



**Universidade Federal do Rio de Janeiro**  
**Instituto de Física**

O ensino da Física para alunos portadores de  
deficiência auditiva através de imagens: módulo  
conceitual sobre movimentos oscilatórios.

José Bernardo Menescal Conde

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino  
de Física.

Orientador: Hélio Salim de Amorim

Co-orientadora: Susana de Souza Barros

Rio de Janeiro

Janeiro de 2011

# O Ensino da Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios.

José Bernardo Menescal Conde

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

-----  
Prof. Hélio Salim de Amorim, D.Sc , UFRJ (Presidente)

-----  
Prof. Marcos da Fonseca Elia, Ph.D, UFRJ

-----  
Prof. Vitorvani Soares, D.Sc, UFRJ

Rio de Janeiro

Janeiro de 2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

C745e Conde, José Bernardo Menescal

O Ensino da Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios/

José Bernardo Menescal Conde-Rio de Janeiro: UFRJ / IF, 2010.

xiii, 93 f.: il.; 8 cm.

Orientador: Hélio Salim de Amorim

Dissertação (mestrado) – UFRJ / Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2010.

Referências Bibliográficas: f. 90-93

1. Movimentos Oscilatórios. 2. APDA. 3. Recursos Visuais. I. Amorim, Helio Salim de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física. III. O Ensino da Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios.

## **AGRADECIMENTOS**

Há momentos em nossas vidas quando as luzes se apagam, o chão some e as trevas fazem-se presentes. Nessas horas, muitos nos viram as costas, não acreditam em nossa recuperação e nos desprezam. Felizmente, existem os amigos sinceros que nos vêem além das aparências, contribuindo para conduzir-nos até o caminho correto e ajudando a tornar-nos pessoas melhores. Meus agradecimentos são, portanto, a essas pessoas que, de uma forma ou de outra, marcaram a minha vida:

Minha esposa Daisy que há vinte anos atrás escreveu-me: “Posso não ser competente nem excelente mas estarei sempre presente.” Sei que poderei contar sempre com seu amor e companheirismo.

Meu filho Gabriel que em um momento difícil pelo qual eu passava, disse-me: “Pai, eu sinto muito orgulho de você.”

Minha filha Clara que enche minha vida de alegria e amor.

Meu irmão Antônio Menescal por suas orientações e incentivos.

Minha tia Edméa que sempre acreditou em mim e com bons conselhos, contribuiu muito para a minha formação.

Ao amigo Ladário por sua amizade sincera e incondicional.

A toda equipe de professores do Instituto de Física da UFRJ que acreditou e se engajou no projeto do mestrado profissional em ensino de física.

À professora Susana que com sua abnegação, sinceridade e disposição juvenil, contribuiu muito para o meu crescimento profissional e a elaboração dessa dissertação.

Ao professor Hélio Salim que com sua calma, paciência, simplicidade, criatividade e conhecimentos técnicos foram fundamentais na realização desse trabalho e no meu aprimoramento profissional.

Aos professores Vitorvani Soares e Marcos Elia que contribuíram com as correções que faziam-se necessárias para o aperfeiçoamento da dissertação.

*In Memorium* (Nunca os esquecerei):

Minha mãe Maria José que com seu salário de professora aposentada, sacrificou-se para que eu pudesse ter uma educação de qualidade.

Meu pai Alípio, sempre alegre e sensível aos problemas sociais do país.

A minha madrinha Zélia pelo carinho, meiguice e dedicação.

Aos professores Sylvio Brock e Manoel Ventura pela amizade, confiança e cordialidade que sempre dedicaram a mim.

