.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

- Quadro branco

Será utilizado tanto para registrar os objetivos da aula, quanto para se evidenciarem as equações e seus respectivos exemplos, bem como para a resolução de exercícios.

- Projetor Multimídia

Através do qual se dará a apresentação de slides.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

A aula será do tipo Expositiva **sem** a utilização de vídeos, experimentos demonstrativo e simulação computacional e desenvolvida a partir de dois Recursos Instrucionais: quadro branco e o projetor multimídia para a exibição dos slides.

1º Momento – Introdução

No início da aula far-se-á a seguinte pergunta:

- Como explicar o fato de a lua sempre apresentar o mesmo lado para a Terra?

Após uma breve discussão, com base em algumas respostas dos alunos, dar-se-á início ao segundo momento.

2º Momento – Explicação do conteúdo

Para explicar os conceitos, será usado como recurso instrucional o projetor multimídia, quando 7 (sete) slides serão apresentados, contendo imagens animadas e parte do texto a seguir.

Texto

Um movimento periódico é caracterizado quando a **posição**, a **velocidade** e a **aceleração** de um corpo móvel se repetem em intervalos de tempo iguais. Por exemplo, a observação do movimento dos ponteiros de um relógio a partir de um ponto qualquer, a do movimento de um aro de uma bicicleta que anda numa velocidade constante e a do movimento realizado pelos planetas em torno do Sol. O tempo que se leva até que os intervalos de tempo se repitam é chamado de **Período do Movimento (T)**. Assim, ao decorrer um número (*n*) de repetições em um determinado intervalo de tempo (Δt), seu Período será dado pela expressão.

$$T = \frac{\Delta t}{n}$$

Como *n* é uma grandeza adimensional, o Período terá uma unidade igual à unidade de tempo. No SI, é medida em **segundos (s)**. Além do Período, em um movimento periódico, é considerada uma grandeza chamada **Frequência (f)**, que corresponde ao número de repetições do movimento (*n*) em um determinado intervalo de tempo (Δt). Ou seja,

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Oscilação Completa – Corresponde ao movimento de um corpo ou sistema que parte de uma posição inicial e retorna para essa mesma posição depois de certo intervalo de tempo, efetuando um ciclo ou, uma volta completa.

Amplitude (A) é o maior afastamento que as partículas, ou o sistema, podem apresentar em relação à

posição de equilíbrio. Quanto maior a amplitude, maior será a energia das partículas ou do sistema.

3º Momento – Aplicação do conteúdo

Após a explanação dos conteúdos, são selecionados alguns problemas clássicos, também retirados do livro-texto. Para sua resolução é necessária uma boa compreensão do conceito por parte dos alunos.

1. (Ufmg – Adaptada) Um menino, balançando-se em uma corda dependurada a uma árvore, faz 20 oscilações em um minuto. Pode-se afirmar que esse movimento possui
 - a) um período de 3,0 segundos.
 - b) um período de 60 segundos.
 - c) uma frequência de 3,0 Hz.
 - d) uma frequência de 20 Hz.
2. Considere uma régua que toca a água 10 vezes a cada segundo, passando a tocar 20 vezes a cada 5,0 segundos, com uma mesma intensidade. Para essa mudança, calcule:
 - a) a frequência com que a régua toca a água inicialmente.
 - b) a frequência com que a régua toca a água após a mudança.
 - c) o período do movimento da régua, inicialmente e, após a mudança.

4º Momento - Sumário

Nessa parte da aula, far-se-á um resumo sobre o assunto ministrado, sendo explicado aos alunos por que, vista daqui da Terra, a lua sempre apresenta o mesmo lado. O objetivo é reforçar os assuntos estudados, sanando as possíveis dúvidas.

5º Momento – Verificação de Aprendizagem

Após a feitura do Sumário, será proposto aos alunos que resolvam em sala de aula problemas mais elaborados, contidos no livro-texto adotado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. 1ª Edição. São Paulo: Ática, 2002.

Plano de Aula 1: Movimento Periódico – Grupo Experimental

TÍTULO DA AULA 1

(Será informado o assunto da aula.)
- Movimento Periódico

OBJETIVOS

(Informar os objetivos.)
Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:
- definir Frequência;
- definir Período;
- definir Amplitude do Movimento;
- descrever um Movimento Periódico; e
- resolver problemas que envolvam Período e Frequência.

RECURSOS EDUCACIONAIS

Os vídeos, os experimentos demonstrativos e as simulações computacionais são os principais recursos utilizados, porém também foi usado o Quadro Branco para a resolução de exercícios e outras anotações e o projetor de multimídia – Apresentação de slides.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Para elucidar o conceito de Movimento Periódico a aula expositiva será desenvolvida a partir da demonstração de Pêndulos Simples, e de molas de constante elástica diferentes, de uma simulação computacional - Phet e da exibição de Vídeos. Cada recurso procura abordar os conceitos de Frequência, Período, Ponto de Equilíbrio de um movimento pendular, Amplitude do Movimento e o Movimento Periódico.

1º Momento – Apresentação dos recursos.

Experimento Demonstrativo

Passo 01 ⇒ Apresentar ao pelotão os experimentos e as variáveis mencionadas nos objetivos da aula (Escrever na lousa essas variáveis).

Passo 02 ⇒ Estimular a participação dos alunos, solicitando-lhes que levantem hipóteses e previsões sobre o que poderá acontecer ao se abandonarem os pêndulos (Escrever algumas hipóteses e previsões na lousa).

Passo 03 ⇒ Efetuar o experimento em dois pêndulos de mesmas dimensões e de comprimento L diferente. Em um pêndulo, desloca-se a massinha da posição de equilíbrio, dizendo que a distância dessa posição até a de equilíbrio é a chamada Amplitude do Movimento. O professor pedirá aos alunos que observem atentamente o movimento. Descreverá um Movimento Periódico, associando-o ao Movimento Pendular. Observará também as condições de atrito. O pêndulo será posto sob oscilação, em diferentes amplitudes. As perguntas a seguir serão dirigidas aos alunos, objetivando a participação.

1. Abandonando o pêndulo a partir de uma extremidade, em qual posição o Movimento Pendular será repetido novamente?
2. O que ou quem é responsável pelo Movimento Oscilatório do pêndulo?
3. Se a Amplitude for aumentada, o tempo de oscilação aumentará?
4. Ao se diminuir o comprimento do fio do pêndulo, o movimento continua sendo Periódico?
5. O que se diferencia do movimento anterior?
6. Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes?
7. Em qual situação – comprimento do fio maior ou menor – o movimento repetiu-se mais vezes?
8. O tempo para uma oscilação completa é maior para qual comprimento do fio?

Após discussão dos questionamentos pode repetir o experimento para melhor visualizar os conceitos discutidos e ainda dirimir dúvidas.

Passo 04 ⇒ Trocam-se os fios dos pêndulos por molas de constantes elásticas diferentes. Uma das molas será distendida com uma certa amplitude, deixando-a oscilar, vibrando. Serão dirigidas aos alunos perguntas semelhantes às elaboradas sobre o Movimento Pendular.

1. Distendendo-se a mola de uma distância x em relação à posição de equilíbrio, em qual posição o movimento volta a se repetir?
2. O que ou quem é responsável pelo movimento de vibração do pêndulo?
3. Se for aumentada a elongação – amplitude – o tempo de oscilação aumenta?
4. Ao ser trocada a mola, o movimento continua Periódico?
5. O que se diferencia do movimento anterior? Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes?
6. O tempo para uma oscilação completa é maior para qual mola?

Apresentação de vídeos

Com o uso do projetor multimídia, serão exibidos três vídeos.

- 1º Com duração de 22 segundos, gravado no Museu de Ciências de Barcelona. O vídeo mostra um equipamento que demonstra ondas do tipo mecânicas: a Circular, a Transversal e a Longitudinal, uma gravação do prof. Márcio Medina, em setembro de 2009. Será importante enfatizar aos alunos somente as vibrações dos bastões, sem evidenciar a onda simulada. Esta associação de vibração, a princípio, não deve ser enfatizada.
- 2º O “A Câmera Super Lenta - Ondas sonoras”, com duração de 04 minutos. Este vídeo trabalha o conceito de ondas sonoras, especificamente, o de Ressonância. Mas será enfatizado o conceito de Frequência, que é pertinente ao assunto estudado na referida aula.
- 3º O famoso vídeo da Ponte de Tacoma Narrows, com duração de 02 minutos. Será evidenciada a vibração da ponte, enfatizando-se o conceito de Frequência, sem entrar em detalhes acerca do fenômeno da Ressonância.

Outras perguntas serão dirigidas aos alunos, a fim de que participem das discussões.

1. O que ou quem é responsável pelo movimento dos bastões, pela vibração das taças e da ponte?
2. Podem ser associadas ao movimento dos bastões, à vibração da taça e da ponte as mesmas grandezas físicas que dizem respeito ao Movimento Pendular ou, ao uso de molas?

Obs.: Nesse momento da aula, o objetivo é correlacionar os Movimentos Oscilatórios com o fenômeno ondulatório.

Simulação Computacional – Phet.

Com o uso do projetor, será feita a exibição de uma simulação no Phet, “Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos”. Nessa simulação, é possível evidenciar a “vibração de elétrons” em uma antena transmissora e, em outra antena repetidora. Essa simulação é bem pertinente, pois é possível “mostrar” somente a vibração do elétron, separadamente do movimento da onda eletromagnética que se propaga, sendo possível variar a Frequência e a Amplitude da vibração dos elétrons.

Outras perguntas, semelhantes às anteriores, serão dirigidas aos alunos, também objetivando a participação.

1. O que ou quem é responsável pelo Movimento Oscilatório do elétron?
2. Em qual posição o movimento de vibração do elétron volta a se repetir?
3. Se a amplitude for aumentada, o tempo de oscilação aumenta?

Obs.: Nesse momento da aula, o objetivo é o mesmo anteriormente apresentado.

4. Ao variar a amplitude de oscilação do elétron, o movimento continua sendo Periódico? O que ocorreu de diferente do movimento anterior? Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes? O movimento do elétron difere do movimento pendular?

Obs.: Nesse momento da aula, os objetivos são os mesmos anteriormente apresentados. O simulador mostrará um gráfico da frequência e amplitude no tempo, quando os alunos verão que, aumentando-se a amplitude do movimento, a frequência não se modifica.

2º Momento – Explicação do conteúdo

Para explicar os conceitos, será usado como recurso instrucional o projetor multimídia, quando 7 (sete) slides serão apresentados, contendo imagens animadas e parte do texto a seguir.

