

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo Catalão - UFG



UFG
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS
Regional Catalão



**OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO
ESTUDO DAS OSCILAÇÕES HARMÔNICAS:
CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA**

Marcus Vinicius Pinto de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física (polo do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física - MNPEF) da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Paulo Alexandre de Castro

Catalão-GO

Fevereiro / 2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

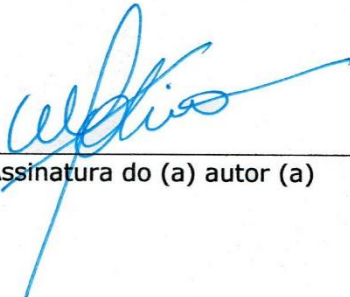
Nome completo do autor: **MARCUS VINICIUS PINTO DE OLIVEIRA**

Título do trabalho: **OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DAS OSCILAÇÕES HARMÔNICAS: CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO¹**

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a)

Data: 10 / 03 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

**OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO
ESTUDO DAS OSCILAÇÕES HARMÔNICAS:
CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA**

Marcus Vinicius Pinto de Oliveira

Orientador:

Paulo Alexandre de Castro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física (polo do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física - MNPEF) da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Paulo Alexandre de Castro
(Presidente)

Dr. Eduardo Sergio de Sousa

Dr. Marcos Fernandes Sobrinho

Dr. Nilton Luis Moreira

Catalão-GO
Fevereiro / 2017

Oliveira, Marcus Vinicius Pinto de

Objetos digitais de aprendizagem no estudo das oscilações harmônicas: contribuições ao ensino de física [manuscrito] / Marcus Vinicius Pinto de Oliveira - 2017

xii, 72f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Catalão, 2017.

Referências Bibliográficas: f. 70-72

Inclui lista de figuras

1. Ensino de física, 2. objeto de aprendizagem, 3. aprendizagem significativa, 4. webpages, 5. mídia digital, 6. Professor. I. Castro, Paulo Alexandre de, oriente. II. Dr.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



Relatório de Defesa de Dissertação
Candidato: **Marcus Vinicius Pinto de Oliveira**

Aos 16/02/2017 às 14:00 horas, realizou-se na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão a Defesa de Dissertação de Mestrado sob o título: Uso de Animações em Flash para o Ensino do Movimento Harmônico Simples: Uma Opção de Ensino pelo candidato: **Marcus Vinicius Pinto de Oliveira**. Ao final dos trabalhos a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca:	Função	Instituição
Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro	Presidente	UFG
Prof. Dr. Nilton Luis Moreira	Titular	UFG
Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho	Titular	IF
Prof. Dr. Eduardo Sergio de Souza	Titular	UFG

Resultado Final: APROVADO.

Parecer da Comissão Julgadora:

Per unanimidade o candidato foi aprovado, entretanto com ressalva de que o texto da dissertação seja revisado.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar eu Milana Jacob da Silva representante do Programa de Pós Graduação em Ensino de Física lavrei o presente relatório que será assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Prof. Dr. Nilton Luis Moreira

Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho

Prof. Dr. Eduardo Sergio de Souza

Representante do PPG Milana Jacob da Silva

() Não houve alteração no título.

(X) Houve. O novo título passa a ser:

Objetos Digitais de Aprendizagem no Estudo das Oscilações Harmônicas: Contribuições ao Ensino de Física.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão – Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário – CEP: 75.704-020
Fone: (54) 3441-5393

Dedico este trabalho em especial a minha esposa Luciana e ao meu filho Pedro Vinicius, que de muitas formas me incentivaram e ajudaram para que fosse possível a concretização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha esposa, Luciana de Fátima Souto, a quem amo muito e que, com muita paciência, me ajudou durante todo o mestrado, me apoiando e incentivando a prosseguir sempre.

Agradeço ao meu filho Pedro Vinicius Souto de Oliveira, que é minha razão para estudar e me qualificar sempre, para que eu possa lhe garantir um futuro promissor e que possa seguir meu exemplo e se tornar pessoas de bem.

Aos meus pais Benedito Alves de Oliveira e Carmen Húmia Pinto de Oliveira, por sempre acreditarem em mim e me proporcionarem meios para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador professor Paulo Alexandre de Castro por, sempre, estar pronto a atender meus questionamentos e por toda a ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do MNPEF – Polo Catalão que me possibilitaram novos horizontes e novas possibilidades para o ensino de Física.

Aos meus colegas e amigos do mestrado e por todos os momentos que passamos juntos durante todo o período de aulas e viagens.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização desse mestrado e a SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física).

RESUMO

OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DAS OSCILAÇÕES HARMÔNICAS: CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA

Marcus Vinicius Pinto de Oliveira

Orientador: Prof. Paulo Alexandre de Castro

Resumo da Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação é um relato de experiência da elaboração, implementação e aplicação do presente produto educacional, que gerou a oportunidade de se investigar maneiras alternativas de se produzir um objeto de aprendizagem virtual, para o ensino do tópico da Física em geral denominado movimento harmônico simples (MHS). Desenvolvido na forma de *webpages* e contendo animações em *Adobe Flash* em páginas *html*, o produto educacional ilustra várias situações físicas/modelos físicos, moldadas(os) para o conteúdo MHS. O produto educacional visa a aprendizagem significativa desse tópico de física, buscamos estabelecer um caráter menos abstrato, que facilite e possibilite o processo de ensino-aprendizagem de sistemas físicos oscilatórios, com isso levando os alunos a reflexão dos conteúdos e melhor compreensão dos mesmos.

Palavras-chave: ensino de física, *objeto de aprendizagem*, aprendizagem significativa, *webpages*, mídia digital, professor.

Catalão-GO

Fevereiro / 2017

ABSTRACT

DIGITAL LEARNING OBJECTS IN THE STUDY OF HARMONIC OSCILLATIONS: CONTRIBUTIONS TO PHYSICAL EDUCATION

Marcus Vinicius Pinto de Oliveira

Advisor: Dr. Paulo Alexandre de Castro

Abstract of the Master's Dissertation submitted to the Post-Graduation Program of the Federal University of Goiás - Regional Catalão in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements for obtaining the Master's Degree in Physics Teaching.

This dissertation is an account of experience in the elaboration, implementation and application of the present educational product, which gave the opportunity to investigate alternative ways of producing a virtual learning object for the teaching of the topic of physics in general called simple harmonic movement (SHM). Developed in the form of webpages and containing animations in Adobe Flash on html pages, the educational product illustrates various physical situations / physical models, molded into the SHM content. The educational product aims at the meaningful learning of this topic of physics, we seek to establish a less abstract character, which facilitates and enables the teaching-learning process of oscillatory physical systems, thus leading the students to reflect the contents and better understanding of the them.

Keywords: physics teaching, learning object, meaningful learning, webpages, digital media, teacher.

Catalão-GO

February / 2017

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	xi
1.1 - A nossa proposta.....	15
1.2 - Por que simulações?	16
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	19
2.1 - Aprendizagem significativa.....	19
2.2 - Utilização da informática no ensino	25
2.2.1 - A utilização de simulações.....	25
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 - Adobe Flash.....	29
3.2 - HTML.....	30
3.2.1 - Arquivo Index.htm - Versão para download.....	30
CAPÍTULO 4 - PRODUTO EDUCACIONAL.....	34
4.1 - Página de apresentação	35
4.1.1 - Texto INÍCIO	35
4.1.2 - Texto MNPEF	36
4.1.3 - Texto Proposta	37
4.1.4 - Texto Um pouco de História	38
4.1.5 - Texto -A Física do MHS	40
4.1.6 - Manual do Professor	42
4.2 - Animações.....	47
4.2.1 - Introdução	47
4.2.2 - Cinemática do MHS	48
4.2.3 - Funções Horárias	51
.....	52
4.2.4 - Ângulo de fase inicial.....	52
4.2.5. Gráficos do MHS.....	53
4.2.6 – Osciladores	54
4.2.7 - Pêndulo Simples	55
4.2.8. Sistema massa-mola.....	56
4.2.9 - Pêndulo Simples - Oscilador.....	56
4.2.10 - Massa-mola – Oscilador	57

4.2.11 - Dinâmica do MHS.....	58
4.3 - Uma proposta de planejamento	59
4.3.1 - <i>Justificativa</i>	59
4.3.2 - <i>Público alvo</i>	59
4.3.3 - <i>Conteúdo físico</i>	60
4.3.4 - <i>Quadro sintético</i>	60
4.4 - Sugestão para a utilização de <i>aplicativos</i> , como reforço pedagógico.	62
4.4.1 - <i>Laboratório de pêndulos - PhET</i>	62
4.4.2 - <i>Massa e Molas - PhET</i>	63
CAPÍTULO 5 - O CPMG - HUGO DE CARVALHO RAMOS.....	65
CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Arquivos html - Versão para download	32
Figura 3.2 - Arquivos swf - Versão para download.....	33
Figura 4.1 - Página de apresentação do produto educacional	35
Figura 4.2 - Gráficos do MHS.....	42
Figura 4.3 - Botão para iniciar a apresentação do MHS	42
Figura 4.4 - Área de trabalho do produto educacional.....	43
Figura 4.5 - Botão reiniciar	43
Figura 4.6 - Aviso do sistema operacional – Windows	44
Figura 4.7 - Pedido de autorização para o Adobe Flash Player	44
Figura 4.8 - Animação faz a introdução dos conceitos do MHS.....	47
Figura 4.9 - Apresentação inicial dos gráficos do MHS	48
Figura 4.10 - Dispositivo que relaciona o MHS com o MCU.....	49
Figura 4.11 - Animação que relaciona MHS com o MCU	50
Figura 4.12 - Animação que relaciona as projeções ortogonais do MCU com o MHS.....	51
Figura 4.13 - Demonstração da Função horária da posição do MHS.....	52
Figura 4.14 - Relação do Ângulo de fase inicial com os quadrantes trigonométricos.....	53
Figura 4.15 - Animação dos gráficos do MHS	54
Figura 4.16 - Página de abertura do módulo “Osciladores”.....	54
Figura 4.17 - Demonstração do período de oscilação do pêndulo simples	55
Figura 4.18 - Demonstração do período de oscilação do sistema massa-mola	56
Figura 4.19 - Animações do Pêndulo simples	57
Figura 4.20 - Animações do sistema Massa-mola oscilador.....	57
Figura 4.21 - Dinâmica do MHS - transformação de energia	58
Figura 4.22 - Laboratório de Pêndulos- PhET.....	63
Figura 4.23 - Massas e Molas - PhET	63
Figura 4.24 - Pêndulo de Foucault	64
Figura 5.1 - Fachada do Colégio da Polícia Militar - Unidade HCR	65
Figura 5.2 - Hall interno - CPMG - Unidade Hugo de Carvalho Ramos	66
Figura 5.1 - Utilização do produto educacional na sala do 2º ano C.....	68

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Ensinar Física tem se mostrado um desafio constante, onde despertar o interesse de nossos alunos para que o processo de ensino-aprendizagem aconteça de maneira mais eficiente é um problema comum a todos os professores. Temos notado, em nossa experiência, de sala de aula, um crescente desinteresse por parte dos nossos alunos do ensino médio, em particular, pela disciplina de Física. Explicações e “políticas educacionais” não faltam para justificarem tal situação. Uma enorme preocupação que nos aflige são as aulas puramente conteudista, expositivas, privilegiando uma aprendizagem mecânica e desconexa com o cotidiano e a realidade do aluno. De acordo com Erthal e Gaspar (2006, p. 264).

Muitas são as críticas que costumam ser feitas ao currículo de Física do ensino médio em nossas escolas. Talvez a mais contundente seja o desligamento da realidade vivencial do aluno, o que tem como consequência a produção de textos e materiais didáticos tão ou ainda mais desligados dessa realidade.

Educar é fazer a mediação da aprendizagem e o papel do professor se torna imprescindível. Uma das tarefas dos professores consiste em buscar uma maneira, seja pela produção própria ou utilização de materiais didáticos disponíveis e adequados, materiais esses que podem apresentar vários formatos: textos (livros ou outros), experimentos, vídeos ou outros recursos imagéticos. Nas palavras de Fiolhais e Trindade (2003, p. 261).

Estamos no princípio de uma grande revolução na educação, uma revolução sem paralelo desde a invenção da imprensa escrita. O computador será o instrumento dessa revolução. Apesar de estarmos apenas no início, o computador como um instrumento de aprendizagem nas escolas é, atualmente, comparado com todos os outros modos de aprendizagem existentes.

De qualquer forma, o computador deveria ser um elemento comum no ensino e da maior parte de nossas vidas, não devemos ignorar a influência da *internet* como ferramenta, que tem grande potencial transformador na vida das pessoas (sociedade moderna). Na educação, podemos aliar o uso da *internet*, como um instrumento pedagógico, e/ou como um recurso dinamizador e facilitar o processo de ensino-aprendizagem em pesquisas e estudos de temas ligados às disciplinas.

Algo que, infelizmente, tem se verificado recorrente e insistente, e que nos causa profunda tristeza e grande preocupação, é o fato de que em sua maioria nossos alunos apresentam extrema dificuldade em abstrair, de construir uma ponte entre o modelo físico

e o modelo matemático. O conteúdo é interpretado como um monte de fórmulas jogadas ao acaso, onde se tem a ilusão de que a simples memorização das mesmas pode levá-lo a resolver uma determinada situação física.

Com a apresentação deste objeto digital de aprendizagem, produto dessa dissertação, pensamos ser possível fazer a ligação entre a formulação matemática com o fenômeno físico, tentando evitar o processo de memorização descontextualizada e sem sentido. É com essa intenção que criamos essas animações/simulações, dedicando todo nosso esforço em fazer uma ligação entre o abstrato e o concreto, conduzindo o processo de aprendizagem a transcorrer de forma mais natural e menos agressiva. Destacamos Fiolhais e Trindade (2003, p. 264).

O acesso a boas simulações contribui para solucionar algumas questões no ensino das ciências. De fato, os alunos que estão a formar e desenvolver o seu pensamento sobre determinadas matérias científicas encontram problemas típicos que podem ser resolvidos por ambientes de simulações orientados por preocupações pedagógicas.

O desenvolvimento deste objeto de aprendizagem virtual, é o resultado de um longo processo de aprendizado e pesquisa, que tem seu ápice e conclusão na minha busca pelo título de Mestre em Ensino de Física junto ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo Catalão na Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão (MNPEF-UFG/Regional Catalão). A ideia teve origem nas dificuldades encontradas por mim e pelos meus amigos/colegas (também professores de Física, e que ministram disciplinas da Física), quanto ao ensino de física, no ensino médio, referente ao conteúdo de “Movimento Harmônico Simples - MHS”. Com isso, me ocorreu que a utilização de mídias digitais (animações em *Adobe Flash* dentro de *webpages*, vídeos, etc.) poderia ser uma tentativa de nós professores, alcançar um público (alunos de instituições de ensino, sejam elas públicas ou privadas) que cada vez tem se mostrado mais distante/desinteressados.

Espera-se que, com a utilização de multimídias aliadas a uma ferramenta tão poderosa como a *internet*, possamos despertar em nossos os alunos o interesse pela Física. Imaginando tal estratégia, e utilizando objetos virtuais, cognitivos, ao invés de apenas quadro e giz, e buscando contemplar tais objetos em ambientes do ciberespaço, onde podemos atingir nosso público alvo, pela construção de uma ferramenta facilitadora, além de mediadora para a aprendizagem significativa dos alunos. Segundo Schnotz e Lowe (2003, p. 01).

Multimídia pode ser conceituada como uma combinação de múltiplos recursos técnicos com o propósito de apresentar informação representada em múltiplos formatos através de múltiplas modalidades sensoriais.

Na busca de uma metodologia que tenha como foco a aprendizagem significativa, nos deparamos com um outro desafio, que é a necessidade de despertar nos alunos a consciência para a realização adequada de pesquisas pela *internet*. Temos que esclarecer e conscientizar que o procedimento grandemente difundido entre os alunos de “*Control + C e Control + V*”, o famoso “Copiar e Colar”, assim como o hábito de imprimir páginas de textos retirados dos *sites*, sem referências e sem qualquer reflexão ou análise crítica por parte do aluno é um comportamento que não pode e não será tolerado, tampouco admitido, ainda mais com o grande debate, indisposição e problemas que o plágio tem causado na sociedade.

1.1 - A nossa proposta

Desde a década de oitenta, presenciamos e nos fascinamos com a evolução tecnológica, em particular a dos computadores e o seu impacto em nossa sociedade, bem como a crescente produção de *softwares* educativos, jogos e animações.