Texto

Um movimento periódico é caracterizado quando a **posição**, a **velocidade** e a **aceleração** de um corpo móvel se repetem em intervalos de tempo iguais. Por exemplo, a observação do movimento dos ponteiros de um relógio a partir de um ponto qualquer, a do movimento de um aro de uma bicicleta que anda numa velocidade constante e a do movimento realizado pelos planetas em torno do Sol. O tempo que se leva até que os intervalos de tempo se repitam é chamado de **Período do Movimento (T)**. Assim, ao decorrer um número (n) de repetições em um determinado intervalo de tempo (Δt), seu Período será dado pela expressão

$$T = \frac{\Delta t}{n}$$

Como n é uma grandeza adimensional, o Período terá uma unidade igual à unidade de tempo. No SI, é medida em **segundos (s)**. Além do Período, em um movimento periódico, é considerada uma grandeza chamada **Frequência (f)**, que corresponde ao número de repetições do movimento (n) em um determinado intervalo de tempo (Δt). Ou seja,

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Oscilação Completa – Corresponde ao movimento de um corpo ou sistema que parte de uma posição inicial e retorna para essa mesma posição depois de um certo intervalo de tempo, efetuando um ciclo ou, uma volta completa.

Amplitude (A) é o maior afastamento que as partículas, ou o sistema, podem apresentar em relação à posição de equilíbrio. Quanto maior a amplitude, maior será a energia das partículas ou do sistema.

3º Momento – Aplicação do conteúdo

Após a explanação dos conteúdos, são selecionados alguns problemas clássicos, também retirados do livro-texto. Para sua resolução é necessária uma boa compreensão do conceito por parte dos alunos.

1. (Ufmg – Adaptada) Um menino, balançando-se em uma corda dependurada a uma árvore, faz 20 oscilações em um minuto. Pode-se afirmar que esse movimento possui
 - a) um período de 3,0 segundos.
 - b) um período de 60 segundos.
 - c) uma frequência de 3,0 Hz.
 - d) uma frequência de 20 Hz.
2. Considere uma régua que toca a água 10 vezes a cada segundo, passando a tocar 20 vezes a cada 5,0 segundos, com uma mesma intensidade. Para essa mudança, calcule:
 - a) a frequência com que a régua toca a água inicialmente.
 - b) a frequência com que a régua toca a água após a mudança.
 - c) o período do movimento da régua, inicialmente e, após a mudança.

4º Momento - Sumário

Nessa parte da aula, far-se-á um resumo sobre o assunto ministrado, sendo explicado aos alunos por que, vista daqui da Terra, a lua sempre apresenta o mesmo lado. O objetivo é reforçar os assuntos estudados, sanando as possíveis dúvidas.

5º Momento – Verificação de Aprendizagem

Após a feitura do Sumário, será proposto aos alunos que resolvam em sala de aula problemas mais elaborados, contidos no livro-texto adotado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. 1ª Edição. São Paulo: Ática, 2002.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO GRUPO DE CONTROLE

Questionário aula 01: Movimento Periódico – Pelotão de Controle

Prezado Aluno-Grumete,

Solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem o objetivo de investigar como você se sentiu motivado ao estudar conceitos físicos, quando da utilização do **Projektor** durante a aula.

NÃO se preocupe, pois não há respostas corretas. O importante é que a resposta reflita **sua** franca opinião em cada item.

Nome de Guerra: _____ Turma: Controle _____

Dê sua nota, marcando um **X** para cada item, de acordo com a seguinte gradação:

1	2	3	4	5
Ruim Ótimo				

		Ruim Ótimo				
		1	2	3	4	5
1	Seu nível de entendimento quando o assunto Movimento Periódico foi abordado na aula era					
2	Durante a aula você sentiu interesse pelo assunto estudado?					
3	Em algum momento, durante a aula, o projetor contribuiu para sua visualização do Movimento Periódico?					
4	Em algum momento, durante a aula, a utilização do Projektor contribuiu para sua compreensão do conceito de Período?					
5	Em algum momento, durante a aula, a utilização do Projektor contribuiu para sua compreensão do conceito de Frequência?					
6	Você participou da aula respondendo às perguntas que o professor fez à turma sobre o assunto estudado?					
7	Você participou da aula fazendo, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Movimento Periódico ao professor?					
8	Em algum momento, durante a aula, você ficou estimulado a fazer os exercícios propostos sobre Movimento Periódico?					
9	Durante a aula você ficou atento às explicações sobre Movimento Periódico?					
10	Durante a aula você participou das discussões sobre Movimento Periódico?					
11	Em algum momento, durante a aula, você pensou em algumas situações do cotidiano, relacionadas ao Movimento Periódico?					
11	Em caso afirmativo , sobre quais situações cotidianas, relacionadas ao Movimento Periódico, você pensou?					
12	Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante, em relação ao assunto Movimento Periódico.					

Utilize o verso, se necessário

Gostaria de agradecer sua participação e sua colaboração

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO GRUPO EXPERIMENTAL

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem o objetivo de investigar como você se sentiu motivado ao estudar conceitos físicos quando da utilização dos seguintes **Recursos Educacionais: Experimento Demonstrativo, Vídeo e Simulação**, apresentados no início da aula.

NÃO se preocupe, pois não há respostas corretas. O importante é que a resposta reflita **sua** franca opinião em cada item.

Nome de Guerra:

Turma:

Dê sua nota, marcando um **X** para cada item de acordo com a seguinte gradação:

1	2	3	4	5
Ruim.	.	.	.	Ótimo

		Ruim Ótimo				
		1	2	3	4	5
1	Seu nível de entendimento quando do assunto Movimento Periódico foi abordado em aula era					
2	Os Recursos Educacionais utilizados despertaram seu interesse para o assunto?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
3	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua visualização do Movimento Periódico?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
4	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Período?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
5	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Frequência?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
6	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o assunto Movimento Periódico?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
7	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula o levando a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Movimento Periódico ao professor?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					

8	Os Recursos Educacionais o estimularam a fazer os exercícios propostos durante a aula?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
Simulações Computacionais							
9	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e às discussões sobre Movimento Periódico?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
Simulações Computacionais							
10	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para que você pensasse, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento Periódico?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações Computacionais					
	Em caso afirmativo, em quais situações cotidianas, relacionadas ao Movimento Periódico, você pensou?						
11	Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante em relação ao uso dos Recursos Educacionais na aula sobre Movimento Periódico.						

Utilize o verso, se necessário.

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem o objetivo de investigar como você se sentiu motivado ao estudar conceitos físicos quando da utilização dos seguintes **Recursos Educacionais: Experimento Demonstrativo, Vídeo e Simulação**, apresentados no início da aula.

NÃO se preocupe, pois não há respostas corretas. O importante é que a resposta reflita **sua** franca opinião em cada item.

Nome de Guerra:

Turma:

Dê sua nota, marcando um **X** para cada item de acordo com a seguinte gradação:

1	2	3	4	5
Ruim.				Ótimo

		1	2	3	4	5
		Ruim.....Ótimo				
1	Seu nível de entendimento quando do assunto Movimento Ondulatório foi					
2	Os Recursos Educacionais utilizados despertaram seu interesse para o assunto?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
3	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua visualização de Ondas?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
4	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Ondas Mecânicas?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
5	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Ondas Eletromagnéticas?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
6	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o assunto Movimento Ondulatório ?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
7	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula o levando a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Movimento Ondulatório ao professor?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					
8	Os Recursos Educacionais o estimularam a fazer os exercícios propostos durante a aula?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
	<i>Simulações</i>					

9	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e às discussões sobre Movimento Ondulatório?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações					
10	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para que você pensasse, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento Ondulatório?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações					
Em caso afirmativo , em quais situações cotidianas, relacionadas ao Movimento Ondulatório, você pensou?							
11	Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante em relação ao uso dos Recursos Instrucionais na aula sobre Movimento Ondulatório.						

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem o objetivo de investigar como você se sentiu motivado ao estudar conceitos físicos quando da utilização dos seguintes **Recursos Educacionais**: **Experimento Demonstrativo**, **Vídeo** e **Simulação**, apresentados no início da aula.

NÃO se preocupe, pois não há respostas corretas. O importante é que a resposta reflita **sua** franca opinião em cada item.

Nome de Guerra:

Turma:

Dê sua nota, marcando um **X** para cada item de acordo com a seguinte gradação:

1	2	3	4	5
Ruim.				Ótimo

		1	2	3	4	5
		Ruim.....Ótimo				
1	Seu nível de entendimento quando do assunto Ondas Sonoras foi abordado em aula era					
2	Os Recursos Educacionais utilizados despertaram seu interesse para o					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
3	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua visualização de Ondas Sonoras?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
4	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Reflexão Sonora (Eco)?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
5	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para sua compreensão do conceito de Qualidades Fisiológicas do Som?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
6	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o assunto Ondas Sonoras?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
7	Os Recursos Educacionais o estimularam a participar da aula o levando a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Ondas Sonoras ao professor?					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos</i>					
8	Os Recursos Educacionais o estimularam a fazer os exercícios propostos durante a aula?					

		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações					
9	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e às discussões sobre Ondas Sonoras?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações					
10	Os Recursos Educacionais utilizados contribuíram para que você pensasse, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas a Ondas Sonoras?						
		Experimentos Demonstrativos					
		Vídeos					
		Simulações					
	Em caso afirmativo , em quais situações cotidianas, relacionadas a Ondas Sonoras, você pensou?						
11	Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante em relação ao uso dos Recursos Instrucionais na aula sobre Ondas Sonoras. Utilize o verso, se necessário.						

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

APÊNDICE D – PRÉ E PÓS-TESTES

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para responder este pós-teste. Ele tem o objetivo de investigar seus conhecimentos prévios sobre o conceito de **Movimento Periódico**.

É importante que as respostas reflitam **seu** franco conhecimento em cada questão.

Nome de Guerra:

Turma:

1- O que é o Movimento Periódico?

2- Dê exemplos de movimentos que você considera periódicos em seu dia-a-dia.

3- O que é o Período de um movimento?

4- O que é a Frequência de um movimento?

5- O que é a Amplitude de um movimento periódico?

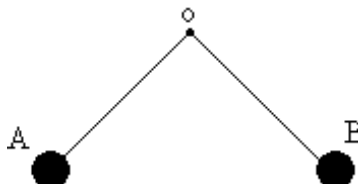
6- Calcule a Frequência e o Período do ponteiro dos minutos de um relógio.