Não temos como negar essa influência em nosso cotidiano. Nosso primeiro contato com um computador, aconteceu no ano de 1984, foi com um CP 500 Color e a linguagem *BASIC*. Nesse período o foco era aprender a programar, dominar as linguagens de programação tais como *BASIC*, *COBOL*, *C*, entre outros. Dentro do contexto educação lembramos que a linguagem *LOGO* teve sua notoriedade. Na rede pública recebemos treinamento de como utilizá-lo e o objeto deste trabalho eram os alunos com dificuldade de aprendizagem.

Então veio a era do *Windows*, um sistema operacional, com uma interface amigável e que não se precisava entender de programação e com ele a era dos editores de texto, como o *Word Perfect*, o próprio *Word* do *Windows*, e a contribuição mais significativa a difusão e popularização do *World Wide Web (internet)*.

O impacto dessa revolução digital se mostra presente em nosso dia a dia, difícil ver uma pessoa que não está acompanhada de seu *smartphone* e não lide com tal tecnologia de maneira eficiente. A grande preocupação aqui para o professor é a investigação das possibilidades que esta revolução apresenta e devemos primeiro avaliar as consequências da utilização desse instrumento. Isto implica na produção/utilização de materiais com o

auxílio do computador e a avaliação deste material em algum momento. A ideia é que este material disponibilize determinado conteúdo, como proposta metodológica, concepção pedagógica do professor e dos interesses dos alunos envolvidos.

O tópico escolhido foi o comumente denotado na maioria dos livros didáticos de física, movimento harmônico simples (MHS), sendo este material projetado para o uso dos professores em suas aulas, e utilizado de maneira informal por estudantes do 2º e 3º ano do ensino médio.

O material aqui apresentado nessa dissertação, trata da criação e produção de animações/simulações, a serem usadas na *WWW* ou *internet* (distribuição em formato eletrônico) com o objetivo de ilustrar várias situações físicas, moldadas para a discussão deste tópico. Tendo a necessidade de alguns conhecimentos prévios, tais como, do movimento circular uniforme (MCU) e de funções trigonométricas.

A deficiência ou falta desses conteúdos se mostraram como fatores complicadores no aprendizado deste tópico em particular. Face a esta dificuldade é bastante comum este tópico de ondas não ser ensinado. A subtração pode trazer consequências ruins para a futura vida acadêmica dos alunos, pois tal conteúdo é base para a descrição matemática das oscilações harmônicas. Não concordando com essa premissa buscamos outras alternativas.

Como contornar esses obstáculos? Ideias e possibilidades são muitas, dentro deste universo de opções possíveis, e tomando como parâmetro minha facilidade no uso da informática, eu optei pelo uso da *internet* como o meio pedagógico e de simulações em *Adobe Flash*, como a ferramenta pedagógica.

1.2 - Por que simulações?

Nós humanos nos empenhamos em repassar nossos conhecimentos através do tempo, por meio de símbolos como as pinturas e posteriormente a escrita, conseguindo assim perpetuar e divulgar o conhecimento humano. Cotidianamente o computador, neste processo, tem se mostrado como um dispositivo tanto capaz de armazenar quanto em manipular a informação, proporcionando ainda sua publicação e divulgação pela da *internet*. No entanto sua utilização como uma ferramenta pedagógica ainda não foi implementada de forma eficiente e frequente.

O uso de simulações e animações, geradas por computador, com foco no ensino de Física, fica cada vez mais acessível, devido a popularização de novas linguagens desenvolvidas para a *internet*. A produção destas nos permite investigar suas nuances didáticas e proporcionar o desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem que sejam adequados a proposta do professor. De acordo com Tavares (2010, p.10) “[...] quando algo se movimenta em nosso campo de visão, a nossa atenção é despertada por esse evento e intuitivamente analisamos do que se trata esse acontecimento”.

Uma animação pode ser representação da forma lúdica do modelo real, algo que não pode ser obtido apenas com o quadro e o giz. Escolhemos esse caminho devido as dificuldades que nossos alunos têm, com as abstrações, desse conteúdo em particular. Uma parte tão pequena e tão problemática do conteúdo do 2º ano do ensino médio. Segundo Santos e Tavares (2003, p. 01).

As animações interativas, construídas a partir da modelagem de situações físicas de interesse pedagógico, têm se mostrado adequadas para introduzir o estudante em conteúdos nos quais ele não está familiarizado. Pode-se criar uma representação real ou ideacional de um fenômeno físico, apresentar aos estudantes as características do fenômeno para a observação, além de serem sensíveis aos critérios individuais, onde o aprendiz pode agir na modificação das condições iniciais e observar as respostas, relacionar grandezas e outros atributos pertinentes ao fenômeno físico.

Com simulações é possível explorar as novas modalidades/formas de recursos humanos e tecnológicos que podem dinamizar o trabalho/atividade de ensinar e pensar em (sistemas da) física, tanto em suas dimensões epistemológicas quanto institucionais. Utilizando, por exemplo, as linguagens computacionais (*Java*, etc.) e técnicas emergentes com as mídias digitais e/ou *webpages*, me remetem a um necessário desenvolvimento e atualização dos processos didáticos e comunicacionais, em permanente mudança/evolução.

O trabalho apresentado foi desenvolvido com o objetivo de investigar as possíveis maneiras de se produzir materiais didáticos alternativos/complementares na forma de animações, visando a aprendizagem de tópicos de física, no caso o MHS, pois permitem uma ampla gama de recursos visuais, que associados aos conceitos que estão sendo desenvolvidos pelo professor na forma de textos, discussões e vídeos permitem uma integração entre gráficos, imagens em movimento, medidas e outros, podendo assim leva-

rem os conteúdos de física à reflexão, com a criação de uma mídia digital que seja pertinente às atividades de cunho mais didático, dentro da metodologia e estratégias pedagógicas adotadas pelo professor. Destacamos Santos e Tavares (2003, p. 10).

A animação interativa sugere fortemente ser uma ferramenta capaz de agir na estrutura cognitiva modificando os conceitos subsunçores através de conexões significativas entre as ideias prévias dos alunos e a nova informação introduzida pela animação, servindo-se tanto para a determinação do conhecimento prévio como na ação continuada para se atingir a concepção defendida pelo orientador, qual seja, os conceitos aceitos pela comunidade científica.

Partindo do pressuposto que um veículo como a *internet*, que é utilizado pela maioria dos usuários (principalmente pelos jovens), sob a forma de diversão e entretenimento, se torne uma opção de estudo e que num ambiente de absoluta dispersão, eletividade e descontração, o acesso ao conhecimento, se nivela pela forma como os internautas acessam as redes procurando as satisfações imediatas, o prazer e o divertimento.

A proposta aqui é a criação de um conteúdo na *internet*, que possibilite/facilite o processo de ensino-aprendizagem de sistemas físicos oscilatórios com ferramentas existentes em nosso cotidiano para alunos do ensino médio, sabendo que isso é um grande desafio.

Espero que, os alunos e professores, ao navegar pelo material desse portal/*web-page*, encontrem conteúdos de fácil compreensão e apresentação (ensino) didaticamente, sem desmerecer as partes conceituais e matemáticas que descrevem o movimento.

Ao final da navegação pelas animações, desse portal, o professor, seja capaz de conduzir seus alunos a descrição dos fenômenos oscilatórios em termos de amplitude, período e frequência angular. Realizar de cálculos com movimento harmônico simples. Compreender e utilizar dos conceitos da energia para analisar o movimento harmônico simples. Reconhecer e realizar práticas do movimento harmônico simples.

Lembrando que este objeto virtual de aprendizado seja direcionado ao professor, um aluno dedicado, e autodidata também poderá navegar por estas *webpages* e alcançar os mesmos objetivos. De acordo com Tavares et al (2007 p. 133) “Define-se objeto de aprendizagem como um recurso (ou ferramenta cognitiva) autoconsistente do processo ensino aprendizagem, isto é, não depende de outros objetos para fazer sentido.”.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Desde as primeiras séries do ensino infantil até o ensino superior, há algo que permeia todo esse período de formação e que marca profundamente nossa cultura, um sistema baseado em avaliações, provas e testes, que exigem respostas diretas e imediatas. Um forte indício de que, salvo raras exceções, busca/requer apenas a memorização descontextualizada e um resultado momentâneo satisfatório unicamente àquele instante.

O conhecimento interiorizado pelo aluno não foi valorizado, nem necessário, tornando o processo insatisfatório no que diz respeito aos novos significados adquiridos, contando puramente com a utilização de resposta decoradas, condicionadas a simples estímulos e respostas. O aluno se encontra em uma situação na qual é mais prático decorar o conteúdo. Tal ato se converte em uma aprendizagem autômata e desconexa. Infelizmente vivemos essa realidade cotidianamente.

Com o intuito de evitar tal prática, este objeto virtual de aprendizagem foi baseado em estudos propostos por Ausubel e em sua teoria que dão suporte para justificar alguns procedimentos adotados.

2.1 - Aprendizagem significativa

David Paul Ausubel é provavelmente o autor que melhor desenvolveu propostas de soluções de problemas quanto a seus aspectos psicológicos, fundamentando-os com propriedade e direcionando-os para as possibilidades de novas atitudes e realizações originais. Sua teoria focaliza a aprendizagem cognitiva ou, mais especificamente a ***Aprendizagem Significativa***. Segundo sua orientação cognitivista, a aprendizagem significa a organização e a integração do material na estrutura cognitiva.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2010, p. 2)

O estudo dessas metodologias, em seus aspectos gerais leva em consideração um pressuposto teórico relevante e deve estar direcionado para um objetivo maior, que é a aprendizagem significativa e o direcionamento só é limitado pela criatividade. Entre estes

extremos, há uma série de considerações importantes a serem feitas, que não devem passar despercebidas. Segundo Mansini e Moreira (1982) O fato isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo.

A aprendizagem significativa é ancorada em dois aspectos bem definidos, o conteúdo que o professor pretende ensinar tenha significado para o aluno e que o aluno tenha a devida motivação para aprender tal conteúdo.

Sendo o conteúdo significativo para o aluno e, portanto, se relacionando com os conceitos prévios que já existam na sua estrutura cognitiva, tomando o cuidado para que o conteúdo não seja colocado de maneira arbitrária, ocorrerá a aprendizagem significativa. Caso se tenha um material potencialmente significativo para o aluno e o mesmo não tenha a devida motivação e o material não vir a ser potencialmente significativo, a processo será conduzido a uma aprendizagem mecânica. Finalmente, ao se apresentar um novo conteúdo, devemos partir de ideias mais abrangentes e na sequência fazer articulações com conceitos mais específicos. “Nessa perspectiva, Ausubel tomou como premissa que se fosse possível isolar uma única variável como a que mais influencia a aprendizagem ele seria o conhecimento prévio do aprendiz”. (MOREIRA, 2010, p. 17).

A teoria de Ausubel mantém constante atenção sobre a aprendizagem tal como ela ocorre, no cotidiano de nossas salas, escolas, onde o fator isolado decisivo e que influencia a aprendizagem é o conhecimento que o aluno possui, cabendo ao professor determinar isso de acordo e ao seu tempo. Partindo desse princípio, novas ideias e informações podem ser aprendidas e retiradas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e estabelecerão o início da fixação das novas ideias. “A estrutura cognitiva é considerada como uma estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados sendo uma estrutura dinâmica”. (MOREIRA, 2010, p. 5).

O conceito subsunçor, é o início dessas novas ideias na estrutura de conhecimentos do aluno, que se modificam, que permite dar significado a um novo conhecimento, e esse processo denomina-se diferenciação progressiva do conceito subsunçor.

Citamos Moreira (2010, p. 2):

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a

atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Durante a aprendizagem significativa, é possível que alguns conceitos que existam na estrutura cognitiva do aprendiz adquiram novos significados e passam a ser incorporados e relacionados, formando novos conceitos. “A programação do conteúdo deve explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes”. (MASINI; MOREIRA, 1982, p. 21).

A maneira como apresentamos o conteúdo nas simulações, apresentadas nessa dissertação, cria um paralelo entre o Movimento Harmônico Simples (MHS) e o Movimento Circular Uniforme (MCU), buscando explorar as equivalências entre as grandezas pertinentes ao desenvolvimento desses dois assuntos.

Na maioria das vezes os alunos não possuem os conhecimentos prévios referentes ao assunto apresentado, adequados para a aquisição de um novo conhecimento. Organizadores prévios são o início do processo de aprendizagem, colocados a um alto nível de abstração com grande generalização e inclusão do conteúdo a ser aprendido, de forma a facilitar a aprendizagem significativa. Os organizadores prévios têm como objetivo funcionar como elementos que permitam a ligação entre o conhecimento que o aluno já possui e aquele que deverá adquirir e, portanto, ter uma aprendizagem significativa mediante o novo conteúdo.

Porém para Masini e Moreira (1982, p. 11-12):

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. (...) Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido.

Nesse contexto é aconselhável, que o professor, verifique a existência dos conceitos básicos, a respeito do movimento circular uniforme e noções básicas de trigonometria. Se perceber a defasagem destes conteúdos, reservar um primeiro momento para uma rápida revisão.

De acordo com Masini e Moreira (1982, p. 41):

Um dos maiores trabalhos do professor consiste, então, em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das disciplinas e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos e princípios.

Neste objeto virtual de aprendizagem, utilizamos animações em *Adobe flash*, para demonstrar as equações do MHS a partir do MCU, conteúdo geralmente apresentado na primeira série do ensino médio. O produto gerado nessa dissertação consiste de algumas animações que apresentam movimento circular, periódico, que são utilizados inicialmente como ferramenta para a apresentação dos os conceitos de oscilação, período, frequência, posição, velocidade e aceleração do MHS e a partir desse momento, estabelecer as relações do movimento com as suas equações que o regem, indo de aspectos qualitativos para quantitativos procurando não despertar a antipatia de meus alunos.

Portanto, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser bloqueadora. (MOREIRA, 2010, p. 7).

Para que aconteça a aprendizagem significativa, deve-se organizar o conteúdo, a ser trabalhado em sala, de modo que apresentemos inicialmente as ideias mais gerais, e inclusivas e na sequência colocarmos conceitos mais específicos e inclusivos. “[...] as animações interativas seriam de acordo com a aprendizagem significativa, um organizador prévio adequado. Assim, poderiam atuar sobre os subsunçores, tidos como sendo ideias, conceitos, entendimento, proposição, [...]”. (MOREIRA, 1983, p. 20-22).

O *objeto virtual de aprendizagem*, construído nessa dissertação, é apresentado inicialmente ao aluno em uma visão mais abrangente do assunto oscilações. Por meio deste objeto, composto por simulações, é possível demonstrar e relacionar vários aspectos do MHS. Conduziremos os alunos para que possam estabelecer as relações do movimento com as equações do MHS e gradativamente detalhando suas funções horárias, osciladores Massa-Mola e Pêndulo Simples. Por fim, apresentamos os conceitos de energia de forma qualitativa e quantitativa.

Para Ausubel o armazenamento de informações no cérebro humano é altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos, de conhecimento são ligados a conceitos mais gerais, mais inclusivos, por outro lado Ausubel, sugere que se utilize os organizadores prévios para que sirvam como um ponto de fixação para o novo processo de aprendizagem e conseqüentemente a facilitar a mesma.

Quando buscamos fundamentar essa dissertação na aprendizagem significativa o fazemos direcionando para a criatividade, fazendo o necessário para delimitar e observar alguns fatores que influenciam na solução de problemas, o que na realidade é o pressuposto mais relevante desta metodologia, onde o objetivo maior é o direcionamento do

educando, e a valorização e orientação a sua criatividade dentro de um contexto de assimilação de informações significativas, facilitando assim o processo de resolução de problemas.

Segundo Masini e Moreira (1982, p. 23-24), destaca-se:

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina. Acredita que esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados a um aluno, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas.

Alguns fatores devem ser observados, os que dizem respeito a variáveis inerentes à pessoa, aos processos mentais e práticos a serem desenvolvidos na solução de um problema. Os aspectos intrapessoais, inteligência, capacidade de discernimento. O conteúdo a ser aprendido tem que ser relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal. O aprendiz tem que manifestar uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária ao que lhe é apresentado. Se alguns destes fatores não forem satisfeitos, tanto o processo de aprendizagem, como seus produtos serão mecânicos (ou automáticos), o que implicará em uma aprendizagem não significativa.

Os tipos de aprendizagem significativa a que Ausubel se refere são: representacional, de conceitos e proporcional. Define a aprendizagem representacional como sendo a que envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos)

A aprendizagem de conceitos que é uma forma de aprendizagem representacional, já que os conceitos também são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos criteriosais (essenciais) dos referentes, representam regularidades em eventos ou objetos. (MOREIRA, 1983, p. 32-33).

Esta, em particular, modelo de aprendizagem em que se baseia o nosso objeto de pesquisa, que é a forma que estamos procurando, ou seja, conduzir os nossos alunos para que aprendam através do estudo dos conceitos.

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível. (MOREIRA, 2010, p. 16).

De acordo com Moreira (1983) quando o indivíduo adquire maturidade intelectual suficiente para compreender conceitos e proposições apresentadas verbalmente, sem as ilustrações empírico-concretas e não dispõe dos subsunçores necessários à aprendizagem significativa, evidencia-se a necessidade dos organizadores prévios que servirão de elo entre o conhecimento que o aluno já possui e o que ele precisa adquirir, ou então a aprendizagem será meramente mecânica, ou seja; novo material de estudo ficará armazenado na estrutura cognitiva de maneira desconexa, dificultando a retenção.

Geralmente isso acontece com a disciplina de física, pois se o professor não tiver a devida preocupação em investigar o conhecimento que o aluno já possui e a partir daí trabalhar com os esses conhecimentos, pode ter como resultado uma aprendizagem mecânica.

Portanto, segundo a teoria de Ausubel o professor tem o papel de facilitador da aprendizagem significativa e envolve quatro tarefas fundamentais, a saber:

- Determinar a estrutura conceitual e proporcional da matéria de ensino, ou seja, fazer um mapeamento da estrutura conceitual do conteúdo e organizá-lo sequencialmente de acordo com esta estrutura. Deve-se preocupar com a “qualidade” e não com a “quantidade” do conteúdo.
- Identificar os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, ou seja, aquilo que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender o conteúdo que se vai ensinar.
- Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, determinar dentre os subsunçores especificamente relevantes, (...) quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.
- Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitam a passagem da estrutura conceitual da matéria de ensino para a estrutura cognitiva do aluno de maneira significativa. Cujas tarefas é de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura cognitiva de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva área de conhecimento a que se predispõe aprender. (MOREIRA, 1983, p. 57-59).

Tanto a aprendizagem receptiva como a aprendizagem por descoberta podem levar à aprendizagem significativa. A aprendizagem, receptiva, é quando o conteúdo principal a ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existente na estrutura cognitiva. Logo, tanto a aprendizagem receptiva ou por descoberta será significativa, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária a estrutura cognitiva estrutura hierárquica de conceitos na mente do indivíduo. (MOREIRA, 1983, p. 17-19).

Desde o momento em que houve o interesse pela utilização de animações ou de outras ferramentas capazes de fazer a transição entre o abstrato e o concreto, nos deparamos com inúmeros *applets*, em todas as áreas da física, mas que serviam como exemplo, uma complementação, dando a possibilidade ao professor, de até criar, se for de seu interesse, um laboratório virtual. Mas não encontrei algo que criasse um caminho que fizesse a transição entre a observação do movimento e a dedução das equações matemáticas. Um dos objetivos era criar um meio de imbuir no aluno esses conceitos e equações não tornando apenas mais um conteúdo para ser “decorado”.

Com a utilização destas simulações/animações e de alguns *applets* já existente e com um planejamento adequado espero atingir esse patamar.

2.2 - Utilização da informática no ensino

As TIC¹ tem se mostrado um artifício cada vez mais frequente no processo de ensino-aprendizagem e com a crescente evolução e miniaturização dos componentes eletrônicos, os dispositivos computacionais invadem e se apropriam, dia após dia, um espaço maior em nossas vidas e inegavelmente vem conquistando um espaço cada vez maior em nossas salas e aulas.

Temos experimentado nos últimos anos, uma explosão de tecnologia, o que nos dias de hoje, nos permite ter basicamente um computador na palma da mão e informações de todo o mundo ao nosso alcance, nesse processo não utilizar computadores nos processos de aprendizagem para mim hoje é inconcebível.

2.2.1 - A utilização de simulações

No final dos anos 80 foi criada a *word wide web* (WWW), se tornando popular nos anos 90 e sucessivamente, com uma nova geração de computadores e tecnologias ofereceram um mundo totalmente novo e trazendo novas perspectivas de ensino. Atualmente, há uma conexão muito intensa entre o indivíduo e a informação, por intermédio

¹ **Tecnologias da informação e comunicação** é uma expressão que se refere ao papel da comunicação (seja por fios, cabos, ou sem fio) na moderna tecnologia da informação. Entende-se que TIC consistem de todos os meios técnicos usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação, o que inclui o hardware de computadores, rede, celulares, bem como todo software necessário. Em outras palavras, TIC consistem em TI bem como quaisquer formas de transmissão de informações < <http://foldoc.org/Information+and+Communication+Technology>> Acesso junho 2016.

da *internet*, tornando *smartphones* e computadores fontes de acesso individualizado e simultaneamente globalizado, tornando tais dispositivos inerentes e recorrentes entre nossos alunos.

Alguns fatores que cotidianamente me preocupa é o alto grau de abstração que envolve os conceitos desta disciplina, a desmotivação e desinteresse de nossos alunos que a cada ano se torna maior.

Talvez a utilização de um mediador apropriado, nesse novo contexto, seja um *software* ou uma animação podem facilitar o ensino, porém vale ressaltar que não se trata de uma garantia de sucesso absoluto. Entretanto, a ascensão das TIC tem se mostrado promissora e tem dado sinais que este pode vir a resolver alguns desses problemas. O uso das TIC pode se tornar uma solução em potencial.

Atualmente, existe uma incontável gama de *softwares* e outras ferramentas computacionais que possibilitam ao aluno construir modelos, lembrando ainda que tais modelos podem ter a forma de um jogo, fazendo com que conceitos abstratos de difícil assimilação nos métodos tradicionais, se tornem mais fácil com o uso de softwares.

Como alternativa, pela busca de resultados na aquisição de conhecimento, através da aprendizagem significativa, optamos por utilizar simulações que foram desenvolvidas em *Adobe Flash*.

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contra intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real. Os computadores modernos oferecem inegavelmente um grande número de possibilidades para ajudar a resolver alguns problemas concretos do ensino das ciências. (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 260).

Um ponto relevante e positivo do uso de simulações é a possibilidade de explorar os conceitos de um determinado assunto da Física, sem ter de recorrer imediatamente a matematização do fenômeno.

De fato, os alunos que estão a formar e desenvolver o seu pensamento sobre determinadas matérias científicas encontram problemas típicos que podem ser resolvidos por ambientes de simulação orientados por preocupações pedagógicas. Tal pode ser feito numa fase inicial da aprendizagem dessas matérias pois os alunos não necessitam de dominar todo o formalismo matemático subjacente para explorar uma dada simulação. (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 264)

O uso de simulações pode, ainda, estabelecer um caráter lúdico que ajudará no processo de aquisição desses conceitos. Na idealização destas simulações, foi adotado como premissa que o professor conduzirá o aluno, tornando a discussão dos conceitos apresentados uma experiência individualizadora e significativa.

Por fim, acreditamos que existe uma grande lacuna entre a observação do movimento até a obtenção e utilização das equações matemáticas que descrevem o MHS. E é diminuindo esse caminho, que optamos pela a simulação dos movimentos, onde o aluno possa adquirir os conceitos abordados de forma significativa.

CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

A partir deste capítulo, a linguagem deste trabalho adquire um caráter mais pessoal porque, nele, se propõe a relatar a experiência do autor desta dissertação enquanto docente do Ensino Médio.

O produto educacional apresentado nessa dissertação surgiu da minha dificuldade em trabalhar o conteúdo de movimento harmônico simples com meus alunos. Conteúdo esse que tem um alto grau de abstração, muitos elementos matemáticos (em particular trigonometria), o que na concepção de meus aprendizes, não passava de um monte de fórmulas para serem decoradas, o que levava a uma memorização desconexa de fórmulas e uma aprendizagem meramente mecânica.

Com o intuito de contornar esse obstáculo, me dediquei a buscar um caminho alternativo, que acabou a me conduzir para a utilização de animações. Esse processo teve seu início, por volta do segundo semestre de 2010. Iniciei a busca de um programa que viesse a fornecer os elementos para que eu pudesse criar um meio de que me ajudasse reverter essa situação.

Minha busca, dentro de minhas possibilidades foi incansável, conheci um pouco do *3D Studio Max*², um passo um tanto otimista e ambicioso, mas se tratava de um programa muito complexo, e com a minha carga horária de professor do ensino médio, se tornou inviável. Busquei por outras ferramentas de animação, quando em certa data, me deparei com um *banner animado*, e me informando, fiquei sabendo que se tratava de *Adobe Flash*.

Me informei se era muito difícil de se trabalhar com este programa e obtive resposta encorajadoras. Comecei a pesquisar e dar meus primeiros passos, com essa ferramenta, no segundo semestre de 2010, caminho este que me conduziu até aqui, onde fui capaz de confeccionar este produto educacional e suas animações em *Adobe Flash* e um pouco de linguagem *html*.

² 3D Studio Max) é um programa de modelagem tridimensional que permite renderização de imagens e animações. Sendo usado em produção de filmes de animação, criação de personagens de jogos em 3D, vinhetas e comerciais para TV, maquetes eletrônicas e na criação de qualquer mundo virtual.
Disponível em: <<http://www.evolutecursos.com.br/cursos/3d-studio-max/>>

3.1 - Adobe Flash

Sua tecnologia se encontra presente na *internet* há alguns anos, sua utilização pode ser desde um simples *site* amador até *sites* de grandes empresas. O grande êxito, na minha opinião, se deve ao fato de ter um alto poder de processamento multimídia e *gerar arquivos pequenos*, o que facilita sua transferência (download). Essa foi uma característica que muito me atraiu para esse formato, por exemplo o arquivo que disponibilizei para download possui apenas 8,10 MB, pequeno para os padrões atuais da *internet*. Outro fator que culminou nesta escolha foi o fato de produzir as animações quadro a quadro, sem precisar aprender nenhuma linguagem, muito útil devido à minha carga horária, como professor do ensino médio.

Esta ferramenta nos permite criar banners animados (faixas animadas), anúncios para páginas da *internet*, vídeos, menus interativos, desenhos animados, arquivos executáveis, *gifs animados*³, não havendo limites para a criação. Na criação com *Adobe Flash* o limite é a imaginação e a capacitação dos designers ao criarem seu conteúdo.

O Adobe Flash é uma ferramenta utilizada para criar apresentações, animações, jogos, interfaces, aplicações e outros conteúdos que permitam interação com o utilizador. As aplicações desenvolvidas em Flash podem incluir imagens, som, vídeo e efeitos especiais. Graças à utilização de imagens vectoriais, os ficheiros Flash ficam com um tamanho reduzido, pelo que os conteúdos gerados com esta ferramenta se integram bem num meio como a Web. As imagens vectoriais necessitam de menos memória e capacidade de armazenamento porque são representados através de fórmulas matemáticas. (Lopes, 2006, p. 06).

O *Adobe Flash* é uma ferramenta que permite a criação e edição de imagens vectoriais, com animação, som e interatividade, possibilita a criação de efeitos avançados em arquivos bastante pequenos.

As imagens vectoriais não são geradas por meio da combinação de pontos de imagem, e sim criadas a partir de cálculos matemáticos executados pelo computador. Isto significa que os arquivos que contém essas imagens armazenam somente as fórmulas matemáticas que representam formas, curvas e cores, e, portanto são muito pequenos. Assim, um ar-

³ Um GIF (*Graphics Interchange Format* ou formato de intercâmbio de gráficos, é um formato de imagem muito usado na *internet*, e que foi lançado em 1987 pela *CompuServe*) animado é o termo dado às animações formadas por várias imagens compactadas numa só. É utilizado para compactar objetos em jogos eletrônicos, para usar como *emoticons* em mensageiros instantâneos e para enfeitar *sites* na *internet*. Este formato de arquivo atualmente é amplamente utilizado na web por causa do seu tamanho compacto. No entanto, este formato possui uma paleta limitada de cores (256 no máximo), impedindo o seu uso prático na compactação de fotografias. Por causa desta limitação o formato GIF é utilizado para armazenar ícones, pequenas animações ou imagens com áreas extensas de cores chapadas. Fonte Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format> acessado 06/05/16.

quivo que contenha o desenho de um círculo com 1 centímetro de diâmetro terá exatamente o mesmo tamanho se o círculo tiver 20 centímetros. Outra vantagem é que, ao serem ampliadas, não perdem absolutamente nada em qualidade. A desvantagem das imagens vetoriais é a impossibilidade de representar imagens mais complexas e realistas com qualidade fotográfica. (Furlan, 2009, p. 06).

3.2 - HTML

Html (abreviação para a expressão inglesa *Hyper Text Markup Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto) é uma linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na *Web*. Documentos *html* são ser interpretados por navegadores.

3.2.1 - Arquivo Index.htm - Versão para download

```
<head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=utf-8" />
  <title>Física - MHS - Prof Marcus Vinicius P Oliveira</title>
  <script src="Scripts/swfobject_modified.js"
type="text/javascript"></script>
</head>

<body>
  <div align="center">
    <object classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-
444553540000" width="1024" height="768" id="FlashID" ti-
tle="intMHS">
      <param name="movie" value="swf/Index.swf"
/>
      <param name="quality" value="high" />
      <param name="wmode" value="opaque" />
      <param name="swfversion" value="6.0.65.0"
/>
```

```

        <!-- Esta tag param solicita que os usuá-
        rios com o Flash Player 6.0 r65 e versões posterio-
        res baixem a versão mais recente do Flash Player.
        Exclua-o se você não deseja que os usuários vejam o
        prompt. -->
        <param name="expressinstall" value="Scripts/ex-
        pressInstall.swf" />
        <!-- A tag object a seguir aplica-se a
        navegadores que não sejam o IE. Portanto, oculte-a
        do IE usando o IECC. -->
        <!--[if !IE]>-->
        <object type="application/x-shockwave-
        flash" data="swf/Index.swf" width="1024"
        height="768">
                <!--<![endif]-->
                <param name="quality"
        value="high" />
                <param name="wmode" value="opaque"
        />
                <param name="swfversion"
        value="6.0.65.0" />
                <param name="expressinstall"
        value="Scripts/expressInstall.swf" />
                <!-- O navegador exibe o seguinte
        conteúdo alternativo para usuários que tenham o
        Flash Player 6.0 e versões anteriores. -->
                <div>
                        <h4>O conteúdo
        desta página requer uma versão mais re-
        cente do Adobe Flash Player.</h4>
                        <p><a
        href="http://www.adobe.com/go/getflash-
        player"></a></p>
                </div>

```

```

        <!--[if !IE]>-->
        </object>
        <!--<![endif]-->
    </object>
    <script type="text/javascript">
    <!--
    swfobject.registerObject("FlashID");
    //-->
    </script>
</body>
</html>

```

Todo o *site*, bem como o arquivo para download está estruturado em páginas *html* e arquivos *swf* (extensão dos arquivos *Adobe Flash*) em uma estrutura relativamente simples. Uma pasta e dentro os arquivos *html* e *swf*, como mostrado na figura abaixo.

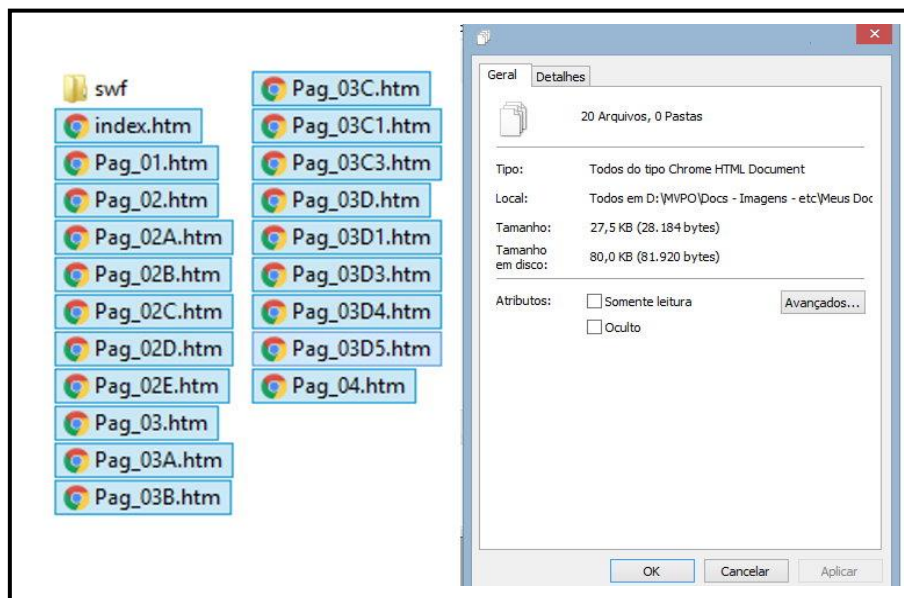


Figura 3.1 - Arquivos html - Versão para download
Fonte: Captura de tela - Explorador de arquivos - Windows

Os arquivos *html*, que são apenas texto, tem tamanho reduzido e são codificados para se comportarem como um encapsulamento dos arquivos *swf*, para que possam ser abertos em qualquer lugar da *internet*, pelos principais navegadores como, *Internet Explorer*, *Chrome* e *Mozilla Firefox*.