7- Existe uma relação entre Período e Frequência? Justifique sua resposta.

- 8- Um Satélite artificial demora 2 horas para dar $\frac{1}{4}$ (um quarto) de volta em torno da Terra. Calcule, em horas, o Período do movimento do satélite suposto periódico.

- 9- Um Pêndulo desloca-se de uma posição **A** para uma posição **B**, conforme mostra figura abaixo, em 2 s. Calcule o Período e a Frequência desse movimento pendular.

Despreze a resistência do ar.



Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para responder este pós-teste. Ele tem o objetivo de investigar seus conhecimentos prévios sobre o conceito de **Movimento Ondulatório**.

É importante que as respostas reflitam **seu** franco conhecimento em cada questão.

Nome de Guerra:

Turma:

1- O que é uma onda?

2- O que são Ondas Periódicas?

3- Ao propagarem-se as ondas precisam de um meio material? Justifique sua resposta.

4- Explique a diferença entre a uma Onda Transversal e uma Onda Longitudinal.

5- O que é uma Onda Tridimensional? Cite dois exemplos desta Onda.

6- Cite um exemplo de Onda Mecânica, Unidimensional e Transversal.

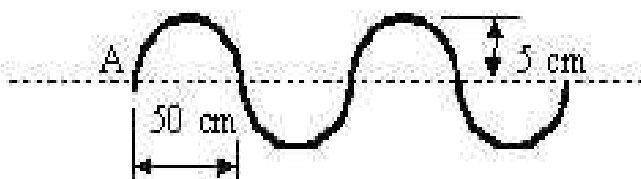
7- Dê um exemplo de Onda Mecânica, Bidimensional e Transversal.

8- Ondas Eletromagnéticas podem propagarem-se no vácuo? Justifique sua resposta.

9- A velocidade das Ondas Mecânicas depende do meio material em que se propagam? Justifique sua resposta.

10- O que é Comprimento de Onda (λ) de uma onda?

11- O gráfico representa uma Onda que se propaga com velocidade igual a 300m/s. Calcule a Amplitude e a Frequência dessa Onda.



Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para responder este pré-teste. Ele tem o objetivo de investigar seus conhecimentos prévios sobre o conceito de **Ondas Sonoras**.

É importante que as respostas reflitam **seu** franco conhecimento em cada questão.

Nome de Guerra:

Turma:

1- O que é uma Onda Sonora?

2- Olhando para um alto falante ligado, como você pode comprovar que o som é uma onda longitudinal? Justifique sua resposta.

3- O que nos faz distinguir a voz de uma pessoa da de outra?

4- O que são Infrassons e Ultrassons?

5- A velocidade da Onda Sonora no ar (ultrassom), emitida pelo Morcego em movimento, é diferente da velocidade da onda sonora no ar emitida pelo Morcego quando em repouso? Justifique sua resposta.

6- Quando falamos mais forte ou aumentamos o volume de um aparelho de som, o que estamos modificando na onda?

7- O que é Timbre?

8- O que é Altura de uma onda sonora?

9- Audiometria é um exame que avalia as capacidades auditivas de uma pessoa. Nesse exame, uma pessoa foi capaz de ouvir ondas sonoras com frequências entre 60 Hz e 3400 Hz. Sabendo que o módulo da velocidade do som naquele dia era de 340 m/s, calcule o comprimento de onda do som mais agudo que esta pessoa escutou.

10- Um navio equipado com um sonar pretende medir a profundidade de um oceano. Para isso, o sonar emitiu um Ultra-Som que foi refletido no fundo do oceano e regressou ao navio 1,2 segundos após ter sido emitido. Sabendo que a velocidade do som na água do mar é de 1520 m/s, determina a profundidade do oceano.

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

APÊNDICE E – PRÉ E PÓS-TESTES

Pré-Teste e Pós-Teste realizado por um aluno do Grupo Experimental sobre os conteúdos abordados nas aulas de *Movimento Periódico*.

1,5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA - PPGEEnFis
ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO - EAMES

9

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para responder este pré-teste. Ele tem o objetivo de investigar seus conhecimentos prévios sobre o conceito de **Movimento Periódico**.

É importante que suas respostas reflitam o que você já sabe em cada questão.

O resultado deste pré-teste **NÃO** entrará no cômputo de sua média final.

Nome de Guerra:

10º Pel. 4ª Cia

Turma: ECHO

1- O que é o Movimento Periódico?

É o tempo do movimento em determinado período.

2- Dê exemplos de movimentos que você considera periódicos em seu dia-a-dia.

caminhar, correr.

3- O que é o Período de um movimento?

É a duração do movimento.

4- O que é a Frequência de um movimento?

É o intervalo de tempo em que um movimento acontece.

5- O que é a Amplitude de um movimento?

A distância em que se desloca.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA - PPGE_nFis
ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO - EAMES

- 6- Calcule a Frequência e o Período do ponteiro dos minutos de um relógio.

1 hora no período de 60 minutos. $\checkmark$
1 minuto a cada 60 segundos. $\times$

- 7- Existe uma relação entre Período e Frequência? Justifique sua resposta.

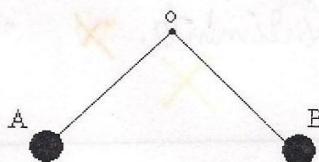
Sim; período é o tempo em que o movimento é feito e frequência é de quanto em quanto tempo é feito. $\times$

- 8- Um Satélite artificial demora 2 horas para dar $\frac{1}{4}$ (um quarto) de volta em torno da Terra. Calcule, em horas, o Período do movimento do satélite suposto periódico.

$$2 = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{2} \Rightarrow 1 \text{ hora.} \quad \times$$

$$2T = 1$$

- 9- Um Pêndulo desloca-se de uma posição A para uma posição B, conforme mostra figura abaixo, em 2 s. Calcule o Período e a Frequência desse movimento pendular. Despreze a resistência do ar.



$$\text{Período} = 2 \text{ s} \quad \left| \quad F = 1 \text{ segundo} \right.$$

$$F = \frac{1}{2} \quad \times$$

Utilize o verso, se necessário

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração
Prof. Jeferson

710

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA - PPGEⁿFis
ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO - EAMES

Prezado Aluno-Grumete,

solicito a sua contribuição para responder este pós-teste. Ele tem o objetivo de investigar seus conhecimentos adquiridos após a aula sobre o conceito de **Movimento Periódico**.

É importante que suas respostas reflitam **seu** conhecimento em cada questão.

O resultado deste pós-teste **NÃO** entrará no cômputo de sua média final.

Nome de Guerra:

10^o Rel. 4^o CIA | Turma: ECH0

1- O que é o Movimento Periódico?

É quando a posição, velocidade e aceleração de um corpo móvel se repetem em intervalos de tempos iguais.

2- Dê exemplos de movimentos que você considera periódicos em seu dia-a-dia.

Ponteiro do relógio, rotação da terra.

3- O que é o Período de um movimento?

É o intervalo de tempo que estes ciclos levam a se repetirem.

4- O que é a Frequência de um movimento?

É o número de repetições do movimento em um determinado intervalo.

5- O que é a Amplitude de um movimento?

É o maior afastamento que as partículas ou sistemas podem apresentar em relação a posição de equilíbrio.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA - PPGEFis
ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO - EAMES

6- Calcule a Frequência e o Período do ponteiro dos minutos de um relógio.

$$F = \frac{60}{3600} = \frac{1}{60} \quad \text{X}$$

$$\text{Período} = 60 \text{ seg} \quad \text{X}$$

7- Existe uma relação entre Período e Frequência? Justifique sua resposta.

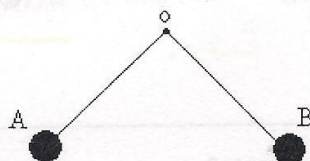
Sim, um é o inverso do outro.

8- Um Satélite artificial demora 2 horas para dar $\frac{1}{4}$ (um quarto) de volta em torno da Terra. Calcule, em horas, o Período do movimento do satélite suposto periódico.

$$T = \frac{2}{\frac{1}{4}}$$

$$T = \frac{2}{1} \cdot \frac{4}{1} = 8 \text{ horas} \quad \text{✓}$$

9- Um Pêndulo desloca-se de uma posição A para uma posição B, conforme mostra figura abaixo, em 2 s. Calcule o Período e a Frequência desse movimento pendular. Despreze a resistência do ar.



$$T = \frac{2}{1} = 2 \text{ seg.} \quad \text{X}$$

$$F = \frac{1}{2} \quad \text{X}$$

Utilize o verso, se necessário

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração
Prof. Jeferson



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**Proposta de Ensino com Utilização de
Recursos Educacionais:
Experimento Demonstrativo
Vídeo
Simulação Computacional**

**Vitória, ES
2014**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO COM RECURSOS EDUCACIONAIS
3. PLANEJAMENTO DE ENSINO
 - 3.1 Distribuição das Aulas e dos Tópicos de Ensino
 - 3.2 Seleção dos Recursos Educacionais
 - 3.2.1 *Seleção de Experimento*
 - 3.2.2 *Seleção de Vídeo*
 - 3.2.3 *Seleção de Simulação*
4. PLANO DE AULA & ESTRATÉGIA DE ENSINO
5. REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO

Este produto é o resultado de uma pesquisa de mestrado profissional que investigou uma proposta para o Ensino de Física visando uma melhoria na qualidade desse ensino para o contexto da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES) localizada em Vila Velha-ES. Trata-se de uma Escola Militar cujos estudantes são jovens com idade entre 18 e 22 anos, do sexo masculino, aprovados em concurso público realizado nacionalmente em nível de Ensino Fundamental e estudam em regime de semi-internato.

As disciplinas do curso são estruturadas em *Ensino Básico* e *Ensino Naval*. O Ensino Básico tem o foco nas disciplinas de *Física*, *Português*, *Inglês*, *Matemática* enquanto o Ensino Militar Naval tem o foco em disciplinas que estão relacionadas com as atividades marinheiras que serão desempenhadas cotidianamente a bordo de navios de guerra. Além da EAMES, no Brasil existem mais três escolas nos Estados de Santa Catarina, Pernambuco e Ceará.

A finalidade deste produto é disponibilizar um procedimento-diretriz para o Planejamento de Ensino para a abordagem de conteúdos de Física em aulas expositivas da EAMES. No início dessas aulas são utilizados experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais que são articulados com os conteúdos propostos de cada aula. A utilização desses recursos visa estimular a participação dos estudantes nas aulas, para despertar o *interesse* pelo estudo de tópicos de Física com o objetivo de promover a melhoria do desempenho escolar. Assim, esse planejamento de ensino busca orientar o professor interessado em implementar esta proposta de ensino de conteúdos de Física para estudantes de Escolas de Aprendizes-Marinheiros do Brasil.