Já os arquivos *swf*, são as animações/simulações em si, tendo um tamanho maior em relação aos arquivos *html*. Mas esse tamanho ainda é considerado pequeno, em média 0,3 Mb, em relação aos padrões atuais da *web*.

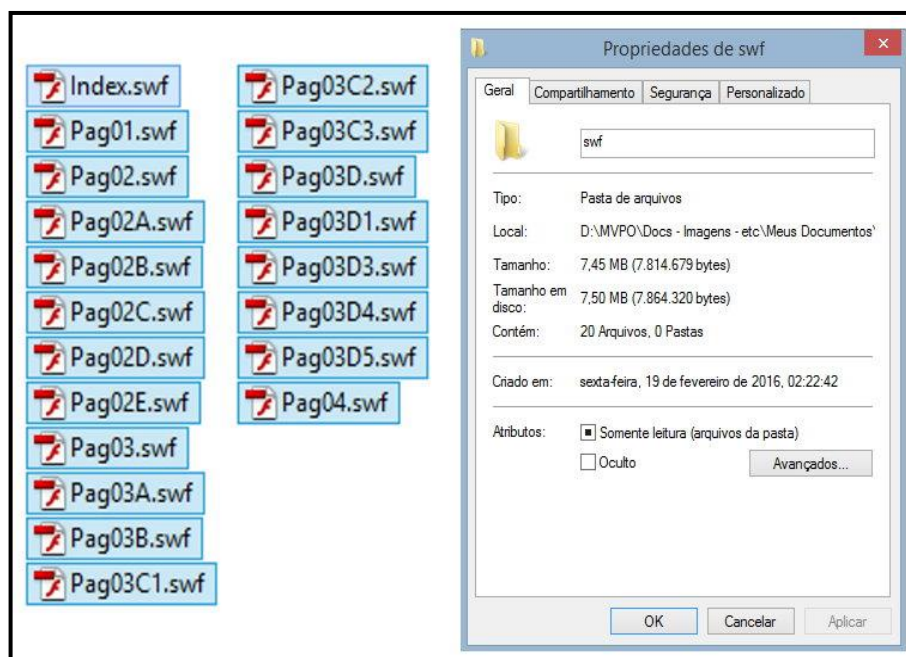


Figura 3.2 - Arquivos swf - Versão para download
Fonte: Captura de tela - Explorador de arquivos - Windows

As simulações foram dimensionadas para a resolução de 1024/768 pixels, poderia ter usado qualquer resolução más, foi pensando em *datashows*, que são bastante comuns atualmente, e que em sua maioria possuem no máximo essa resolução, foi o principal motivo pela adoção de tal padrão de resolução, mas se for um problema, sempre podemos utilizar o ajuste de zoom dos navegadores. As simulações, deste produto educacional, não funcionam em celulares com sistema *Android* ou *IOS* da *Apple*, devido a uma incompatibilidade do *Adobe Flash* com os referidos sistemas operacionais, lembramos que este produto educacional foi elaborado, tendo o professor como o agente mediador, e a sala de aula como o local onde ocorre o processo de aprendizagem.

CAPÍTULO 4 - PRODUTO EDUCACIONAL

A construção da sequência didática deste produto foi delimitada, tendo como foco o estudante do ensino médio, através de um estudo dos livros que atendem esse estágio de ensino, livros como *Os Fundamentos da Física* - Ramalho, Nicolau e Toledo, *Tópicos de Física* - Helou, Gualter e Newton, *Alicerces da Física* - Carlos, Kasuito e Fuke, *Física Clássica* - Calçada e Sampaio, *Física* - Alvarenga e Máximo, entre outros. Dispusemos a sequência das animações da seguinte forma:

Página de apresentação;

Introdução;

Cinemática do MHS;

Função horária da posição;

Função horária da velocidade;

Função horária da aceleração;

Ângulo de fase inicial;

Gráficos do MHS;

Osciladores;

Pêndulo simples;

Sistema massa mola;

Pêndulo simples - Oscilador

Massa mola - Oscilador

Dinâmica do MHS

Mas a versatilidade deste produto é que o professor pode acessar qualquer desses tópicos na ordem que julgar mais adequada ao seu planejamento e ao interesse de seus alunos.

4.1 - Página de apresentação

Nesta página é feita uma apresentação do produto educacional, é feita uma breve descrição da trajetória que me levou a produção deste produto, um texto sobre o MNPEF, uma proposta que me levou a percorrer esse caminho, um pouco da história das oscilações, uma pequena introdução à física do MHS, e um manual do professor. Textos esses que serão apresentados a seguir.



Figura 4.1 - Página de apresentação do produto educacional
Fonte elaborada pelo autor

4.1.1 - Texto INÍCIO

Esse portal é o produto educacional, resultado de um longo processo de aprendizado e pesquisa, que tem seu ápice e conclusão minha busca pelo título de Mestre em Ensino de Física junto ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo Catalão na Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão (MNPEF-UFG/Regional Catalão). A ideia teve origem nas dificuldades encontradas pelos meus colegas (também professores de Física, e que ministram disciplinas da Física), quanto ao ensino de física, no ensino médio, referente ao conteúdo de “Movimento Harmônico Simples”. Com isso, me ocorreu que a utilização de mídias digitais (animações em *Adobe Flash* dentro de

webpages, vídeos, etc.) poderia ser uma tentativa nossa, de nós professores, para alcançar um público (alunos de instituições de ensino, sejam elas públicas ou privadas) cada vez tem se mostrado mais distante e desinteressado.

Hoje nós professores, e educadores em geral, não podemos mais ignorar a influência da *internet* na vida das pessoas (sociedade moderna). Na educação, podemos aliar essa ferramenta que pode ser utilizada para pesquisas e estudos de temas ligados às nossas disciplinas, como um aliado/recurso para dinamizar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Talvez, com a utilização de metodologias aliadas a uma ferramenta tão poderosa como a *internet*, possamos voltar a alcançar os alunos. Imaginando tal estratégia, e utilizando objetos lúdicos, cognitivos, ao invés do abstrato quadro e giz, e buscando contemplar tais objetos em ambientes de ciberespaço, onde podemos atingir nosso público alvo, se transformando em uma ferramenta facilitadora, além de mediadora para a aprendizagem significativa de meus alunos.

De encontro com a isso, nos deparamos com um outro desafio, que é a necessidade de despertar nos alunos a consciência para a realização adequada de pesquisas pela *internet*. Em outras palavras, temos que esclarecer e conscientizar que o procedimento grandemente difundido entre os alunos de “*Control + C e Control + V*”, o famoso “Copiar e Colar”, assim como o procedimento/hábito de imprimir páginas de textos retirados dos *sites*, sem referências e sem qualquer reflexão ou análise crítica por parte do aluno é um comportamento que não pode e não será tolerado, tão pouco admitido, ainda mais com o grande debate, indisposição e problemas que o plágio tem causado para sociedade.

4.1.2 - Texto MNPEF

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física. É uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) com o objetivo de coordenar diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo é capacitar em nível de mestrado uma grande fração de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de

ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência deste Programa pretende ser nacional e universal e estar presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, este Programa estará organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerão as orientações das dissertações e serão ministradas as disciplinas do currículo. Fica igualmente claro que o esforço necessário para este mestrado requer também a participação e/ou colaboração de centros já existentes onde ocorrem mestrados profissionais em ensino de Física.

Fonte: <www.sbfisica.org.br/~mnpef/>

4.1.3 - *Texto Proposta*

- Explorar as novas modalidades/formas de recursos humanos e tecnológicos que pode dinamizar o trabalho/atividade de ensinar e pensar em (sistemas da) física, tanto em suas dimensões epistemológicas quanto institucionais. Utilizando, por exemplo, as linguagens computacionais (*Java*, etc.) e técnicas emergentes com as mídias digitais e/ou *webpages*, me remetem a uma necessária desenvolvimento e atualização dos processos didáticos e comunicacionais, em permanente mudança/evolução.
- Aliar o conteúdo de física à reflexão, com a criação de uma mídia digital que seja pertinente às atividades de cunho mais didático, como a utilização de multimídias nas estratégias pedagógicas. Partindo do pressuposto que um veículo como a *internet*, que é utilizado por grande parte dos usuários (formada principalmente pelos jovens), sob a forma de diversão e entretenimento, se torne uma opção de estudo e que num ambiente de absoluta dispersão, eletividade e descontração, o acesso ao conhecimento, se nivela pela forma como os internautas acessam as redes procurando as satisfações imediatas, o prazer e o divertimento.

O desafio/proposta, aqui, é a criação de um conteúdo na *internet*, que possibilite/facilite o processo de ensino-aprendizagem de sistemas físicos oscilatórios com ferramentas existentes em nosso cotidiano.

Espero que, os alunos e professores, ao navegar pelo material desse portal/*web-page*, encontre um conteúdo de fácil compreensão e apresentação (ensino) didaticamente, sem desmerecer as partes conceituais e matemáticas que escrevem o movimento. Em participar, para o aluno espero que ao final da navegação pelas animações, desse portal, ele seja capaz de:

- Descrever fenômenos/sistemas oscilatórios em termos de amplitude, período e frequência angular;
- Fazer cálculos com movimento harmônico simples;
- Utilizar conceitos da energia para analisar movimento harmônico simples;
- Reconhecer realizações práticas do movimento harmônico simples.

4.1.4 - Texto Um pouco de História

Um pouco de História

Pode não parecer, mas os movimentos harmônicos simples estão presentes em vários aspectos de nossas vidas, ainda que nem sempre sejam visíveis (aos olhos de pessoas não iniciadas na Física), tais como nos movimentos do pêndulo de um relógio, de uma corda de violão ou de uma mola que compõe a suspensão de um carro, os conhecemos contudo não nos damos conta da complexidade destes movimentos Estes movimentos tem uma característica marcante, realizam um processo de "vai e vem" em torno de uma posição de equilíbrio, sendo caracterizados por um período e por uma frequência.

O movimento harmônico simples é variado, sua velocidade varia com o tempo, porém não pode ser considerado uniformemente variado, já que a aceleração não é constante. Se analisarmos uma mola, por exemplo, veremos que nos extremos de sua posição, sua velocidade é anulada e é máxima no ponto central de seu movimento.

Um dos percursores do estudo do movimento harmônico simples foi Galileu Galilei, que nasceu em 1564, na Itália, Galileu foi de extrema importância na (e para a) Revolução Científica ao contribuir para várias áreas da física e da astronomia. Uma das contribuições mais importantes de Galileu foi o desenvolvimento do método científico, além do estudo de vários sistemas e fenômenos da física através da linguagem matemática.

De acordo com a história, o interesse por pêndulos surgiu quando assistia a uma missa na Catedral de Pisa, na época em que frequentava a Universidade local. Galileu

observou a forma como os candelabros da Catedral oscilavam e ficou surpreso pelo facto de candelabros com uma amplitude de oscilação maior parecerem levar o mesmo tempo a percorrer a uma determinada distância que candelabros com menor amplitude.

Só em 1602 é que Galileu apresentou pela primeira vez a ideia do isocronismo de pêndulos, isto é, que o período de oscilação de um pêndulo é independente da sua amplitude (para ângulos $\leq 15^\circ$). Esse foi o início do estudo do movimento harmônico simples.

Galileu investigou as características de pêndulos e chegou à conclusão não só que eram isócronos, (recorrente a intervalos regulares e iguais de tempo), como também voltavam praticamente à altura a que tinham sido abandonados, o que hoje se admite como manifestação da conservação de energia, um conceito ainda não introduzido na época. Além disso, observou que pêndulos mais leves cessavam a sua oscilação mais rapidamente que os que possuíam pesos maiores e que o quadrado do período de oscilação é proporcional ao comprimento do pêndulo.

Os relógios que estavam à disposição no tempo de Galileu eram pouco precisos. Tratavam-se de relógios mecânicos que substituíram os relógios de água e foram sendo aperfeiçoados, ficando cada vez menores e mais precisos, contudo eles se adiantavam ou atrasavam de forma imprevisível, o que os fazia inadequados até para observações astronômicas.

Quando Galileu já estava completamente cego, ocorreu-lhe que talvez fosse possível adaptar o pêndulo a relógios, utilizando pesos ou molas. Foi a descoberta de Galileu que permitiu o florescer de novos relógios muito mais precisos, porque o período do pêndulo depende do seu comprimento, uma variável fácil de controlar, ao invés da sua amplitude, como se julgava e que é de difícil controle.

A aplicação deste princípio encontra-se patente tanto nos antigos relógios de pêndulo quanto nos relógios em que oscila uma mola, depois da sua morte, Christiaan Huygens, autor que também demonstrou que o pêndulo não é precisamente isócrono, publicou um livro em que descrevia o relógio de pêndulo, marcando efetivamente o início do desenvolvimento destes aparelhos.

Graças às contribuições de Galileu e Huygens, podemos marcar nosso tempo com precisão, entre outras contribuições desta notável pessoa à ciência moderna.

Texto de Natacha Violante Gomes Leite, disponível em <<http://historiadafisicauc.blogspot.com.br/2011/06/galileo-e-o-pendulo.html>> acessado em junho de 2015.

OSCILAÇÕES

Segundo Tavares (2004, p.2):

Quando o movimento de um corpo descreve uma trajetória, e a partir de um certo instante começa a repetir esta trajetória, dizemos que esse movimento é periódico. O tempo que o corpo gasta para voltar a percorrer os mesmos pontos da trajetória é chamado de período. No nosso cotidiano existem inúmeros exemplos de movimento periódico, tais como o pêndulo de um relógio ou um sistema massa-mola, quando um desses conjuntos descrevem um vai e vem em torno das suas posições de equilíbrio.

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Uma grandeza importante no (MHS) movimento oscilatório é a frequência, ou número de oscilações completadas por unidade de tempo. O símbolo é f e se o tempo for medido em segundos, a unidade é o *hertz* (hz - por segundo), lembrando o que também pode ser medido em minutos, onde a unidade seria a rpm (por minuto), sendo que este último não é muito usual nos livros texto do ensino médio, resumindo:

$$1 \text{ hertz} = 1 \text{ hz} = 1 \text{ oscilação por segundo} = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ oscilação por minuto} = 1 \text{ rpm} = 1 \text{ min}^{-1}$$

Nos livros didáticos do ensino médio, período é o tempo necessário para uma oscilação completa, descrito da seguinte forma:

$$T = \frac{1}{f}$$

A POSIÇÃO DO MHS

Um movimento harmônico simples é um movimento que obedece à relação:

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

onde:

A → amplitude ou elongação, deslocamento máximo do corpo.

ω → frequência angular

φ_0 → constante de fase

t → tempo

Observa-se que esta função horária tem em comportamento senoidal. Assim, após percorrido um tempo equivalente ao período T, o corpo assume novamente a posição original. Então:

$$x(t) = A \cdot \cos \omega t = A \cdot \cos \omega(t + T),$$

como o período do cosseno é 2π , temos:

$$\omega(t + T) = \omega t + 2\pi \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f,$$

onde a unidade da frequência angular é dado por rad/s.

A VELOCIDADE NO MHS

A velocidade de um movimento é obtida derivando-se a função horária no tempo. Então:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d(A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0))}{dt}$$

$$v(t) = -\omega A \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi_0)$$

Como a função da velocidade é dependente do seno e este atinge seu valor máximo no centro da trajetória, em $x = 0$, a grandeza ωA se torna o módulo da velocidade máxima e conseqüentemente terá seu valor nulo nos extremos da trajetória em $x = \pm A$.

A ACELERAÇÃO NO MHS α

Para se obter a aceleração basta derivar a velocidade em função do tempo, ou seja:

$$\alpha(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d(-\omega A \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi_0))}{dt}$$

$$\alpha(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Como a função da aceleração tem sua dependência do cosseno e este atinge seu valor máximo no centro da trajetória, em $x = \pm A$, a grandeza ωA^2 se torna o módulo da aceleração máxima e conseqüentemente terá seu valor nulo no centro da trajetória em $x = 0$.

O gráfico a seguir mostra o comportamento da posição, velocidade e aceleração para um MHS. Considerando para esse gráfico em particular $\varphi_0 = 0$.

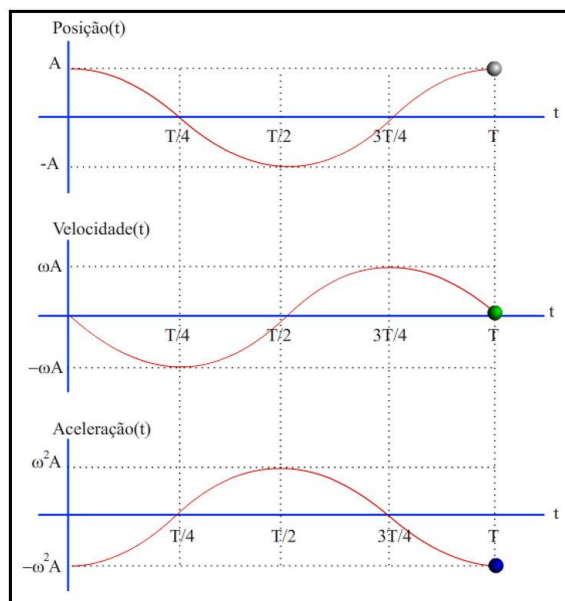


Figura 4.2 - Gráficos do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

4.1.6 - Manual do Professor

MANUAL DO PROFESSOR - Introdução

Este portal, está distribuído em páginas *html*, e cada página contém um conjunto de apresentações, que são animações em *Adobe Flash*, sendo bastante simples e intuitivo, e de fácil manuseio. Ele será melhor utilizado como o *Internet Explorer*, nativo do sistema operacional *Windows*.

Pode ser acessado via *internet* ou fazer o download e executa-lo de seu computador.

Caso não condiga visualizar as páginas, verifique se possui as versões atualizadas do *Adobe Flash Player* e do *Adobe Shockwave Player*. Caso contrário, baixe e instale os aplicativos e então estará pronto para utilizar este portal.

Para iniciar a apresentação do MHS basta clicar em:

Iniciar o Estudo do Movimento Harmônico Simples

Figura 4.3 - Botão para iniciar a apresentação do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

CONHECENDO A ÁREA DE TRABALHO

As telas de todas as apresentações estão dispostas em 5 regiões, representadas na figura 4.4, que merecem nossa atenção.

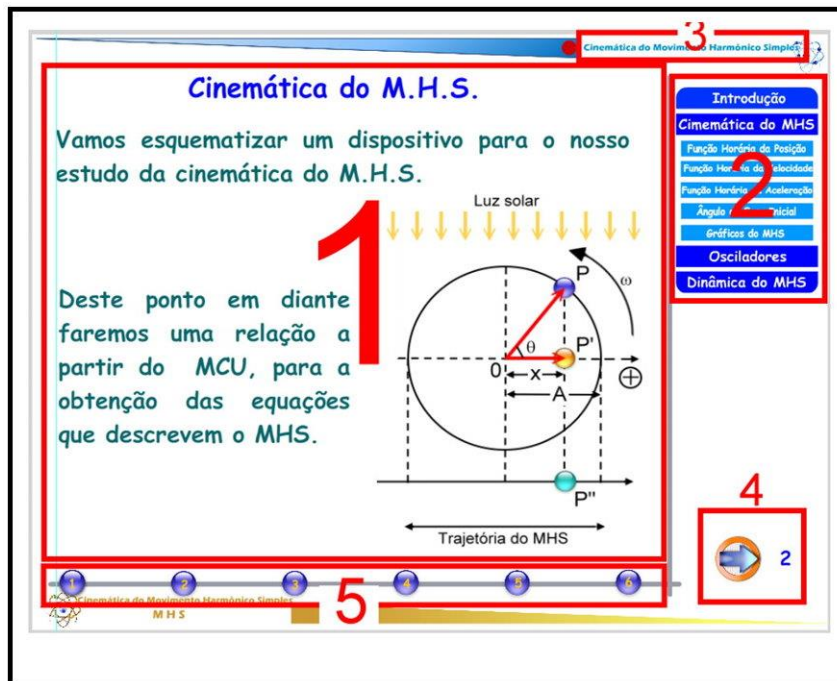


Figura 4.4 - Área de trabalho do produto educacional
Fonte: elaborada pelo autor

Região 1 - Chamo de palco, é a região onde as apresentações vão transcorrer.

Região 2 - São os botões de navegação, nos permite ir as várias páginas desta apresentação.

Região 3 - Indica em qual página você está.

Região 4 - Este botão permite passar para o próximo estágio da apresentação. O número que o acompanha indica em que estágio da apresentação estamos. Ao final de cada apresentação surgirá a inscrição “**Reiniciar**” (figura 4.5).



Figura 4.5 - Botão reiniciar
Fonte: elaborada pelo autor

Região 5 - Esta é uma linha de tempo, cada um desses botões permite ir ao início de cada estágio da apresentação, em qualquer instante, de acordo com a necessidade do professor.

AVISOS DO SISTEMA OPERACIONAL

Alguns avisos que por ventura possam ocorrer durante a sua navegação.

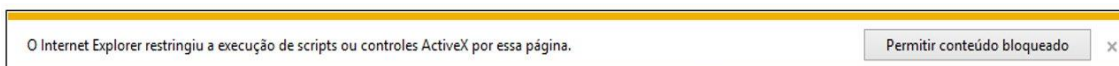


Figura 4.6 - Aviso do sistema operacional – Windows
Fonte: Captura de tela - Aviso do *Internet Explorer*

Essa é uma restrição de segurança do navegador, que impede a ação de scripts ou de controles ActiveX.

Script é um texto com uma série de instruções escritas para serem seguidas, ou executadas por um programa de computador. Os Controles ActiveX são pequenos programas, que podem melhorar a experiência de navegação web. Mas, esses pequenos programas podem ser uma dor de cabeça, já que, depois de executados pelo browser, passam a ter acesso irrestrito a qualquer aspecto do sistema operacional e do hardware do computador. E isso, obviamente, é perigoso, o que não é o nosso caso, Decidir se o script, ou o controle ActiveX vai ser instalado ou não, cabe ao usuário.

Fonte:<<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/06/o-que-sao-constroles-activex.html>> acessado 06/2016.

Uma vez que o navegador não tem conhecimento do conteúdo, pede a sua autorização. Fique tranquilo é só clicar no botão <*permitir conteúdo bloqueado*> e seguir com a animação. Quando for passar de uma página para outra, poderá surgir o seguinte aviso.

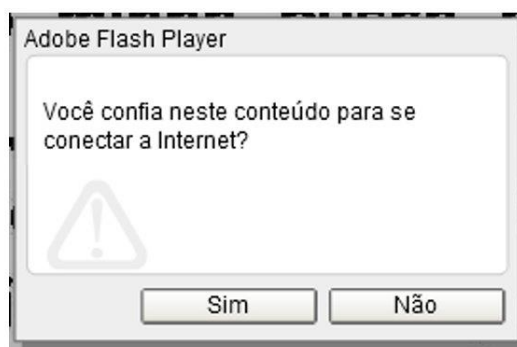


Figura 4.7 - Pedido de autorização para o Adobe Flash Player
Fonte: Captura de tela - Aviso do *Internet Explorer*

É a uma restrição de segurança equivalente a anterior, só que desta vez ela gerada pelo *Adobe Flash Player*, então é só clicar no botão <sim> e dar continuidade a sua apresentação.

CONTEÚDO FÍSICO

Em geral, este conteúdo é apresentado nas coleções de livros de física para o ensino médio, no volume dois. Este volume costuma a ser adotado nas escolas, nos segundos anos. Assim a nossa sugestão, para este objeto de ensino, é que seja apresentado a estudantes que cursam (ou que tenham cursado) o segundo ano do ensino médio.

Tendo como pré-requisitos conhecimento básico de trigonometria, geometria, noções de vetores e movimento circular uniforme e poderá aplicado, em aulas de 45 minutos. O número de aulas será determinado pelo professor, determinará o andamento do conteúdo.

A cronologia dos conteúdos, deste objeto de aprendizagem virtual é a seguinte: Introdução, Cinemática, Osciladores e Dinâmica do MHS. O conteúdo pode ser dado integralmente ou trabalhado de acordo com as necessidades e ordem, que do professor julgar adequado.

Durante as aulas serão abordados assuntos como: movimento circular, força, trigonometria e cinemática do movimento harmônico simples. Caso o professor julgue necessário, uma breve revisão do MCU seria interessante, resgatando os conceitos de período, frequência, velocidade angular, aceleração centrípeta, força centrípeta.

Cada uma dessas etapas pode ser apresentada na sequência mostrada pelos botões de navegação ou em separado de acordo com o planejamento e/ou livro didático escolhido pelo professor/escola.

UMA PROPOSTA FORA DO HABITUAL

Uma sugestão é a utilização de cálculo diferencial e integral, que pode simplificar bastante a cinemática do MHS, tanto na obtenção das funções como na obtenção de um gráfico a partir de outro. Não estou sugerindo uma aula de cálculo, mas apenas que, em certas ocasiões, a ferramenta certa pode tornar o trabalho um tanto trivial.

O conceito de derivada está intimamente relacionado à taxa de variação instantânea de uma função, o qual está presente no cotidiano das pessoas, através, por exemplo, da determinação da taxa de crescimento de uma certa população, da taxa de crescimento econômico do país, da taxa

de redução da mortalidade infantil, da taxa de variação de temperaturas, da velocidade de corpos ou objetos em movimento, enfim, poderíamos ilustrar inúmeros exemplos que apresentam uma função variando e que a medida desta variação se faz necessária em um determinado momento. Para entendermos como isso se dá, inicialmente vejamos a definição matemática da derivada de uma função em um ponto. Disponível em: < <http://wwwp.fc.unesp.br/~arbalbo/arquivos/derivadas.pdf> > acessado em 10/2015

Por exemplo: Em um ponto em que uma função é crescente, decrescente ou passa por um máximo ou um mínimo, sua derivada é, respectivamente, positiva, negativa ou nula.

$$\bullet \frac{d(\text{sen } \varphi)}{d\varphi} = \text{cos } \varphi \quad \text{e} \quad \frac{d(\text{cos } \varphi)}{d\varphi} = -\text{sen } \varphi$$

Por meio do coeficiente angular de retas tangentes nos gráficos do seno e do cosseno, podemos mostrar indícios de que essas derivadas estão corretas.

Utilizando a regra da cadeia, temos o seguinte desenvolvimento:

Sejam φ uma função da variável t e F uma função de φ . A derivada de F em relação a t até dada por:

$$\frac{dF}{dt} = \frac{dF}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt}$$

Partimos da função

$$x = \overbrace{A \text{ cos } \varphi}^F = \overbrace{A \text{ cos } (\omega t + \varphi_0)}^F, \quad \underbrace{\omega t + \varphi_0}_{\varphi}$$

facilmente determinável, e obtemos:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dF}{dt} = \frac{dF}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = (-A \text{ sen } \varphi) \omega$$

$$v = \overbrace{-\omega A \text{ sen } \varphi}^F = \overbrace{-\omega A \text{ sen } (\omega t + \varphi_0)}^F, \quad \underbrace{\omega t + \varphi_0}_{\varphi}$$

e

$$\alpha = \frac{dv}{dt} = \frac{dF}{dt} = (-\omega A \text{ cos } \varphi) \omega$$

$$\alpha = -\omega^2 A \text{ cos } \varphi = -\omega^2 A \text{ cos } (\omega t + \varphi_0)$$

O que torna o desenvolvimento matemático muito mais simples.

4.2 - Animações

Mostrar *slide* por *slide*, todo o conteúdo deste produto educacional se mostra inviável, é mais prático e fácil, navegar pelo mesmo. Será abordada aqui as simulações que buscam fazer a mediação entre o lúdico e o abstrato, sendo essa minha premissa original.

4.2.1 - Introdução

Na página **INTRODUÇÃO** (figura 4.8) são abordadas as ideias e iniciais do MHS e sua correlação com o cotidiano, visando lembrar que a Física não é apenas um monte de fórmulas, mas sim o estudo e observação dos fenômenos da natureza, os conceitos aqui iniciados facilitarão o estudo posterior de ondulatória. A apresentação das ideias iniciais é superficial e bem tradicional o que permite ao professor fazer a explanação mais detalhada de outros exemplos ou não, de acordo com o que julgar necessário. Nesta animação, pode-se mostrar os conceitos de período, oscilação e a dependência do movimento com as funções seno, cosseno e sua conexão com a lei de Hooke.

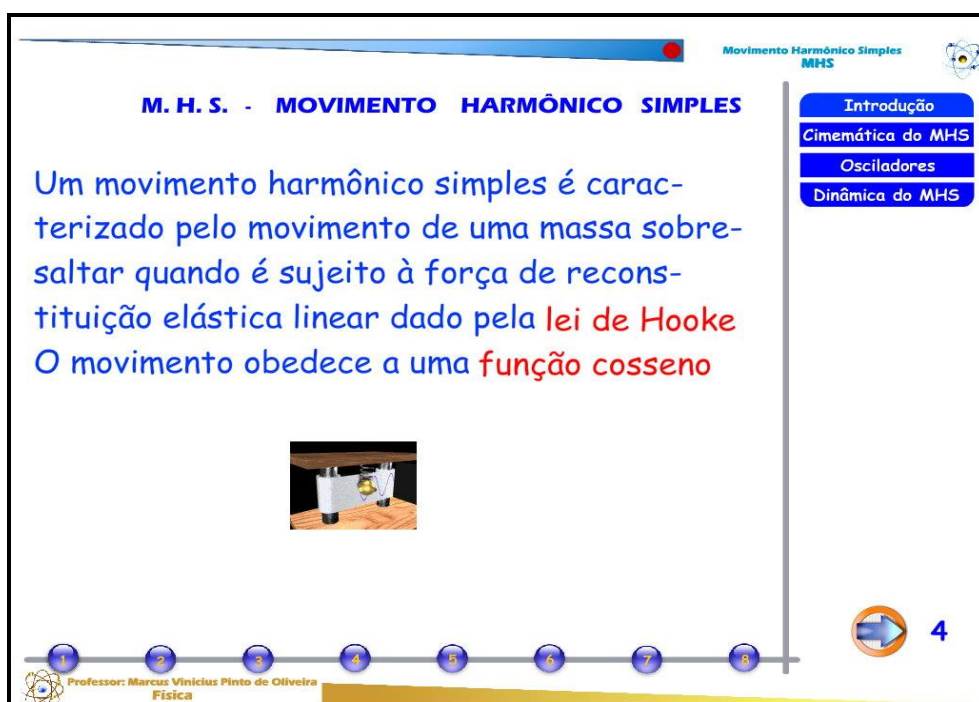


Figura 4.8 - Animação faz a introdução dos conceitos do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

Em continuidade, é feita uma breve amostra dos gráficos das funções do MHS,

(figura 4.9) fazendo uma prévia destes gráficos e das equações que regem esse movimento. Aborda-se este conteúdo sem muito detalhamento matemático, ressaltando as medidas de amplitude e período, já preparando um *feedback* para a ideia de comprimento de onda.

Figura 4.9 - Apresentação inicial dos gráficos do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

4.2.2 - Cinemática do MHS

O movimento harmônico simples (MHS) é um tipo particular de movimento periódico oscilatório em que a partícula se move, num dado referencial, sobre uma reta, de modo que a intensidade da força que tende a levá-la ao ponto fixo nesse mesmo referencial cresce na mesma proporção em que aumenta o seu afastamento deste mencionado ponto fixo. O movimento harmônico simples pode ser visto como a projeção ortogonal do movimento circular uniforme (MCU) da circunferência que constitui a trajetória da partícula no referencial considerado (figura 4.10).

Nesta página, começamos a descrever um dispositivo que fará as relações entre o MCU e o MHS de forma menos abstrata e matematizada, iniciando o estudo cinemático do movimento harmônico simples.

Cinemática do Movimento Harmônico Simples

Cinemática do M.H.S.

Vamos esquematizar um dispositivo para o nosso estudo da cinemática do M.H.S.

Deste ponto em diante faremos uma relação a partir do MCU, para a obtenção das equações que descrevem o MHS.

Luz solar

ω

θ

O

x

A

P

P'

P''

Trajetória do MHS

2

Introdução
Cinemática do MHS
Função Horária da Posição
Função Horária da Velocidade
Função Horária da Aceleração
Ângulo de Fase Inicial
Gráficos do MHS
Osciladores
Dinâmica do MHS

Cinemática do Movimento Harmônico Simples
MHS

Figura 4.10 - Dispositivo que relaciona o MHS com o MCU
Fonte: elaborada pelo autor

Na animação da figura 4.11, temos a oportunidade de detalhar o funcionamento do dispositivo, mostrado na figura 4.10. Uma animação, que nos permite comparar e relacionar o MCU e o MHS, em tempo real, criando um vínculo entre as ideias de elongação, amplitude, período e frequência, lembrando que num primeiro momento já podemos mostrar o comportamento dos vetores posição, velocidade e aceleração e as suas dependências com as funções seno e cosseno, equações as quais meus alunos demonstram grande aversão.