1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

Após alguns anos de prática em sala de aula ministrando aulas de Física na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES), foi possível observar que para a maior parte dos estudantes, compreender, visualizar e dominar os conceitos físicos não é algo trivial. Assim sendo, foi desenvolvida uma proposta de ensino que visa abordar essa problemática.

A opção da utilização de recursos educacionais, tais como, experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais para abordar um determinado conteúdo de Física preconizado no programa de ensino, passa pela experiência do professor em identificar pontos específicos dos conteúdos que apresentam elevado nível de dificuldade pela maior parte dos estudantes e pela dificuldade no processo de ensino desse conteúdo. Para Ausubel (2000) *recursos educacionais* são os diversos meios que o professor utiliza para o propósito de ensino e podem ser úteis quando visam a elucidação de conceitos ou princípios a partir de uma série de exemplos que podem ser apresentados visando essa elucidação da temática abordada.

Dessa forma, essa proposta de ensino é baseada na utilização combinada de três recursos educacionais logo no início da aula expositiva, a saber:

Experimentos Demonstrativos utilizados em sala de aula, são de fácil construção e manuseio e visam oportunizar aos estudantes a observarem o fenômeno estudado e leva-los a fazerem perguntas e comentários sobre o tópico abordado (ARRIGONI, 2011; RIBEIRO, 2010).

Vídeos utilizados podem ser extraídos de repositórios disponibilizados na internet e de domínio público e visam oportunizar aos estudantes a visualização do conceito abordado (XAVIER ET AL, 2010; CLEBSCH E MORS, 2004).

Simulações Computacionais utilizadas e recomendadas nessa proposta de ensino são do repositório **Physics Education Technology da University Colorado at Boulder – PhET** – que contém simulações para diferentes tópicos de Física que são

escritas em Java e Flash e podem ser executadas diretamente no navegador Web. Essas simulações propiciam aos estudantes a ampliação da visualização do experimento a partir da possibilidade de variação de parâmetros e variáveis associadas aos conceitos físicos (ARANTES ET AL, 2010; MACEDO E DICKMAN 2009).

Na próxima seção será feita uma abordagem sobre o planejamento de ensino necessário à implementação desta proposta de ensino.

2. PLANEJAMENTO DE ENSINO

Como esta Proposta de Ensino é baseada na utilização combinada de recursos a serem apresentados no início da aula expositiva, é recomendável que o professor faça um planejamento do ensino para o tópico que será abordado com base no Programa de Ensino estabelecido pela escola, no caso da EAMES denominado de *Sumário*. Esse planejamento de ensino consiste na:

- definição de quais objetivos serão trabalhados na aula,
- seleção dos recursos educacionais - experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais,
- elaboração do plano de aula,
- estratégia de ensino empregada para cada recurso e
- dinâmica das aulas quando da abordagem dos conteúdos durante as aulas.

3.1 Distribuição das Aulas e dos Tópicos de Ensino

Para que os recursos educacionais possam ser apresentados adequadamente e articulados com os conteúdos abordados, com base na investigação desta proposta de ensino realizada na EAMES, sugere-se a ocorrência de aulas geminadas ou com um tempo mínimo de 90 minutos.

Partindo-se do pressuposto de que a realização do experimento demonstrativo em sala de aula leva o estudante a observação objetiva de conceitos do tópico em estudo, a exibição de vídeos ilustra a aplicação prática de conceitos abordados e a realização de simulação computacional permite a variação de parâmetros e variáveis associadas a esses conceitos, a proposta de ensino é baseada na sequência de apresentação dos recursos educacionais na seguinte ordem:

- demonstração do experimento
- a exibição do vídeo
- simulação computacional.

Antes da elaboração desse planejamento recomenda-se observar o programa de ensino, uma vez que este estabelece a carga horária, os conteúdos a serem

abordados e os objetivos a serem atingidos em cada conteúdo. Na EAMES o programa de ensino para disciplina Física, estabelece que os conteúdos devam ser abordados numa sequência hierárquica, iniciando com a definição das grandezas físicas relacionadas ao fenômeno e finalizando com conceito mais geral.

Para o estudo realizado na EAMES foi abordado a unidade de ensino sobre o conteúdo específico de *Ondas*. O programa de ensino da EAMES preconizava a carga horária de 12 horas para a abordagem dos conteúdos propostos a partir de uma para a revisão desses conteúdos, uma avaliação escrita e para o comentário dessa avaliação. Dessa forma, a proposta de ensino para essa unidade, foi dividida em seis aulas de 45 minutos cada e os conteúdos de *Frequência*, *Período* e *Amplitude* de um movimento periódico da primeira subunidade, foram abordados em duas aulas geminadas e os conteúdos das demais subunidades foram distribuídos nas quatro aulas subsequentes. Exemplares dos Planos de Aulas utilizados na investigação desta proposta com a distribuição dos conteúdos abordados nas aulas é disponibilizado ao final deste material.

3.2 Seleção de Recursos Educacionais

Para a implementação desta proposta de ensino é recomendável que se faça uma seleção dos experimentos demonstrativos, dos vídeos, e das simulações computacionais para a abordagem dos conteúdos propostos nas aulas. Esses são os principais recursos que serão utilizados nas aulas. Porém, para a exposição oral dos conteúdos o professor pode elaborar textos ou uma sequência de *slides* em algum *software* disponível (PowerPoint, BrOffice) e apresentá-los por meio de um projetor multimídia

3.2.1 Seleção de Experimento Demonstrativo

Definido os conteúdos a serem abordados nas aulas e os objetivos a serem alcançados, os experimentos podem ser selecionados. É recomendável selecionar experimentos com dimensões apropriadas para que todos os estudantes da sala de aula tenham uma boa visibilidade, quando da demonstração do professor. Experimentos de grandes dimensões são difíceis de transportar e trazem

dificuldades prática de montagem e desmontagem em sala de aulas. O experimento selecionado pode ser feito a partir de materiais de baixo custo e podem ser abordados com um enfoque qualitativo ou quantitativo. O professor pode buscar na internet no site do youtube dicas e sugestões para a confecção de diversos experimentos.

Recomenda-se ao professor objetividade durante a demonstração do experimento procurando focar os conceitos abordados para se atingir os objetivos propostos.

Os exemplares dos planos de aulas disponibilizados ao final contêm os experimentos demonstrados durante a investigação desta Proposta de Ensino para unidade Ondas.

3.2.2 Seleção de Vídeos

Os vídeos adequados a esta proposta de ensino são vídeos que abordam fenômenos físicos, demonstrações técnicas sobre funcionamento de equipamentos e máquinas, demonstrações experimentais realizadas em laboratórios reproduzindo fenômeno físico e de construções de obras relacionadas à engenharia civil, elétrica, mecânica e naval.

Recomenda-se ao professor assistir e avaliar o vídeo para a preparação da estratégia de ensino adequada ao seu uso antes de utilizá-lo em sala de aula. Na seção 3.3 será feita uma abordagem sobre a estratégia de ensino utilizada durante a investigação desta proposta de ensino para o contexto da EAMES. Nessa avaliação recomenda-se observar as características técnicas e didáticas do vídeo de acordo com as seguintes dimensões:

- teor do vídeo – O fenômeno físico abordado
- qualidade de imagem e áudio
- a abordagem do conceito físico
- duração de exibição

Na dimensão *teor do vídeo* recomenda-se observar a utilização da linguagem científica para a descrição do fenômeno físico abordado e se está relacionado com os conteúdos que se pretende elucidar durante as aulas.

Já na dimensão *qualidade de imagem* e áudio do vídeo deve ser minimamente satisfatória e adequada ao ambiente de sua exibição. Salas de aulas bem iluminadas não são recomendadas para vídeos de baixa qualidade e pouco brilho. Podem ser incluídos vídeos que mostram apenas imagens sem narração do fenômeno abordado.

Na dimensão *abordagem do conceito físico*, caso o vídeo tem narração do fenômeno, recomenda-se observar se as palavras chaves que descrevem o conceito físico foram utilizadas e se a abordagem desse conceito físico dada no vídeo está em ressonância com a abordagem dada durante aula – a exposição oral dos conteúdos.

Na dimensão *duração de exibição do vídeo*, recomenda-se, com base no estudo realizado na EAMES, que a exibição de vídeos não exceda de 7 minutos, uma vez que serão utilizados três recursos no início da aula. Para isso, os vídeos selecionados podem ser editados por meio de *softwares de edição*. A edição do vídeo permite ajustar ou retirar os conceitos físicos abordados e o tempo de exibição. A edição dos filmes pode ser feita pela versão do software *Movie Maker* da Microsoft inclusa nas diferentes versões do Sistema Operacional Windows. Como exemplo, os vídeos editados para a investigação desta proposta foi por meio do *software* AVIDEMUX, distribuição *Debian* do Sistema Operacional Linux, disponível no site www.vivaolinux.com.br. Os exemplares dos planos de aulas disponibilizados contêm os vídeos exibidos durante a investigação desta Proposta de ensino para unidade Ondas.

3.2.3 Seleção de Simulação Computacional

Para a seleção da simulação computacional o procedimento difere do procedimento feito para a seleção dos vídeos, uma vez que essas simulações podem ser encontradas em endereços eletrônicos de repositórios na internet e comumente

estão identificadas por nomes que são associados aos conceitos ou fenômeno que se pretende simular. É recomendável escolher simuladores que dispõem de gráficos que representam as grandezas físicas envolvidas no fenômeno abordado. Esses gráficos podem ser disponibilizados no monitor enquanto roda a simulação e serem adequadamente abordados pelo professor durante a simulação.

Antes da apresentação de uma simulação é recomendável que o professor explique aos alunos que uma simulação é uma simplificação, uma idealização do fenômeno físico natural que será abordado. Segundo Souza Filho (2010) é importante fazer uma discussão com os estudantes confrontando essa idealização apresentada na simulação com situações reais, como por exemplo, os experimentos demonstrativos já selecionados.

Para a investigação desta proposta de ensino utilizou-se somente simulações do repositório **Physics Education Technology da University Colorado at Boulder - PhET**. Essas simulações estão disponíveis gratuitamente no site da PhET: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

É importante ressaltar que existem diversos repositórios de simuladores computacionais na internet, tais como:

- **Modellus** - <http://modellus.fct.unl.pt>
- **My Physics Lab** – www.myphysicslab.com
- **Flash Animation for Physics** - <http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/>
- **High School Physics Online Applets** – <http://ngsir.netfirms.com/englishVersion.htm>
- **Math and Physics Applets** - www.falstad.com/mathphysics.html

Os exemplares dos planos de aulas disponibilizados nos apêndices contêm as simulações que foram utilizadas durante a investigação desta Proposta de ensino.

3. PLANO DE AULA & ESTRATÉGIA DE ENSINO

Para a elaboração do Plano de Aula do tópico a ser abordado as estratégias de ensino empregadas devem ser estruturadas. Para o caso da implementação desta proposta de ensino baseada na apresentação conjunta de experimento demonstrativo, vídeo e simulação computacional e baseada na promoção da participação dos estudantes, no enfoque em conceitos abordados, palavras chaves e grandezas físicas relacionadas ao fenômeno que se pretende ensinar, a estratégia empregada para a apresentação de cada recurso educacional consiste em três momentos:

- **1º momento:** a apresentação do recurso educacional aos estudantes e levantamento de hipóteses sobre o fenômeno que será abordado
- **2º momento:** utilização do recurso educacional propriamente dito
- **3º momento:** discussão dos questionamentos, comentários e das hipóteses levantadas.

No *1º momento*, antes de sua apresentação, recomenda-se fazer uma breve descrição do recurso educacional: para o experimento demonstrativo, detalhes de sua construção, como funciona, entre outros; para o vídeo uma breve descrição de seu teor; para a simulação computacional recomenda-se explicar o que é um simulador e o que é uma simulação. Essa apresentação visa familiarizar os estudantes ao recurso educacional que será utilizado e com os conceitos que serão discutidos. Após essa apresentação do recurso solicitar aos alunos que formulem hipóteses que visem a descrição ou explicação do fenômeno a ser abordado. Observa-se dessa prática que as hipóteses formuladas pelos alunos do assunto abordado evoluem em cada apresentação de um novo recurso.

No *2º momento* durante a utilização do recurso educacional – experimento demonstrativo, vídeo e simulação computacional, são dirigidas aos estudantes perguntas acerca do fenômeno que será abordado. Para o caso do vídeo as perguntas podem ser durante ou ao final de sua exibição. Essas perguntas visam estimular a participação dos estudantes e podem contribuir para elucidação do conceito abordado. Recomenda-se ao professor estimular os alunos a fazerem

comentários, levantar hipóteses e questionamentos acerca dos fenômenos abordados.

No 3º *momento* são realizadas as discussões acerca dos questionamentos, dos comentários e das hipóteses formuladas pelos estudantes. Este momento da aula visa promover a participação dos alunos e a elucidação dos conceitos abordados promovendo uma interação entre estudante, professor e conceito abordado.

Recomenda-se que o professor elabore previamente um conjunto de perguntas que serão utilizadas na abordagem de cada recurso educacional quando na confecção do plano de aula. Como cada recurso selecionado procura abordar o mesmo fenômeno, as perguntas elaboradas para um recurso pode ser as mesmas para outro recurso. Isso é recomendável uma vez que promove um reforço do assunto abordado e uma recursividade dos conteúdos propostos e discutidos anteriormente.

Durante a exposição oral dos conteúdos as discussões realizadas anteriormente podem ser retomadas. Após a apresentação de cada recurso, dos questionamentos e as discussões realizadas com os estudantes, caso seja necessário, pode-se apresentar novamente algum trecho do vídeo, a simulação ou uma nova demonstração do experimento, a fim de dirimir dúvidas.

A interatividade dos estudantes por meio de perguntas e comentários, as vezes pode ser intensa, durante a apresentação de um recurso, quando o interesse desses estudantes é despertado, então o tempo da aula destinado a apresentação de outro recurso é diminuído. Com base na investigação realizada na EAMES, recomenda-se ao professor, durante a elaboração do plano de aula, distribuir o tempo de apresentação de cada recurso e atribuir até 1/3 do tempo de aula à apresentação dos recursos, para que os questionamentos e comentários sejam bem discutidos. Uma vez estabelecido esse tempo é recomendável seguir o Plano de Aula estabelecido.

Na literatura consultada foram encontrados estudos que utilizavam experimentos demonstrativos (e.g. ERROBIDART, 2010; GASPAR; MONTEIRO, 2005), vídeos

(e.g. OLIVEIRA, 2006; MENEZES *et al.*, 2009) e simulação computacional (e.g. MELO, 2010; RANGEL *et al.*, 2011) em sala de aula. Apesar de esses estudos fazerem uso somente de um recurso durante as aulas, seus autores adotaram uma estratégia de ensino semelhante a utilizada nesta Proposta, onde perguntas são dirigidas aos estudantes a fim de promover a participação dos estudantes e a elucidação dos conteúdos propostos.

A partir do planejamento de ensino onde foram definidos os objetivos que serão trabalhados na aula e a seleção dos recursos, o plano de aula pode ser elaborado. A seguir é apresentado um delineamento para a elaboração de um Plano de Aula para aulas expositivas.

PLANO DE AULA**TÍTULO DA AULA**

(Informar o assunto da aula.)

Recomenda-se ao professor observar o programa de ensino da escola. É importante lembrar que o tempo de aula recomendado é de 90 minutos.

OBJETIVOS

(Informar os objetivos)

Recomenda-se ao professor observar os objetivos propostos preconizados no programa de ensino da escola

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Selecionar os recursos instrucionais que serão utilizados além do experimento, do vídeo e da simulação computacional. Por exemplo, pode ser quadro branco, projetor multimídia, computador e TV.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Descrever como a aula será desenvolvida. Recomenda-se dividir o tempo de aula disponível em momentos que serão destinados a apresentação dos recursos, da exposição oral do conteúdo e das atividades propostas para os alunos. O momento da aula para a apresentação dos recursos recomenda-se estabelecer alguns passos para a execução de cada recurso de acordo com a estratégia descrita na seção 3.4.

- **1º momento – Apresentação dos recursos instrucionais**
- **A demonstração do experimento**

Passo 01 ⇒ Apresentação do experimento, de suas partes componentes, de seu funcionamento. Apresentar também as variáveis relacionadas aos conteúdos mencionadas nos objetivos da aula. Pode-se escrever no quadro branco essas variáveis.

Passo 02 ⇒ Estimular a participação dos alunos, solicitando-lhes que levantem hipóteses e previsões sobre o que poderá acontecer quando for realizado (Escrever algumas hipóteses e previsões na lousa).

Passo 03 ⇒ Realizar a demonstração do experimento fazendo observações pertinentes descrevendo o fenômeno de interesse citando as palavras chaves para o entendimento do conceito proposto. Elaborar perguntas relacionadas ao conceito abordado que serão dirigidas aos alunos objetivando estimular a participação dos mesmos.

Passo 04 ⇒ Após discussão com os estudantes, caso necessário, pode-se repetir a demonstração para esclarecer dúvidas.

- **Apresentação de vídeos**

O vídeo pode ser exibido por meio de um projetor multimídia ou uma TV.

Passo 01 ⇒ Fazer uma breve apresentação do teor do vídeo descrevendo as variáveis relacionadas aos conteúdos mencionadas nos objetivos da aula.

Passo 02 ⇒ Exibir o vídeo fazendo observações pertinentes durante ou após essa exibição enfatizando as palavras chaves para o entendimento do conceito proposto.

Passo 03 ⇒ Elaborar perguntas relacionadas ao conceito abordado que serão dirigidas aos alunos objetivando estimular a participação dos mesmos.

Passo 04 ⇒ Após discussão com os estudantes reexibir o vídeo, caso necessário, para esclarecer dúvidas.

- **Apresentação da simulação computacional**

Com o uso do projetor multimídia ou da TV, será feita a exibição da simulação computacional.

Passo 01 ⇒ Fazer uma breve apresentação sobre o que é um simulador, sobre seu funcionamento e o que será apresentado descrevendo também as variáveis relacionadas aos conteúdos mencionadas nos objetivos da aula.

Passo 02 ⇒ Realizar a simulação fazendo observações pertinentes durante a apresentação enfatizando as palavras chaves para o entendimento do conceito proposto.

Passo 03 ⇒ Elaborar perguntas relacionadas ao conceito abordado que serão dirigidas aos alunos objetivando estimular a participação dos mesmos.

Passo 04 ⇒ Após discussão com os alunos, caso necessário, realizar a simulação novamente, para esclarecer dúvidas.

Obs.: Se a simulação selecionada for semelhante ao experimento demonstrado para trabalhar os mesmos objetivos propostos poderão ser realizadas as mesmas perguntas. Caso a simulação escolhida disponha de gráficos explore esse gráfico mostrando aos alunos a relação entre as grandezas físicas.

- **2º momento – Explicação do conteúdo**

Para a exposição oral dos conteúdos o professor pode elaborar textos, slides em algum *software* disponível (PowerPoint, BrOffice) e apresentá-los por meio de um projetor multimídia ou um outro recurso da preferência do professor. Sugere-se a apresentação de slides uma vez que estes podem ser elaborados com imagens animadas referentes ao fenômeno abordado. É recomendável elaborar a apresentação dos conteúdos que serão abordados após a utilização dos recursos. Como exemplo, será apresentado um texto abordando os conteúdos da subunidade Ondas para auxiliar o professor na exposição do assunto abordado.

- **3º momento – Aplicação do conteúdo**

Após a explanação dos conteúdos é recomendável selecionar até 5 problemas clássicos relacionados aos objetivos propostos que para sua resolução é necessária uma compreensão do conceito abordado na aula.

- **4º momento - Sumário**

Nesse momento da aula recomenda-se fazer um resumo sobre os conteúdos abordados durante a aula visando reforçar os assuntos estudados e sanar dúvidas.

- **5º momento – Verificação de Aprendizagem**

Após o momento destinado ao Sumário sugere-se propor aos alunos que resolvam em sala de aula problemas com nível maior de dificuldade.

REFERÊNCIA

Recomenda-se ao professor citar a referência utilizada para a elaboração do material utilizado durante a exposição oral dos conteúdos.

A seguir são disponibilizados exemplares dos planos de aulas utilizados durante a investigação realizada na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo – EAMES para a implementação dessa proposta de ensino para o estudo do Tópico de Ondas.