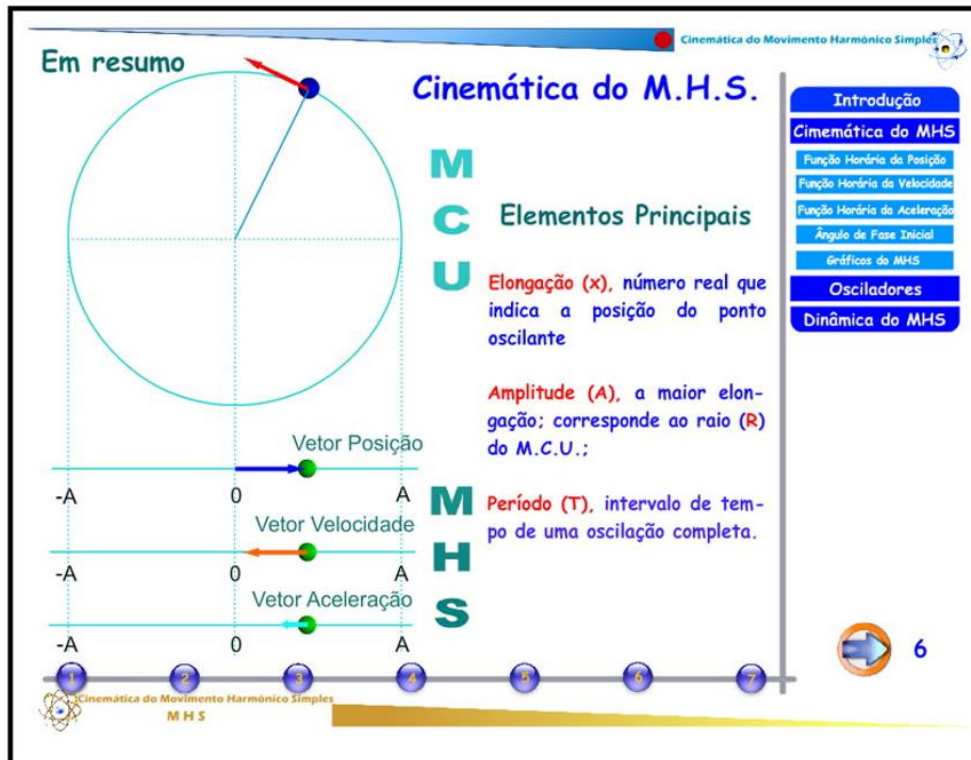


Figura 4.11 - Animação que relaciona MHS com o MCU
Fonte: elaborada pelo autor

A animação seguinte, figura 4.12, nos permite uma melhor visualização dos vetores posição, velocidade e aceleração do MHS e seus comportamentos como sendo as projeções ortogonais do raio, da velocidade tangencial e da aceleração centrípeta, elementos que compõe o MCU. Neste ponto o professor pode fazer um detalhamento de seu comportamento criando os vínculos com os principais conceitos do MHS e as funções trigonométricas que regem esse movimento. O que em minha experiência tem ajudado bastante na compreensão do movimento e na resolução de exercícios do livro texto.

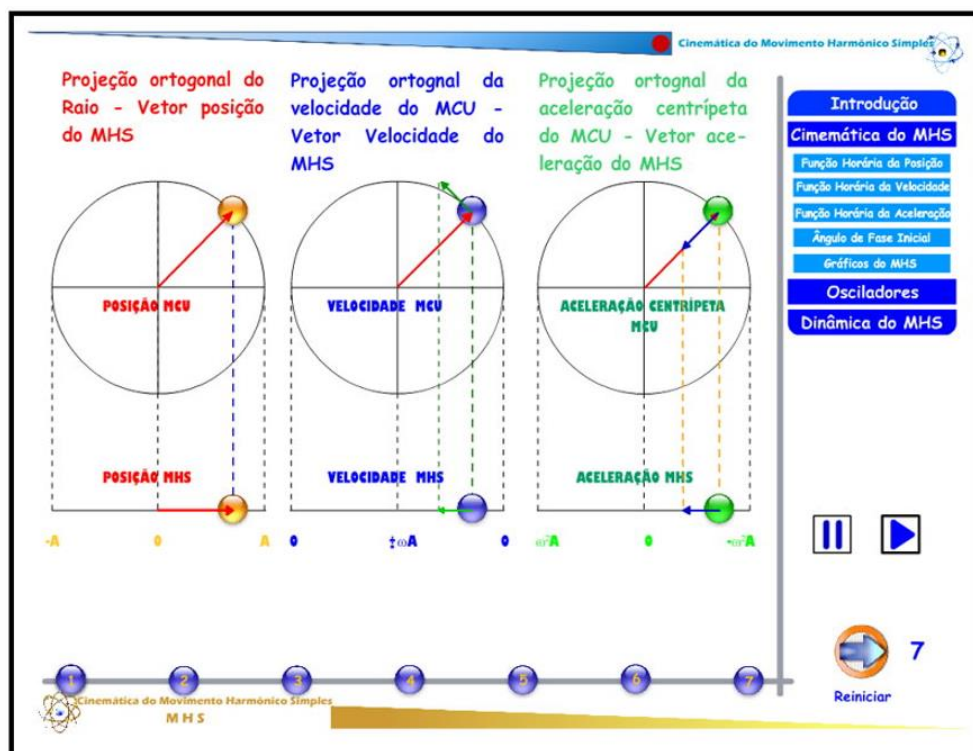


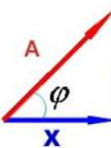
Figura 4.12 - Animação que relaciona as projeções ortogonais do MCU com o MHS
 Fonte: elaborada pelo autor

4.2.3 - Funções Horárias

Demonstramos de forma detalhada as funções horárias da posição (figura 4.13), velocidade e aceleração do MHS, onde contamos apenas com o conhecimento básico de projeção vetorial, de trigonometria do triângulo retângulo e das equações do MCU, obtemos as três funções, de uma maneira até trivial, mas adequada ao nível de escolaridade de meus alunos. Vale ressaltar, para o professor, a necessidade de se fazer uma breve revisão dos conceitos do MCU, como a relação entre período e frequência, velocidade angular e função horária do espaço angular ($\varphi = \varphi_0 + \omega t$), pois serão de fundamental importância para as demonstrações das funções horárias do MHS.

Função Horária da Posição no MHS
MHS

Do triângulo Temos:



$$\cos \varphi = \frac{X}{A}$$

reorganizando

$$X = A \cos \varphi$$

Do MCU temos:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

Logo:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Função horária das posições do MHS

Função
Horária
da
Posição

Introdução
Cinemática do MHS
Função Horária da Posição
Função Horária da Velocidade
Função Horária da Aceleração
Ângulo de Fase Inicial
Gráficos do MHS
Osciladores
Dinâmica do MHS

7
Reiniciar

Professor: Marcus Vinícius Pinto de Oliveira
Física

Figura 4.13 - Demonstração da Função horária da posição do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

4.2.4 - Ângulo de fase inicial

Nesta animação, figura 4.14, mostramos que o ângulo φ_0 , denominado fase inicial, depende das condições iniciais do movimento, isto é, depende da posição e do sentido do movimento.

Apresentamos uma maneira simples para se determinar o valor de φ_0 partindo de um caso elementar, essa animação faz uma relação entre o movimento do MHS e a trigonometria, relacionando o quadrante ao qual pertence o ângulo de fase inicial, permitindo sua fácil determinação.

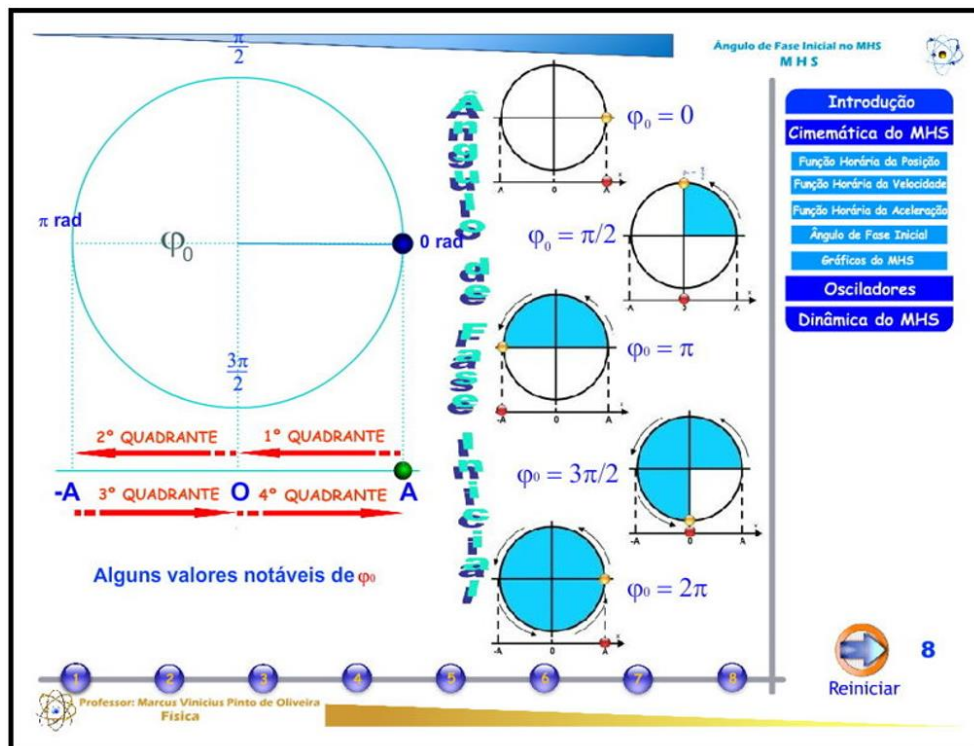


Figura 4.14 - Relação do Ângulo de fase inicial com os quadrantes trigonométricos
 Fonte: elaborada pelo autor

4.2.5. Gráficos do MHS

Na animação seguinte, figura 4.15, descrevemos os gráficos do MHS a partir de funções horárias da posição, velocidade e aceleração, que envolvem as funções seno e cosseno. Nesta animação tomamos $\varphi_0 = 0$, para abordagem simplificada. Para a construção dos gráficos, fracionamos o período em quatro partes, o que já nos dá uma boa definição para a curva, pois já se conhece o comportamento das funções trigonométricas e torna a parte do cálculo mais fácil. Caso isso não seja a realidade da sua turma, o professor deve fazer uma revisão de trigonometria que seria muito adequado a esse momento. Além disso a construção foi feita para um período (T) pois se continuássemos, a curva iria se repetir com as mesmas características.

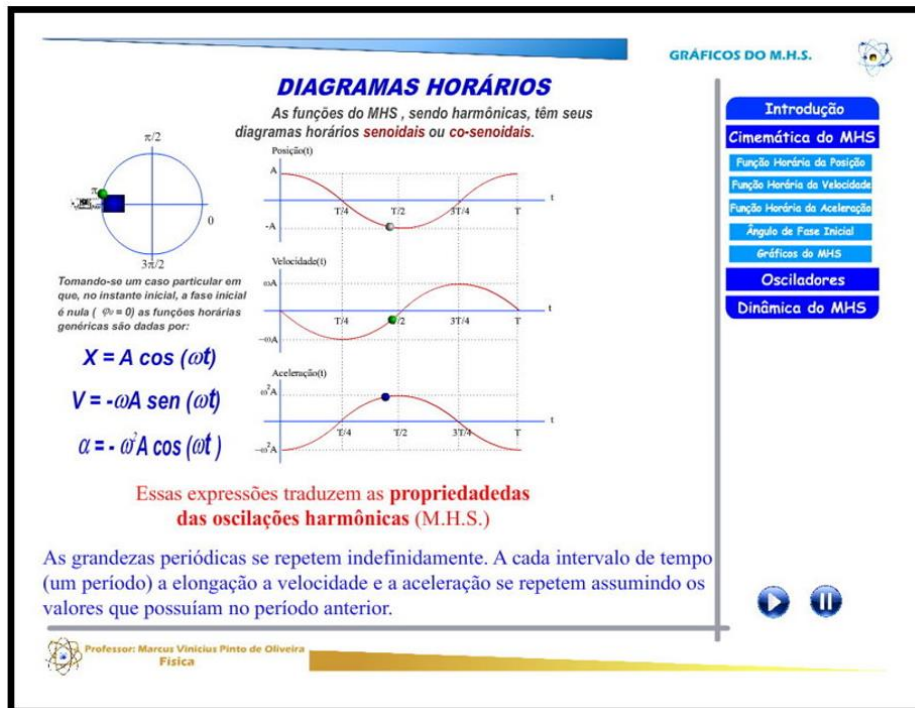


Figura 4.15 - Animação dos gráficos do MHS
Fonte: elaborada pelo autor

4.2.6 – Osciladores

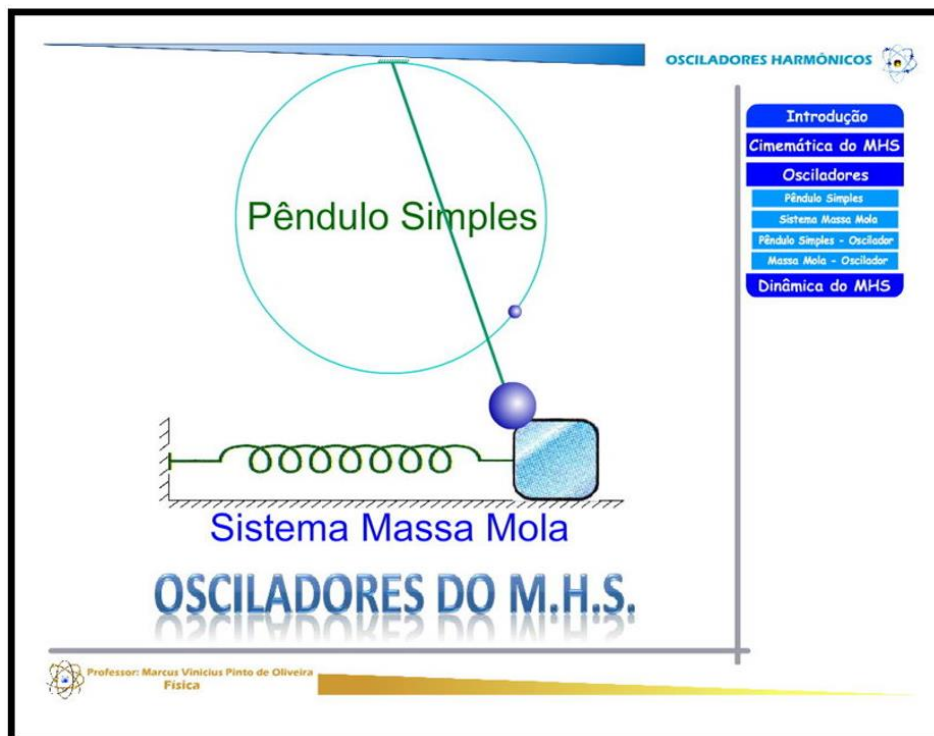


Figura 4.16 - Página de abertura do módulo “Osciladores”
Fonte: elaborada pelo autor

Os sistemas mecânicos, que oscilam sob ação exclusiva de força do tipo de restauração elástica, são chamados de osciladores harmônicos. Dado o oscilador harmônico, seu período e sua frequência já são perfeitamente definidos. Nas animações da figura 4.16 apresentamos dois tipos de osciladores harmônicos o *pêndulo simples* e o *sistema massa mola*.

4.2.7 - Pêndulo Simples

Nesta animação fazemos a demonstração do período do pêndulo simples, com base na força restauradora, e pedimos ao professor lembrar, ou mostrar em uma tabela trigonométrica que o valor do seno de um ângulo só fica aproximadamente igual ao do ângulo em radianos quando este for menor ou igual que dez graus. Sendo esse um dos pontos chave da demonstração, não esquecer de enfatizar que o período não depende da massa e da amplitude.

PÊNDULO SIMPLES

Período do pêndulo simples

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Lembrando que:

- ▶ Não depende da massa
- ▶ Não depende da amplitude

Introdução
Cinemática do MHS
Osciladores
Pêndulo Simples
Sistema Massa Mola
Pêndulo Simples - Oscilador
Massa Mola - Oscilador
Dinâmica do MHS

Reiniciar 8

Professor: Marcus Vinicius Pinto de Oliveira
Física

Figura 4.17 - Demonstração do período de oscilação do pêndulo simples
Fonte: elaborada pelo autor

4.2.8. Sistema massa-mola

SISTEMA MASSA-MOLA

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Pela expressão, podemos ver que o período:

- depende da massa oscilante;
- não depende da amplitude;
- não depende da aceleração gravitacional local.