Plano de Aula 01: Movimento Periódico

TÍTULO DA AULA 01

Será informado o assunto da aula.)
- Movimento Periódico

OBJETIVOS

(Informar os objetivos)

- Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:
 - definir Frequência;
 - definir Período;
 - definir Amplitude do Movimento;
 - descrever um Movimento Periódico; e
 - desenvolver *habilidades* em resolver problemas que envolvam Período e Frequência.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Os vídeos, os experimentos demonstrativos e as simulações computacionais são os principais recursos utilizados, porém também foi usado o Quadro Branco para a resolução de exercícios e outras anotações e o projetor de multimídia – Apresentação de slides.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

Para elucidar o conceito de Movimento Periódico a aula expositiva será desenvolvida a partir da demonstração de Pêndulos Simples, e de molas de constante elástica diferentes, de uma simulação computacional - Phet e da exibição de Vídeos. Cada recurso procura abordar os conceitos de Frequência, Período, Ponto de Equilíbrio de um movimento pendular, Amplitude do Movimento e o Movimento Periódico.

1º Momento – Apresentação dos recursos.

Experimento Demonstrativo

Passo 01 ⇒ Apresentar ao pelotão os experimentos e as variáveis mencionadas nos objetivos da aula (Escrever na lousa essas variáveis).

Passo 02 ⇒ Estimular a participação dos alunos, solicitando-lhes que levantem hipóteses e previsões sobre o que poderá acontecer ao se abandonarem os pêndulos (Escrever algumas hipóteses e previsões na lousa).

Passo 03 ⇒ Efetuar o experimento em dois pêndulos de mesmas dimensões e de comprimento L diferente. Em um pêndulo, desloca-se a massinha da posição de equilíbrio, dizendo que a distância dessa posição até a de equilíbrio é a chamada Amplitude do Movimento. O professor pedirá aos alunos que observem atentamente o movimento. Descreverá um Movimento Periódico, associando-o ao Movimento Pendular. Observará também as condições de atrito. O pêndulo será posto sob oscilação, em diferentes amplitudes. As perguntas a seguir serão dirigidas aos alunos, objetivando a participação.

9. Abandonando o pêndulo a partir de uma extremidade, em qual posição o Movimento Pendular será repetido novamente?
10. O que ou quem é responsável pelo Movimento Oscilatório do pêndulo?
11. Se a Amplitude for aumentada, o tempo de oscilação aumentará?
12. Ao se diminuir o comprimento do fio do pêndulo, o movimento continua sendo Periódico?
13. O que se diferencia do movimento anterior?
14. Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes?
15. Em qual situação – comprimento do fio maior ou menor – o movimento repetiu-se mais vezes?
16. O tempo para uma oscilação completa é maior para qual comprimento do fio?

Após discussão dos questionamentos pode repetir o experimento para melhor visualizar os conceitos discutidos e ainda dirimir dúvidas.

Passo 04 ⇒ Trocam-se os fios dos pêndulos por molas de constantes elásticas diferentes. Uma das molas será distendida com uma certa amplitude, deixando-a oscilar, vibrando. Serão dirigidas aos alunos perguntas semelhantes às elaboradas sobre o Movimento Pendular.

7. Distendendo-se a mola de uma distância x em relação à posição de equilíbrio, em qual posição o movimento volta a se repetir?
8. O que ou quem é responsável pelo movimento de vibração do pêndulo?
9. Se for aumentada a elongação – amplitude – o tempo de oscilação aumenta?
10. Ao ser trocada a mola, o movimento continua Periódico?
11. O que se diferencia do movimento anterior? Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes?
12. O tempo para uma oscilação completa é maior para qual mola?

Apresentação de vídeos

Com o uso do projetor multimídia, serão exibidos três vídeos.

- 1º Com duração de 22 segundos, gravado no Museu de Ciências de Barcelona. O vídeo mostra um equipamento que demonstra ondas do tipo mecânicas: a Circular, a Transversal e a Longitudinal, uma gravação do prof. Márcio Medina, em setembro de 2009. Será importante enfatizar aos alunos somente as vibrações dos bastões, sem evidenciar a onda simulada. Esta associação de vibração, a princípio, não deve ser enfatizada.
- 2º O “A Câmera Super Lenta - Ondas sonoras”, com duração de 04 minutos. Este vídeo trabalha o conceito de ondas sonoras, especificamente, o de Ressonância. Mas será enfatizado o conceito de Frequência, que é pertinente ao assunto estudado na referida aula.
- 3º O famoso vídeo da Ponte de Tacoma Narrows, com duração de 02 minutos. Será evidenciada a vibração da ponte, enfatizando-se o conceito de Frequência, sem entrar em detalhes acerca do fenômeno da Ressonância.

Outras perguntas serão dirigidas aos alunos, a fim de que participem das discussões.

3. O que ou quem é responsável pelo movimento dos bastões, pela vibração das taças e da ponte?
4. Podem ser associadas ao movimento dos bastões, à vibração da taça e da ponte as mesmas grandezas físicas que dizem respeito ao Movimento Pendular ou, ao uso de molas?

Obs.: Nesse momento da aula, o objetivo é correlacionar os Movimentos Oscilatórios com o fenômeno ondulatório.

Simulação Computacional – Phet.

Com o uso do projetor, será feita a exibição de uma simulação no Phet, “Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos”. Nessa simulação, é possível evidenciar a “vibração de elétrons” em uma antena transmissora e, em outra antena repetidora. Essa simulação é bem pertinente, pois é possível “mostrar” somente a vibração do elétron, separadamente do movimento da onda eletromagnética que se propaga, sendo possível variar a Frequência e a Amplitude da vibração dos elétrons.

Outras perguntas, semelhantes às anteriores, serão dirigidas aos alunos, também objetivando a participação.

5. O que ou quem é responsável pelo Movimento Oscilatório do elétron?
6. Em qual posição o movimento de vibração do elétron volta a se repetir?
7. Se a amplitude for aumentada, o tempo de oscilação aumenta?

Obs.: Nesse momento da aula, o objetivo é o mesmo anteriormente apresentado.

8. Ao variar a amplitude de oscilação do elétron, o movimento continua sendo Periódico? O que ocorreu de diferente do movimento anterior? Em qual situação o movimento foi repetido mais vezes? O movimento do elétron difere do movimento pendular?

Obs.: Nesse momento da aula, os objetivos são os mesmos anteriormente apresentados. O simulador mostrará um gráfico da frequência e amplitude no tempo, quando os alunos verão que, aumentando-se a amplitude do movimento, a frequência não se modifica.

2º Momento – Explicação do conteúdo

Para explicar os conceitos, será usado como recurso instrucional o projetor multimídia, quando 7 (sete) slides serão apresentados, contendo imagens animadas e parte do texto a seguir.

Texto

Um movimento periódico é caracterizado quando a **posição**, a **velocidade** e a **aceleração** de um corpo móvel se repetem em intervalos de tempo iguais. Por exemplo, a observação do movimento

dos ponteiros de um relógio a partir de um ponto qualquer, a do movimento de um aro de uma bicicleta que anda numa velocidade constante e a do movimento realizado pelos planetas em torno do Sol. O tempo que se leva até que os intervalos de tempo se repitam é chamado de **Período do Movimento (T)**. Assim, ao decorrer um número (n) de repetições em um determinado intervalo de tempo (Δt), seu Período será dado pela expressão

$$T = \frac{\Delta t}{n}$$

Como n é uma grandeza adimensional, o Período terá uma unidade igual à unidade de tempo. No SI, é medida em **segundos (s)**. Além do Período, em um movimento periódico, é considerada uma grandeza chamada **Frequência (f)**, que corresponde ao número de repetições do movimento (n) em um determinado intervalo de tempo (Δt). Ou seja,

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Oscilação Completa – Corresponde ao movimento de um corpo ou sistema que parte de uma posição inicial e retorna para essa mesma posição depois de um certo intervalo de tempo, efetuando um ciclo ou, uma volta completa.

Amplitude (A) é o maior afastamento que as partículas, ou o sistema, podem apresentar em relação à posição de equilíbrio. Quanto maior a amplitude, maior será a energia das partículas ou do sistema.

3º Momento – Aplicação do conteúdo

Após a explanação dos conteúdos, são selecionados alguns problemas clássicos, também retirados do livro-texto. Para sua resolução é necessária uma boa compreensão do conceito por parte dos alunos.

2. (Ufmg – Adaptada) Um menino, balançando-se em uma corda dependurada a uma árvore, faz 20 oscilações em um minuto. Pode-se afirmar que esse movimento possui
 - a) um período de 3,0 segundos.
 - b) um período de 60 segundos.
 - c) uma frequência de 3,0 Hz.
 - d) uma frequência de 20 Hz.
2. Considere uma régua que toca a água 10 vezes a cada segundo, passando a tocar 20 vezes a cada 5,0 segundos, com uma mesma intensidade. Para essa mudança, calcule:
 - a) a frequência com que a régua toca a água inicialmente.
 - b) a frequência com que a régua toca a água após a mudança.
 - c) o período do movimento da régua, inicialmente e, após a mudança.

4º Momento - Sumário

Nessa parte da aula, far-se-á um resumo sobre o assunto ministrado, sendo explicado aos alunos por que, vista daqui da Terra, a lua sempre apresenta o mesmo lado. O objetivo é reforçar os assuntos estudados, sanando as possíveis dúvidas.

5º Momento – Verificação de Aprendizagem

Após a feitura do Sumário, será proposto aos alunos que resolvam em sala de aula problemas mais elaborados, contidos no livro-texto adotado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. São Paulo: Ática, 2002.

Plano de Aula 02: Movimento Ondulatório

TÍTULO DA AULA 02

(Informar os objetivos.)

- Ondas e sua classificação

OBJETIVOS

(Informar os objetivos.)

Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:

- conceituar onda.
- classificar uma onda segundo a natureza, a direção de vibração e a direção de propagação.
- calcular a velocidade de uma onda.
- desenvolver *habilidades* em resolver problemas que envolvam o conceito de Ondas aplicado a situações práticas.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

- Quadro branco será utilizado tanto para registrar os objetivos da aula, quanto para se evidenciarem as equações e seus respectivos exemplos, bem como para a resolução de exercícios.
- Projetor Multimídia: através do qual se dará a apresentação de slides.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

A aula será desenvolvida a partir da demonstração de uma mola metálica, uma simulação Phet “Onda em corda” e um vídeo que mostra oscilações de bastões, as quais sugerem o Movimento Ondulatório. O desenvolvimento da aula será na forma expositiva.