Introdução
Cinemática do MHS
Osciladores
Pêndulo Simples
Sistema Massa Mola
Pêndulo Simples - Oscilador
Massa Mola - Oscilador
Dinâmica do MHS

9

Professor: Marcus Vinicius Pinto de Oliveira
FÍSICA

Figura 4.18 - Demonstração do período de oscilação do sistema massa-mola
Fonte: elaborada pelo autor

Nesta animação fazemos a demonstração do período do sistema massa mola, (figura 4.18), determinamos as características do oscilador, sua relação com a lei de Hook ($F = -k \cdot x$). Enfatizamos a dependência do período com a massa do corpo, e a não dependência da amplitude e gravidade.

4.2.9 - Pêndulo Simples - Oscilador

Com esta animação (figura 4.19), focamos na ideia do que acontece ao período de um pêndulo simples ao se alterar o seu comprimento, não foi quantizado nenhum valor.

Vale ressaltar que ignoramos intencionalmente o ângulo de oscilação ser menor que 10° , esta atitude foi tomada para evidenciar visualmente a relação existente entre o período do pêndulo e o seu comprimento.

Os botões laterais alteram o comprimento do pêndulo e podemos perceber visivelmente tal comportamento e então o professor pode acrescentar a proporção de que para se dobrar o período é necessário quadruplicar o comprimento e para se reduzir o período à metade, devemos reduzir o comprimento em quatro vezes. É iniciada também a discussão sobre a energia mecânica do sistema.

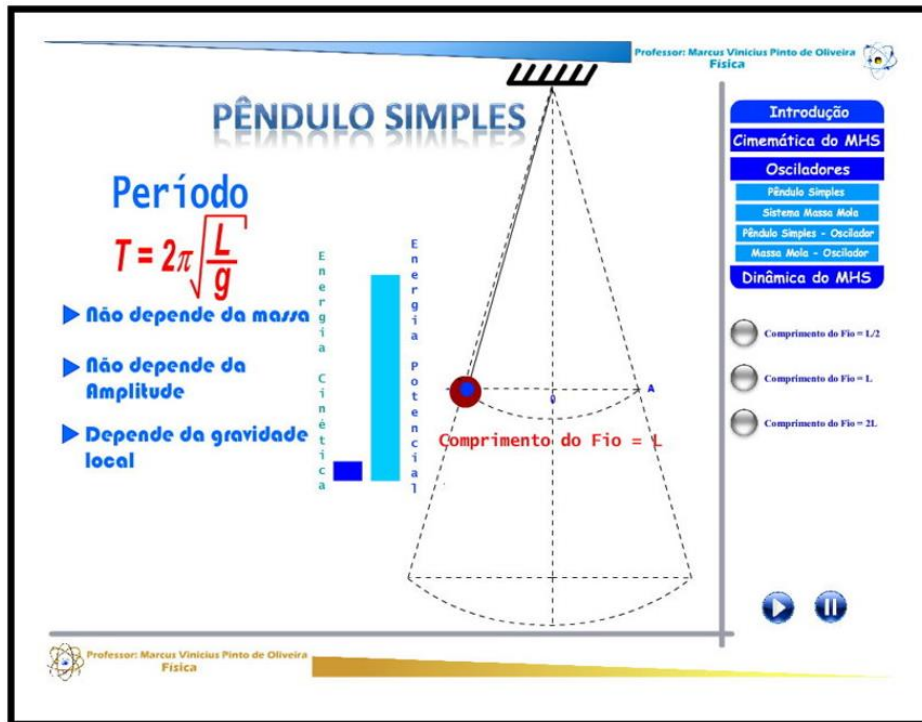


Figura 4.19 - Animações do Pêndulo simples
 Fonte: elaborada pelo autor

4.2.10 - Massa-mola – Oscilador

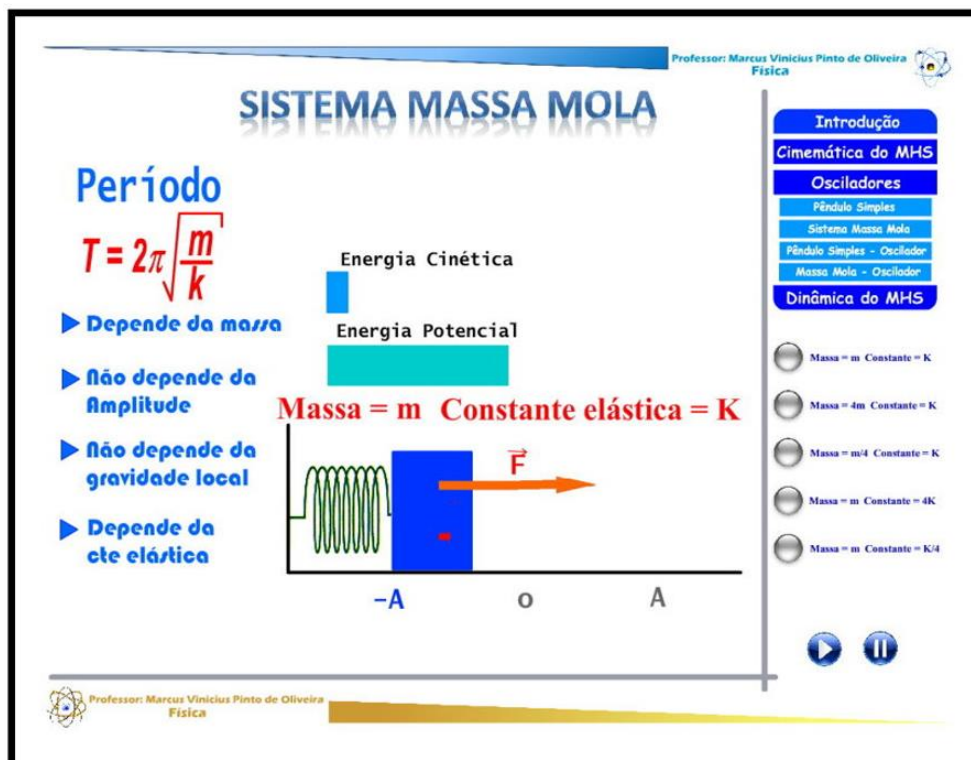


Figura 4.20 - Animações do sistema Massa-mola oscilador
 Fonte: elaborada pelo autor

Na animação do sistema massa-mola (figura 4.20) a proposta é a mesma do pêndulo simples, observar o comportamento do período quando alteramos a massa ou a constante elástica, usamos um fator de quatro tanto para reduzir ou aumentar a massa e a constante elástica. Ao se clicar em um dos botões, podemos observar como o período é afetado ao alterarmos estas grandezas.

4.2.11 - Dinâmica do MHS

No MHS as energias cinética e potencial variam, pois variam a velocidade v e a posição x do corpo. Porém a energia mecânica permanece constante, supondo as inexistentes as forças dissipativas ao analisarmos o MHS.

Nessa animação, figura 4.21, trabalhamos os princípios da conservação da energia mecânica, onde podemos observar a transformação de energia potencial em energia cinética e vice versa. Calculamos a posição onde a E_C e E_P possuem o mesmo valor.

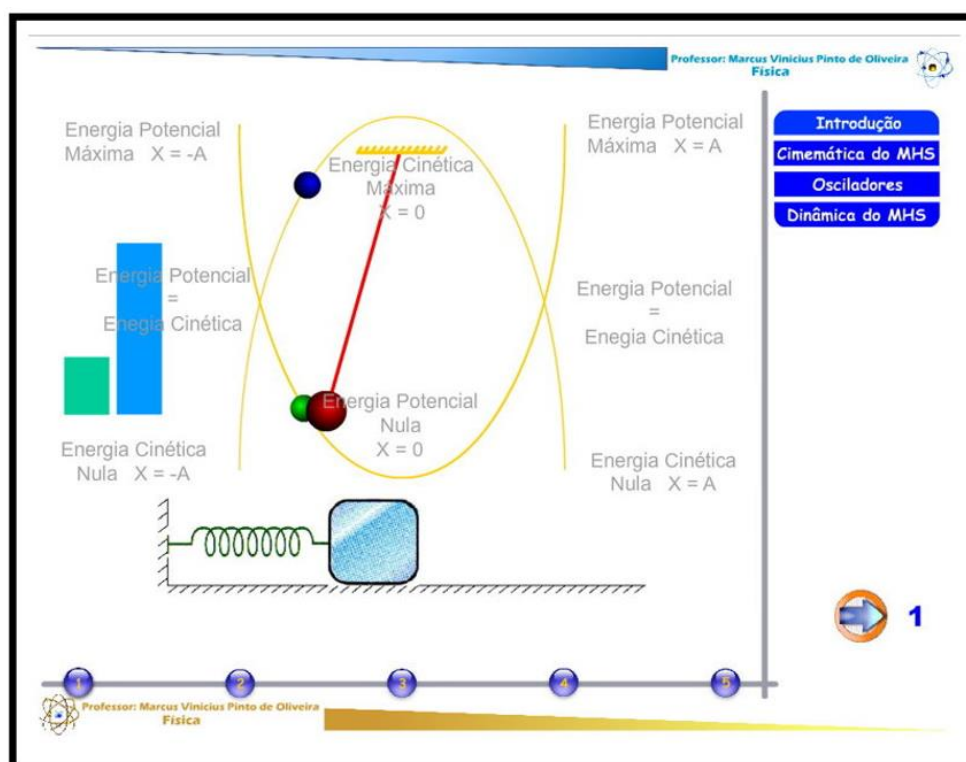


Figura 4.21 - Dinâmica do MHS - transformação de energia
Fonte: elaborada pelo autor

4.3 - Uma proposta de planejamento

Estudaremos nesse tópico, o movimento harmônico simples (MHS), o qual facilitará o estudo posterior de oscilações e ondas. Este conteúdo deverá ser desenvolvido basicamente de quatro a seis aulas, dependendo da carga horária semanal para essa disciplina e do planejamento feito pelo professor.

Neste assunto é importante salientar que necessitamos de muitos pré-requisitos, como movimento circular uniforme (MCU), trigonometria, com ênfase na trigonometria do triângulo retângulo e nas funções seno e cosseno.

Como cada professor tem sua própria dinâmica, não foi colocado os momentos em que se deve trabalhar exercícios, ficando a totalmente à critério do professor, sendo na ocasião em que melhor convier à sua aula e ao desempenho de seu conteúdo.

Faço aqui um planejamento onde desenvolvemos este conteúdo em quatro aulas.

4.3.1 - Justificativa

Explorando as novas modalidades de recursos humanos e tecnológicos que têm dinamizado o trabalho de ensinar e pensar em física, tanto em suas dimensões epistemológicas quanto institucionais. Utilizando as linguagens e técnicas emergentes com as mídias digitais ou *webpages*, me remetem a uma necessária atualização e pesquisa dos processos didáticos e comunicacionais, em permanente reconfiguração. Procuro aliar o conteúdo de física à reflexão, com a criação de uma mídia digital que seja pertinente às atividades de cunho mais didático, como a utilização de multimídias nas estratégias pedagógicas.

Partindo do pressuposto que um veículo como a *Internet*, que é utilizado por grande parte dos usuários (formada principalmente pelos jovens), sob a forma de diversão e entretenimento, se torne uma opção de estudo e que num ambiente de absoluta dispersão, eletividade e descontração, o acesso ao conhecimento, se nivela pela forma como os internautas acessam as redes procurando as satisfações imediatas, o prazer e o divertimento. O desafio que se coloca é a criação de um conteúdo na *internet*, que possibilite o ensinar e aprender de uma maneira voltada a realidade dos dias de hoje.

4.3.2 - Público alvo

Este conteúdo se destina a professores e podendo ser aplicado a alunos do 2º e

3º anos do ensino médio, que tenham conhecimento básico de trigonometria, geometria e noções de vetores a ser aplicado em aulas 4 de 50 minutos.

4.3.3 - Conteúdo físico

Durante as aulas abordar-se-ão como assunto principal o movimento harmônico simples e conteúdos inter-relacionados como: movimento circular e trigonometria.

4.3.4 - Quadro sintético

Aula I

Tema: Introdução ao MHS e Cinemática do MHS.

Objetivo: Iniciar os conceitos de movimento harmônico e descrever as funções horárias do movimento de maneira qualitativa e quantitativa bem como a construção de gráficos.

Recurso Institucionais

- Aula expositiva.
- Data Show
- Navegador de *internet* de sua preferência (Chrome, IE, Edge, Firefox) - *Site* do MHS ou o Download deste portal.

Momentos:

Iniciar a introdução ao MHS, com explorações deste fenômeno no cotidiano;
(5 min)

Apresentar os conceitos da cinemática do MHS (15 min)

Fazer as demonstrações das funções horárias (posição, velocidade e aceleração) do MHS (25 min)

Aula II

Tema: Cinemática do MHS.

Objetivo: Descrever as funções horárias do movimento harmônico simples através da construção de gráficos.

Recurso Institucionais

- Aula expositiva.
- Data Show
- Navegador de *internet* de sua preferência (Chrome, IE, Edge, Firefox)
- *Site* do MHS ou o Download deste portal.

Momentos:

Trabalhar o conceito de ângulo de fase inicial, desvinculando da ideia de que existe apenas o 1º quadrante (20 min)

Trabalhar a construção de gráficos e mostrar a relação entre eles (20 min)

Aula III

Tema: Osciladores do MHS

Objetivo: Realizar a demonstrações das equações de período dos osciladores do MHS, pêndulo simples e sistema massa mola,

Recurso Institucionais

- Aula expositiva.
- Data Show
- Navegador de *internet* de sua preferência (Chrome, IE, Edge, Firefox)
- *Site* do MHS ou o Download deste portal.

Momentos:

Demonstrar a equação do período do pendulo simples (20 min),

Demonstrar a equação do período do sistema massa mola (20 min),

Aula IV

Tema: Energia MHS

Objetivo: Descrever a relação entre as energias mecânicas dos osciladores do MHS, pêndulo simples e sistema massa mola.

Recurso Institucionais

- Aula expositiva.

- Data Show
- Navegador de *internet* de sua preferência (Chrome, IE, Edge, Firefox)
- *Site* do MHS ou o Download deste portal.

Momentos:

Discutir a relação entre as energias mecânicas nos osciladores do MHS e suas interdependências (20 min),

Demonstrar qual a posição em que a energia cinética tem o mesmo valor da energia potencial.

4.4 - Sugestão para a utilização de *aplicativos*, como reforço pedagógico.

Após a utilização deste produto educacional, utilizo animações que se encontram disponíveis na *internet* como um reforço/complementação do conteúdo e obtive resultados, no mínimo interessantes. Cito a seguir alguns aplicativos que foram utilizados por mim, lembrando que não são os melhores ou piores, mas aqueles que se adequavam a minha realidade de sala de aula. Cito:

4.4.1 - Laboratório de pêndulos - PhET

Com este aplicativo, figura 4.22, explorei todos os aspectos quantitativos que envolvem o assunto pêndulo simples, onde pude variar todos os parâmetros envolvidos, comparar o funcionamento de dois pêndulos ao mesmo tempo, discutir sistemas dissipativos e propor atividades como cálculo de período e mostrar esse comportamento simultaneamente podendo associar a parte algébrica, com a descrição do movimento físico. Disponível em <phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/pendulum-lab>

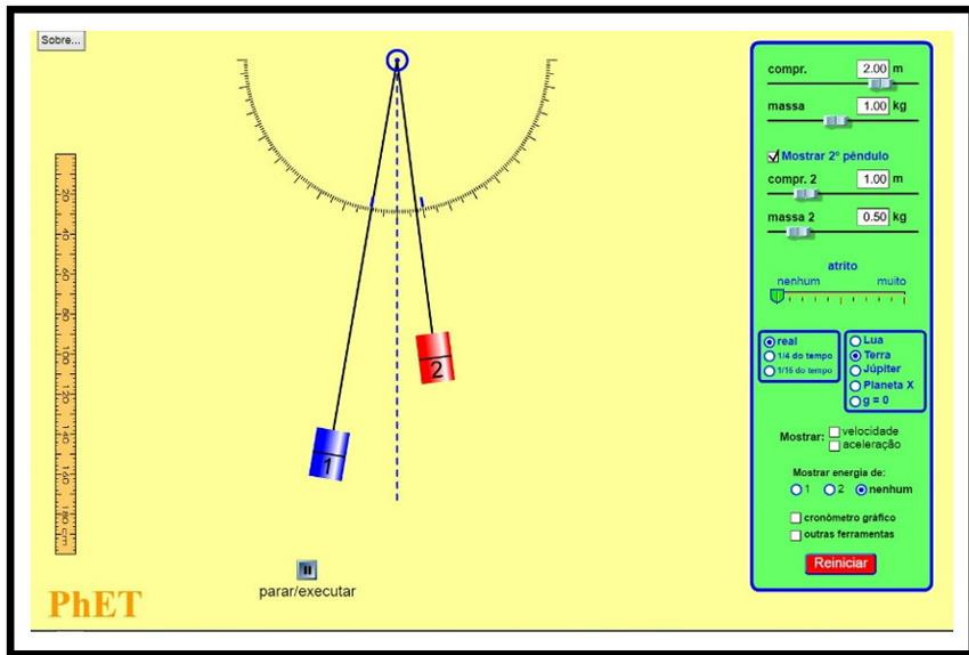


Figura 4.22 - Laboratório de Pêndulos- PhET
 Captura de tela do *applet* - Laboratório de pêndulos - PhET