1º Momento – Apresentação dos Recursos

Realização do experimento

Será feito o experimento utilizando-se uma mola metálica, de comprimento 1,5 m, objetivando o esclarecimento do conceito de Ondas Transversais e Longitudinais.

Passo 01 ⇒ Dois alunos seguram a mola na horizontal, tendo como pano de fundo o quadro branco. A mola possui três fitas adesivas vermelhas, equidistantes ao longo de seu comprimento, só para destacar as expiras vibrando. Será colocado em oscilação, de tal forma que a expira destacada vibre em uma direção perpendicular à propagação da onda – Ondas Transversais.

Perguntas serão dirigidas aos alunos objetivando a participação deles.

1. Quando ocorre uma vibração completa das expiras destacadas?
2. Qual a direção de vibração das expiras destacadas?
3. Qual a direção de propagação do pulso – onda?
4. Essa direção é perpendicular à direção de vibração das expiras?

Obs.: O objetivo é lembrar os alunos a noção de Movimento Periódico, Oscilação Completa, Amplitude e as direções de vibração e propagação da onda.

Após a discussão, a partir das respostas dadas às perguntas, o experimento será repetido, a fim de dirimir possíveis dúvidas.

Passo 02 ⇒ Os alunos, segurando ainda a mesma mola na horizontal, tendo como pano de fundo o quadro branco, oscilam longitudinalmente a mola. As expiras destacadas vibram em outra direção, comparando com o experimento anterior.

As mesmas perguntas do experimento anterior serão dirigidas aos alunos, também objetivando a participação deles.

1. Quando ocorre uma vibração completa das expiras destacadas?
2. Qual a direção de vibração das expiras destacadas?
3. Qual a direção de propagação do pulso – onda?
4. Essa direção é perpendicular à direção de vibração das expiras?

Após a discussão, a partir das respostas dadas às perguntas, o experimento será repetido, a fim de dirimir possíveis dúvidas.

Apresentação de vídeo

Será apresentado o vídeo em português “O Universo Mecânico”, com duração de 09 minutos. Ele trabalha o conceito de Ondas Mecânicas, exemplificando-as quanto à direção de vibração e propagação em meios materiais. Por exemplo, as Ondas Mecânicas que se propagam na superfície da água e no ar, as ondas humanas, a luz como Onda Eletromagnética, etc.

Perguntas serão dirigidas aos alunos, fazendo com que eles participem das discussões.

1. O que é uma Onda Mecânica?
2. Quem eram os pontos do meio para as ondas que se propagavam, na superfície da água e no ar, as ondas humanas e a onda luminosa?
3. As ondas mostradas no vídeo são Periódicas?
4. As ondas mostradas no vídeo possuem uma velocidade de propagação?

Simulações computacionais no Phet

Serão utilizadas duas simulações.

1º - A que foi realizada na aula anterior, simulação no Phet, “Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos”, do movimento do elétron em uma antena transmissora e outra repetidora, quando será enfatizada somente a propagação da Onda Eletromagnética.

2º - A simulação “Onda em corda”. Nela, será enfatizada a direção de propagação da onda, com a recapitulação das definições de *Amplitude*, *Frequência* e *Período*.

Após cada simulação, perguntas serão dirigidas aos alunos, objetivando a participação deles durante a aula.

1. O que é Amplitude de uma onda?
2. O que é Frequência de uma onda?
3. O que é Período de uma onda?
4. O que é Comprimento de onda (λ) de uma onda?
5. O que é Velocidade de Propagação de uma onda?

Obs.: O objetivo dessas perguntas é que os alunos visualizem e identifiquem essas Grandezas em uma onda, o que será estudado no momento seguinte.

Após a discussão, a partir das respostas dadas às perguntas, a simulação será repetida, a fim de dirimir possíveis dúvidas.

2º Momento – Explicação do conteúdo

Para explicar os conceitos, será usado como recurso instrucional o projetor multimídia, quando 10 (dez) slides serão apresentados, contendo imagens animadas e parte do texto a seguir.

Definição

Em Física, uma **onda** é uma perturbação oscilante e periódica que se propaga em um meio e no tempo.

I - Classificação das ondas, segundo a natureza.

Quanto à natureza, as ondas podem ser divididas em dois tipos.

1. **Ondas Mecânicas:** são todas as ondas que precisam de um meio material para se propagarem. Por exemplo: ondas no mar, ondas sonoras, as ondas geradas quando se movimenta a mão para cima e para baixo na corda, etc.
2. **Ondas Eletromagnéticas:** são ondas que não precisam de um meio material para se propagarem. Elas também podem se propagar em meios materiais. Exemplos: luz, raio-x, sinais de rádio, etc.

II - Classificação das ondas, em relação à direção de propagação.

Quanto à direção de propagação, as ondas podem ser divididas em três tipos.

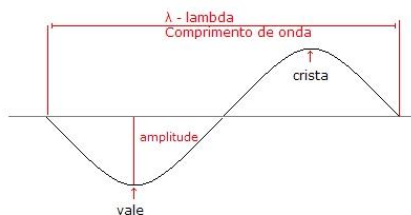
1. **Ondas Unidimensionais:** só se propagam em uma direção (uma dimensão). Por exemplo, uma onda em uma corda.
2. **Ondas Bidimensionais:** se propagam em duas direções (x e y do plano cartesiano). Por exemplo, a onda provocada pela queda de um objeto na superfície da água.
3. **Ondas Tridimensionais:** se propagam em todas as direções possíveis. Por exemplo, as ondas sonoras, a luz, etc.

III - Classificação das ondas, quanto à direção de vibração.

1. **Ondas Longitudinais:** são as ondas onde a vibração da fonte é paralela ao deslocamento da onda. Por exemplo, as ondas sonoras do alto-falante que vibram na mesma direção do eixo x.
2. **Ondas Transversais:** a vibração é perpendicular à propagação da onda. Por exemplo, as

Ondas Eletromagnéticas e as ondas geradas quando se movimenta a mão para cima e para baixo na corda.

3. **Ondas Periódicas:** são aquelas que recebem pulsos periódicos, ou seja, em intervalos de tempo iguais. Portanto, passam por um mesmo ponto com a mesma frequência.

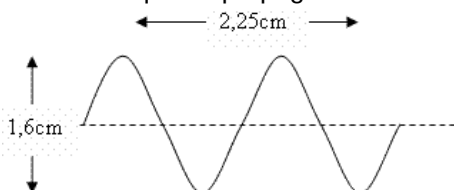


- **Comprimento de onda:** a distância percorrida pela onda em um período, representado no SI pela letra grega **lambda** (λ). É o “tamanho” de uma onda que pode ser medida em três pontos diferentes: de crista a crista, do início ao final de um período ou, de Vale a Vale. Crista é a parte alta da onda; Vale é a parte baixa.
- **Velocidade:** o tempo gasto no estabelecimento de uma determinada distância. Nas ondas, a equação fica: $v = \lambda / T$ ou $v = \lambda \cdot 1/T$ ou ainda $v = \lambda \cdot f$
- **Amplitude:** a “altura” da onda, ou seja, a distância existente entre o eixo da onda e a crista. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada.

3º Momento – Aplicação do conteúdo

Após a explanação dos conteúdos, são selecionados alguns problemas clássicos, também retirados do livro-texto. Para sua resolução é necessária uma boa compreensão do conceito por parte dos alunos.

1. (Vunespe/SP – Adaptada) Um turista, observando o mar de um navio ancorado, avaliou em 12 m a distância existente entre as cristas das ondas que se sucediam. Além disso, constatou que se escoavam 50 s até que passassem por ele 19 cristas, incluindo nessa contagem tanto a que passava no instante em que começou a marcar o tempo como a que passava quando ele concluiu a observação. Calcule a velocidade de propagação das ondas.
2. O gráfico abaixo representa uma onda que se propaga com uma velocidade igual a 300m/s.



Determine:

- a) a amplitude da onda.
 - b) o comprimento de onda.
 - c) a frequência.
 - d) o período.
3. Ondas Mecânicas podem ser do tipo Transversal, Longitudinal ou Mista. Numa Transversal, as partículas do meio
 - a) não se movem.
 - b) movem-se numa direção perpendicular à direção de propagação da onda.
 - c) movem-se numa direção paralela à direção de propagação da onda.
 - d) realizam Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

4º Momento – Sumário

Nessa parte da aula, far-se-á um resumo sobre o assunto ministrado.

5º Momento – Verificação de Aprendizagem

Após a feitura do Sumário, será proposto aos alunos que resolvam em sala de aula problemas mais elaborados, contidos no livro-texto adotado.

REFERÊNCIA

GASPAR, Alberto. **Física:** volume único. São Paulo: Ática, 2002.

Plano de Aula 03: Ondas Sonoras

TÍTULO DA AULA 03

(Será informado o assunto da aula.)

- Ondas Sonoras

OBJETIVOS

(Informar os objetivos.)

Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:

- descrever a produção e propagação do Som.
- definir Som, Ultrassom e Infrassom.
- definir o fenômeno da Reflexão Sonora.
- desenvolver *habilidades* em resolver problemas que envolvam o conceito de Ondas Sonoras, aplicado a situações práticas.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

- Quadro branco

Será utilizado tanto para registrar os objetivos da aula, quanto para se evidenciarem as equações e seus respectivos exemplos, bem como para a resolução de exercícios.

- Projetor Multimídia

Através do qual se dará a apresentação de slides.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

A aula será desenvolvida a partir de um Experimento Demonstrativo, da simulação Phet “Ondas Sonoras” e de um vídeo sobre o funcionamento do ouvido humano, que evidencia como é a percepção do som para o ser humano. O desenvolvimento da aula será na forma expositiva.

1º Momento – Apresentação dos recursos

Experimento Demonstrativo

Passo 01 ⇒ Apresentar ao pelotão os instrumentos de percussão que compõem o experimento, sua utilidade, os conteúdos que podem ser trabalhados a partir da demonstração da experiência.

Passo 02 ⇒ Estimular a participação dos alunos, solicitando-os a fazerem hipóteses e previsões sobre o que poderá acontecer com os grãos de areia depositados na “pele” do Tarol quando o tambor é tocado a certa distância.

Passo 03 ⇒ Será feito o experimento utilizando-se 02 (dois) instrumentos de percussão: um Tarol (caixa) e um Tambor. Para a realização do experimento, será depositado areia na “pele” do Tarol. O Tambor será tocado próximo da “pele” do Tarol. O deslocamento do ar no interior do Tambor, ao atingir a “pele” do Tarol, passa a vibrar. Isso é evidenciado pela vibração dos grãos de areia. O objetivo é mostrar que, quando a “pele” do tambor vibra, desloca o ar presente em seu redor. Porém, essa vibração do ar se propaga pelo próprio ar. O objetivo é descrever a propagação de uma Onda Sonora pelo ar.

Perguntas serão dirigidas aos alunos objetivando a participação da turma.

1. Por que os grãos de areia vibram na “pele” do Tarol quando o Tambor é tocado bem próximo de sua “pele”?
2. Os grãos de areia vibram com qual frequência?
3. Os grãos de areia vibram com a mesma Amplitude (Intensidade) do Tambor?
4. Qual a frequência de vibração da pele do Tarol?
5. Os grãos de areia vibram com qual frequência?
6. Os grãos de areia vibram com Amplitude (Intensidade) igual a da “pele” do Tambor?

Após discussão dos questionamentos o experimento deve ser repetido para melhor visualizar os conceitos discutidos e dirimir dúvidas.

Apresentação do vídeo

Será apresentado um vídeo em português, “O funcionamento do ouvido humano”, com duração de 03 minutos. Ele evidencia a chegada da onda sonora à orelha, adentrando ao ouvido até seu percurso final. É possível visualizar nesse vídeo a interação dessa onda com as partes constituintes do ouvido. Enfatiza-se, de maneira bem objetiva, a interação da Onda Sonora com o funcionamento do ouvido e do cérebro.

Os alunos assistirão ao vídeo e, durante sua exibição, em alguns momentos, poderão ser feitas intervenções, enfatizando-se o conceito de Ondas Sonoras, de acordo com os objetivos propostos.

Perguntas serão dirigidas aos alunos, objetivando a participação deles.

1. O tímpano vibra com a mesma frequência da onda?
2. O Martelo vibra com a mesma frequência do tímpano?
3. Como a Onda Sonora perde Amplitude (Intensidade) no interior do ouvido?
4. O cérebro decodificará toda vibração (frequência) que chega ao ouvido?

Simulação Computacional – Phet.

Será utilizada a simulação do repositório Phet: Onda Sonora. Consiste de um alto-falante que, quando

vibra, perturba o meio (o ar). Essa perturbação se propaga evidenciando as regiões de rarefações e compressões das moléculas do ar. É possível variar o valor da frequência, da amplitude, simulando-se um reflexão sonora, ocorrendo a interferência.

Perguntas serão dirigidas aos alunos objetivando a participação.

1. O cone (a “pele”) do alto-falante vibra com a mesma frequência da fonte?
2. As moléculas de ar próximas ao cone do alto-falante vibram com uma mesma frequência da fonte?
3. A vibração das moléculas de ar próximas ao cone são propagadas? Em quais direções?
4. O que acontece quando a frente da onda chega ao anteparo?
5. Em quais direções essas moléculas são propagadas?
6. O que acontece quando a Frente de Onda chega ao anteparo?
7. A frequência da onda é modificada após sua reflexão no anteparo?
8. A amplitude da onda é modificada após sua reflexão no anteparo?

2º Momento – Explicação do conteúdo

Para explicar os conceitos, será usado como recurso instrucional o projetor multimídia, quando 10 (dez) slides serão apresentados, contendo imagens animadas e parte do texto a seguir.

Texto

Denominam-se *Ondas Sonoras* as *ondas Mecânicas, Longitudinais e Tridimensionais* que se propagam por meio de algum meio material. Diferentemente das *Ondas Eletromagnéticas*, as *Sonoras* não se propagam no vácuo. São consideradas ondas de pressão, por se propagarem a partir de variações de pressão no meio.

Exemplo: Quando um músico bate em um tambor musical, a vibração da membrana produz alternadamente compressões e rarefações do ar. Essas variações de pressão se propagam através do meio. As moléculas constituintes do meio se aproximam e se afastam umas das outras, de forma alternada.

As Ondas Sonoras podem se propagar com diversas frequências. Porém, o ouvido humano é sensibilizado somente quando elas chegam a ele com uma frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz, aproximadamente.

Quando a frequência é maior que 20 000 Hz, as ondas são ditas como Ultrassônicas. Já as menores que 20 Hz, Infrassônicas.

As ondas Infrassônicas e Ultrassônicas não são audíveis ao ouvido humano. As primeiras são produzidas, por exemplo, por um abalo sísmico. Quanto aos Ultrassons, podem ser ouvidos por certos animais, como o morcego e o cão.

As ondas sonoras audíveis são produzidas por vibração: de cordas, de colunas de ar e, de discos e membranas.

Se a energia emitida pela fonte é grande, isto é, se o som é muito forte, tem-se uma sensação desagradável no ouvido, pois a quantidade de energia transmitida exerce sobre o tímpano uma pressão muito forte. Pois, quanto maior a vibração da fonte, maior a energia sonora. Logo, **quanto maior a amplitude da onda, maior a intensidade do som.**

Os sons muito intensos são desagradáveis ao ouvido humano. Sons com intensidades acima de 130 dB provocam uma sensação dolorosa, e sons acima de 160 dB podem romper o tímpano e causar surdez.

De acordo com a Frequência, um som pode ser classificado em agudo ou grave. Essa qualidade é chamada de Altura do Som. **Sons graves ou baixos têm frequência menor, enquanto sons agudos ou altos têm frequência maior.**

A voz do homem tem uma frequência que varia entre 100 Hz e 200 Hz. A da mulher, entre 200 Hz e 400 Hz. Portanto, a voz do homem costuma ser grave, ou grossa, enquanto a da mulher costuma ser aguda ou, fina.

Reflexão Sonora: qualquer onda que se propaga num meio sofre reflexão, ou seja, a onda que se propagava num meio de origem encontra o obstáculo e retorna para o meio de origem.

Reflexão do Som - ECO ⇒ Como qualquer fenômeno ondulatório, a Onda Sonora, quando atinge um obstáculo, sofre reflexão. É possível perceber essa reflexão – eco – quando a fonte sonora e o obstáculo forem de aproximadamente 17 m. Isso porque o ouvido humano tem capacidade de perceber diferenças sons, num intervalo de tempo mínimo de 1/10 segundos. Quando a frequência é maior que 20 000 Hz, as ondas são ditas como Ultrassônicas; as menores que 20 Hz, Infrassônicas. Ambas não são audíveis ao ouvido humano. As Ondas Infrassônicas são produzidas, por exemplo, por um abalo sísmico. Os Já os Ultrassons podem ser ouvidos por certos animais, como o morcego e o cão.

3º Momento – Aplicação do conteúdo

Após a explanação dos conteúdos, são selecionados alguns problemas clássicos, também retirados do livro-texto. Para sua resolução é necessária uma boa compreensão do conceito por parte dos alunos.

1. O que distingue a voz de uma pessoa da de outra é
 - a) a altura.
 - b) a intensidade.
 - c) o timbre.
 - d) o conjunto de todas as suas propriedades (altura, intensidade e timbre).

2. O som se propaga com uma maior velocidade
- a) nos sólidos.
 - b) na atmosfera.
 - c) no vácuo.
 - d) nos líquidos.
3. A qualidade que permite distinguir um som forte de um som fraco chama-se
- a) timbre.
 - b) intensidade.
 - c) altura.
 - d) eco.
4. Em determinadas condições, pode-se ouvir o eco de um som. O fenômeno acústico que o explica é
- a) refração.
 - b) reflexão.
 - c) ressonância.
 - d) interferência.
 - e) difração.
5. Num treino, um atirador dispara sua arma diante de um anteparo refletor, ouvindo o eco do tiro após 6 s. Sabendo que o som se propaga no ar com uma velocidade de 340 m/s, a distância do caçador ao anteparo vale
- a) 2.040 m
 - b) 1.020 m
 - c) 56 m
 - d) 17 m
 - e) 34 m
 - f) n.d.a.
6. (UFC) O ouvido humano percebe distintamente dois sons quando estes estão separados por um intervalo de tempo mínimo de 0,10s. Uma pessoa emite um som breve e forte, que se reflete num anteparo situado a uma distância **d**. O mínimo valor de **d** para que a pessoa perceba com distinção o eco é de
- a) 85m
 - b) 68m
 - c) 51m
 - d) 34m
 - e) 17m

4º Momento – Sumário

Nessa parte da aula, far-se-á um resumo sobre o assunto ministrado.

5º Momento – Verificação de Aprendizagem

Após a feitura do Sumário, será proposto aos alunos que resolvam em sala de aula problemas mais elaborados, contidos no livro-texto adotado.

REFERÊNCIA

GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. . São Paulo: Ática, 2002.

REFERÊNCIAS

- ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino**. DOI: 10.5007/2175-7941. V. 28 n1 p.60, 2011.
- AUSUBEL, D. P.; **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Platanio Edições Técnicas, Rio de Janeiro. 2000.
- ERROBIDART, H. A. A Utilização de Dispositivos Experimentais para Ensinar Ondas. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campo Grande, MS. 2010.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. **Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula**: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky. Investigações em Ensino de Ciências – V10(2), 2005.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações Computacionais Como Ferramentas Auxiliares ao Ensino De Conceitos Básicos De Eletricidade. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES**.
- MELO, R. B. F. A Utilização das TIC'S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. **III Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação**, 2010.
- MENEZES, A. P. S.; KALHIL, J. B.; TERAN, A. F.; MENEZES, F. F. **A História da Física Contada em Vídeos de Curta Duração**: TIC como organizador prévio no Ensino de Física na Amazônia. **Revista Ibero-americana de Educação**, ISSN: 1681-565, n.º 50/6 – 25 de outubro de 2009.
- OLIVEIRA, L. D. **Aprendendo Física com o Homem-Aranha**: Utilizando cenas do Filme para Discutir Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 7, n. 2, 2006.
- RANGEL, J. J. A.; TEIXEIRA, A. C. T., SHIMODA, E.; LISBÔA, R. T. Modelo de Simulação a Eventos Discretos como Recurso Didático em Disciplina de Física no Ensino Médio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão** 6 (1) 56-71, 2011.
- RIBEIRO, J. L. P.; **Experimentos Em Óptica**: Uma Proposta De Reconceitualização Das Atividades Experimentais Demonstrativas. 2010. 162 f. Dissertação de Mestrado profissional (Ensino de Física), Universidade de Brasília. 2010
- SOUZA FILHO, G. F. **Simuladores computacionais para o ensino de física básica**: Uma discussão sobre produção e uso. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C.; COELHO, A. A. O Uso Do Cinema Para o Ensino de Física no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências** – V5(2), pp. 93-106, 2010.