4.4.2 - Massa e Molas - PhET

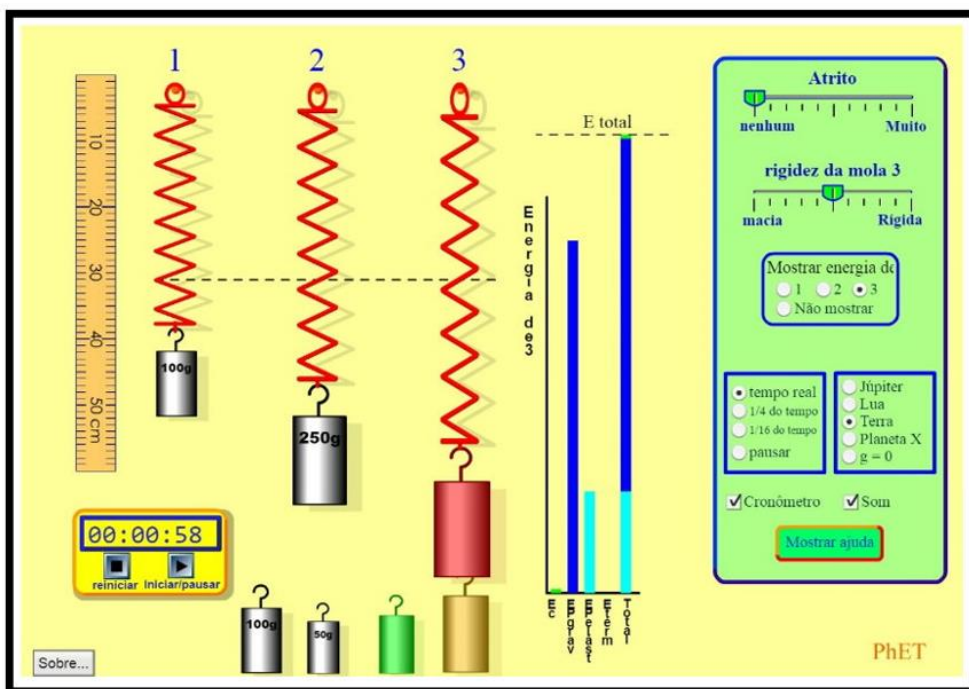


Figura 4.23 - Massas e Molas - PhET
 Captura de tela do *applet* - Massas e Molas - PhET

Com o aplicativo da figura 4.23, explorei todos os aspectos quantitativos que envolvem o assunto massa mola, onde pude variar todos os parâmetros envolvidos, comparar o funcionamento de até três sistemas ao mesmo tempo, discutir sistemas dissipativos e propor atividades como cálculo de período e energia, mostrar esse comportamento simultaneamente. Disponível em: <phet.colorado.edu/sims/mass-spring-lab/mass-spring-lab_pt_BR.html>

Existe uma gama enorme de aplicativos disponíveis, esses foram dois que atenderam a minha transposição didática e se adequaram ao meu planejamento e a realidade de minhas turmas.

Outros assuntos que podem ser abordados, caso sua realidade permita, é discutir o pêndulo de *Foucault* (figura 4.24), animação encontrada em Física na escola (Física animações), disponível em <<http://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>>, mostra detalhadamente as oscilações de um pêndulo de Foucault em qualquer parte do planeta Terra, considero essa uma ferramenta interessante para instigar os alunos ao questionamento científico.

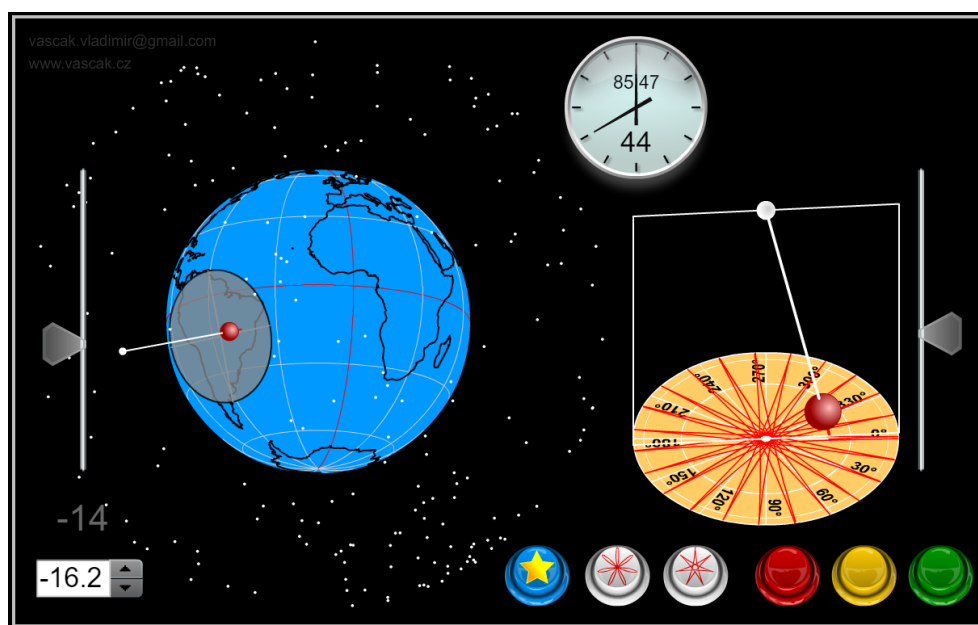


Figura 4.24 - Pêndulo de Foucault

Fonte: Captura de tela do applet -Pêndulo de Foucault - Física na Escola

CAPÍTULO 5 - O CPMG - HUGO DE CARVALHO RAMOS

O Colégio da Polícia Militar de Goiás - Unidade Hugo de Carvalho Ramos, foi a unidade escolar em que eu apliquei este objeto virtual de ensino. Iniciei minha carreira como docente, nesta instituição, na década de 90 e esta instituição sempre foi receptiva e acolhedora de novas modalidades de ensino. Não poderia deixar de citar a instituição que permitiu e incentivou a aplicação deste produto educacional, sendo assim farei uma breve descrição deste estabelecimento de ensino.

Possuindo vinte e sete salas de aula, que no turno matutino, estão distribuídas em dez turmas de primeiro ano, oito de segundo ano, das quais seis estão sobre a minha regência (turmas, C, D, E, F, G e H) com a disciplina de física e nove terceiros anos. No período vespertino opera com as turmas do ensino fundamental de sexto a nono ano, no período noturno atende a uma clientela de ensino médio com dezesseis turmas.



Figura 5.1 - Fachada do Colégio da Polícia Militar - Unidade HCR
Fonte: ohoje.com

O colégio funciona com a média de 3.000 alunos, nos três períodos, com um quadro de profissionais altamente qualificados, que interagem dentro do contexto escolar, exercendo seu papel norteador, facilitando e integrando os conteúdos das disciplinas em situações da prática, a fim de desenvolver conhecimentos e competências para que seus alunos atuem de forma eficiente e participativa no contexto social, econômico e político.



Figura 5.2 - Hall interno - CPMG - Unidade Hugo de Carvalho Ramos
Fonte: elaborada pelo autor

O encargo da escola da Polícia Militar de Goiás, Unidade Hugo de Carvalho Ramos, é assegurar o desenvolvimento das capacidades cognitivas, operativas, sociais e morais pelo seu desempenho na dinamização do currículo, no desenvolvimento dos processos do pensar, na formação da cidadania participativa e na formação ética. Para isso, tem superado formas conservadoras de organização e gestão, adotando, formas alternativas, criativas, de modo que os objetivos sociais e políticos da escola correspondam a estratégias compatíveis de organização e gestão. É visando assegurar-lhes uma formação ética e solidária, que o CPMG Unidade Hugo de Carvalho Ramos, tem buscado desenvolver nos discentes a capacidade de resolver problemas, selecionar e processar informações com autonomia e raciocínio crítico, a fim de dar-lhes condições de utilizar os conhecimentos adquiridos para que tenham novas oportunidades num mundo cada vez mais complexo e competitivo.

Disponível em: <<http://colegiomilitarhugo.g12.br/site/idex.php?frame=menu/ocolegio/historico.htm>> acessado junho de 2016

CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Desde o começo da produção dessas animações⁴, quando nem imaginava que se transformaria neste produto educacional, sempre tive em mente o ideal de criar e compartilhar uma ferramenta capaz de facilitar a aprendizagem de um dos conteúdos, que pela minha experiência, é de difícil assimilação e compreensão por parte dos alunos, fazendo com que o conteúdo de MHS se tornasse um dos mais problemáticos.

O objeto de aprendizagem virtual foi aplicado, a seis turmas do segundo ano do ensino médio, do Colégio da Polícia Militar de Goiás - Unidade Hugo de Carvalho Ramos - Goiânia - Goiás.

Desde o início da aplicação, do produto, apresentado nessa dissertação, notei um interesse maior por parte de meus alunos e outro fator que muito me estimulou foi o tempo. Antes da utilização das animações, gastava em média seis a oito aulas para ministrar somente a parte teórica, o que comprometia o cumprimento da ementa, pois atrasava a parte de ondas e ficava com um tempo mínimo para a resolução e conseqüentemente tirar as possíveis dúvidas de exercícios.

Com a utilização deste produto educacional, ministrei a parte teórica em três aulas e mais duas exclusivamente para a resolução de exercícios, foi possível revisar alguns conceitos prévios de conteúdos posteriores, que serão úteis, como período, frequência e uma introdução de trigonometria. Nesse processo, observei que os meus alunos deixaram de ter uma postura passiva e passaram a ter uma postura mais crítica, passando a interagir e contribuir durante as aulas. Com isso acredito que estou no caminho para uma aprendizagem que seja significativa.

Algo que causou surpresa é que não obtive críticas de meus alunos, o que em anos anteriores foram frequentes e negativas, tais como, “não entendo essa matéria”, “é muito difícil”, “a matemática é impossível” e coisas do gênero. Outra peculiaridade é que não houve uma aversão ao conteúdo, fato que já havia se tornado uma característica marcante em anos anteriores. Esses fatos sempre conduziam, inevitavelmente, a uma abordagem meramente mecânica do conteúdo por parte de meus alunos.

Os objetos de aprendizagem em forma de animações possibilitam que determinadas situações, fenômenos ou objetos engendrados por uma mente acerca do mundo real sejam elaborados. Determinados objetos

⁴ Capítulo 01 - pág. 3

não precisam existir ou serem concebidos de maneira física, para serem representados no contexto pretendido. A utilização do *Adobe Flash* como ferramenta de desenvolvimento de animações, pode trazer vantagens significativas tais como, integrar em uma mesma ferramenta ambiente de design e desenvolvimento, além de gerar um arquivo que possui seu *plugin* amplamente disponível. Através de efeitos de transformação e transição a animação de determinados elementos é facilitada. (MÜLLER, MUCELIN, SCHÜTZ e SILVA, 2015, pág. 144).



Figura 5.1 - Utilização do produto educacional na sala do 2º ano C
Fonte: elaborada pelo autor

Na pesquisa e desenvolvimento deste produto educacional, é minha crença que o computador possa ser usado para dinamizar e melhorar o processo de ensino-aprendizagem de Física, no ensino médio, como uma ferramenta facilitadora, mesmo diante dos novos desafios que surgem do uso do computador.

A aplicação deste produto, aqui relatado, não propõem uma receita para o e sucesso absoluto, pelo contrário acreditamos que possa continuar evoluindo, através de sua aplicação em outras turmas e fazendo as devidas adequações no decorrer desse processo. O uso de *softwares* contendo animações e conteúdos interativos, como o caso do *Adobe Flash*, permite a atualização constante dos conteúdos. O que observei é que este tipo de

mídia também possibilitou a integração de vários conteúdos, proporcionando uma melhora nas habilidades de meus alunos em resolver situações problemas.

Como professor, a partir de minha própria reflexão em cima das experiências vividas durante este período, não posso me sentir confortável e imaginar que ao usar este produto consiga superar todos os problemas de desinteresse de meus alunos. Se partíssemos da suposição que ensinar é puramente transmitir conhecimento, não haveria professores, somente o computador automatizando e otimizando essa transmissão.

Há diversas formas de ensinar o conteúdo ao aluno, o uso de animações e uma de muitas maneiras. Cabe ao professor escolher, de acordo com sua realidade e clientela, fazer o uso de práticas didáticas diversificadas e contextualizadas, utilizar novas tecnologias, com recursos tanto reais como virtuais, se pautando em um referencial teórico adequado, e assim consiga proporcionar uma aprendizagem significativa que seja gratificante para o aluno bem como para o professor.

Diante do exposto, acredito que esse trabalho e o produto educacional aqui desenvolvido, atende a uma finalidade simples, que é o desenvolvimento de ações, atitudes, de forma prática como um fator alternativo, que possa gerar mudanças, na esperança de trazer melhoras na qualidade do ensino de ciências no ensino médio. É imprescindível que os professores tenham o incentivo para se atualizar, permitindo assim ao professor uma formação continuada e proporcionando uma maneira de sempre poder compartilhar um pouco de sua experiência e alternativas, com os colegas de profissão.

Com a intenção de garantir a disponibilidade desse material e sua facilidade de acesso, coloquei um este produto educacional na *internet* em <www.fisica-domhs.com.br>, à disposição de qualquer professor que venha a se interessar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Física 2** - GREF - 4ª ed. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As Faces da Física** - Volume único - 2. ed, - São Paulo: Moderna 2012.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física Clássica** - vol.02 - São Paulo: Editora Atual.

FERRARO, N. G.; JUNIOR, F. R.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física** - vol.2 -10. ed - São Paulo : Moderna 2012.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **Tópicos de Física** Vol.2 - São Paulo Editora Saraiva - 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física** – vol 02 - Rio de Janeiro - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.

ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A. **Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente alternada ao nível do Ensino Médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, nº 3: p. 345-359, dezembro/2006.

LOPES, C. T. **Introdução ao Flash - Tutorial constituído por 3 lições para introduzir o flash no desenvolvimento de aplicações**. Disponível em <<http://www.carlaloopes.com/pubs/tutorialFlash.pdf>> acesso em junho/2016

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, pp. 259-272, Set. 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física Para Todos - Concepções Erradas em Mecânica e Estratégias Computacionais**". In: *1º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar*. Tomar, pp. 185-202, Nov. 1998.

FURLAN, M. P. **Adobe Flash CS4 - Apostila de Flash** – 2009. Disponível em: <http://www.caetano.eng.br/aulas/2012a/pir/tutorial_flashcs4.pdf> Acesso Agosto de 2015.

GALLOTTA, A. **Objetos de aprendizagem a serviço do professor**. Disponível em .
<http://www.microsoft.com/brasil/educacao/parceiro/objeto_texto.msp> Acesso em junho de 2016.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo, Centauro, 1982.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, pp. 77-86, Jun. 2002.

MOREIRA, M. A. **Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

MÜLLER, M. R.; MUCELIN, C. A.; SCHÜTZ F.; SILVA, F. de O. **Animação com Adobe Flash, um Recurso Tecnológico Educacional** - Anais- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em <<http://meditec.md.utfpr.edu.br/edicoes-anteriores/iv-meditec-2013/anais/file/53-114007-1>> Acessado em 18/05/2016.

SANTOS, J. N.; TAVARES, R. **Animação interativa como organizador prévio** XV SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba, 2003. Disponível em <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/SNEF-15.pdf>> Acessado em 18/05/2016.

SCHNOTZ, W.; LOWE, R. K. **External and Internal Representations. Introduction to the Issue. Learning and Instruction**. (13), p. 117-123, 2003. Disponível em <www.elsevier.com/locate/learninstruc> Acessado em 15/05/2016.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem**. Revista Brasileira de Informática Na Educação, Porto Alegre, v. 18, n. 02, p.04-16, 01 maio 2010. Quatro Edições Anuais. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/rbie/index>>. Acessado em 18/05/2016.

TAVARES, R. **Notas de Aula de Física**. Versão preliminar Junho de 2004. Disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/16_oscilacoesVI.pdf>

TAVARES, R.; RODRIGUES, G. L.; ANDRADE, M.; SANTOS, J. N.; CABRAL, L.; CRUZ, H. P.; MONTEIRO, B.; GOUVEIA, T.; PICADO, K. *Objetos de aprendizagem: uma proposta de avaliação da aprendizagem significativa*. Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico – Brasília : MEC, SEED, 2007. 154 p. disponível em < <http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>