Como canta, magistralmente, Milton Nascimento:

*...Amigo é coisa pra se guardar do lado esquerdo do peito, dentro do coração...*

E para Vinicius de Moraes:

*...A gente não faz amigos, reconhece-os...*

## RESUMO

Conde, José Bernardo Menescal. **O Ensino de Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios**. Rio de Janeiro, 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Este trabalho objetiva a proposição de uma metodologia que se adéque às características cognitivas e físicas do aluno portador de deficiência auditiva (doravante APDA) e torne exeqüível o ensino de fenômenos físicos interessantes e abrangentes como as oscilações, o movimento amortecido e o MHS. Através desse estudo poderemos trabalhar a partir dos pré-requisitos já escolarizados (massa, peso e tempo, vetores - força, velocidade e aceleração - as leis de Newton, energia mecânica), visando, através da utilização de recursos visuais (vídeos de curta duração) associados a experimentos simples e programas interativos que leve à compreensão das grandezas relevantes neste estudo: período, frequência, amplitude, força elástica, oscilações, força de atrito do ar e MHS. A prática pedagógica considera o APDA como um ser fundamentalmente visual. Por essa, razão, a utilização de materiais didáticos e estratégias que explorem as características visuais são fundamentais na procura da inclusão escolar. Foi utilizado como recurso de comunicação a língua brasileira de sinais (LIBRAS). Fundamentamos este trabalho nas teorias sócio interacionistas de Vygotsky e em concepções construtivistas de construção do conhecimento apresentando situações problematizadoras que visem a observação do fenômeno, obtenção de dados, interpretação e análise dos dados obtidos e a busca por relações entre as grandezas físicas relevantes envolvidas nos fenômenos em estudo.

Palavras chaves: comunicação, alunos portadores de deficiência auditiva (APDA), movimentos oscilatórios, recursos visuais, ensino de física.

Rio de Janeiro

Janeiro de 2011

## ABSTRACT

The Physics teaching to deaf students using images: basics concepts about oscillatory movements.

José Bernardo Menescal Conde

Supervisors: Hélio Salim de Amorim e Susana de Souza Barros

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The aim of this dissertation is to propose a methodology that be appropriate both with the physical and learning needs of the deaf student in order to teach them interesting physics topics such as oscillatory motion in harmonic simple and damped oscillations. The treatment of these topics requires the use concepts that have been taught previously in school physics and are considered as prerequisites, such as: 1) mass, weight, space and time; 2) vectors (force, velocity and acceleration); 3) Newton's Laws and 4) mechanical energy. The methodology involves the use of visual resources (short films) in associated with simple experiments and computer programs to comprehend concepts connected to relevant physical quantities related to the topic under study: period, frequency, amplitude, elastic force, oscillation, resistance force and Simple Harmonic Motion. When dealing with specific pedagogic practices we consider a deaf individual as a visual person that means to give priority to the use of resources presented as visual objects. Because of this, the use of didactic materials and strategies with visuals characteristics are important to teach the student and so make it possible their inclusion in school. To do this, the teachers communicate with the students by means of the Brazilian Language of Signs (LIBRAS). The psycho-didactical reference that guides our teaching strategies is based in Vygotsky's social-interactive theory as well as in a constructivist approach when dealing with concepts in new situations, so the students have the opportunity to observe phenomena, obtain and analyze the data and search for the relationship among the physical quantities involved in the phenomenon under study.

Key words: communication, deaf persons, oscillation, visual resources, physics teaching.

Rio de Janeiro

January, 2011

## SUMÁRIO

Capítulo 1 – Justificativa.....	1
1.1- A importância da integração sócio-cultural do APDA.....	1
Capítulo 2 - Considerações Iniciais.....	4
Capítulo 3 - Fundamentação Pedagógica e Comunicação.....	8
3.1 - A contribuição de Vygotsky.....	8
3.2 - A comunicação com o APDA.....	10
3.2.1 - Considerações sobre a língua de sinais.....	10
3.2.2 - Algumas características da LIBRAS.....	11
3.3.3 - A comunicação no ensino da Física.....	11
3.3 - Considerações sobre o ensino por investigação.....	18
Capítulo 4 - Avaliação do conhecimento prévio: pré-requisitos para o estudo das oscilações.....	20
4.1 - Construção conceitual para o ensino de oscilações, MHS e movimento amortecido.....	21
4.1.1 - Experiência com massa e mola.....	21
4.1.2 - Experiência com ímãs e corpo caindo.....	22
4.1.3 - Vídeo: Algumas propriedades relevantes força de atrito com o ar.....	22
4.1.4 - Experiência com as molas.....	23
4.1.4 (a) - <i>Mola mais maleável</i> .....	23
4.1.4 (b) - <i>Mola mais dura</i> .....	24
4.1.5 - Diferenciação entre massa (m) e peso (p).....	24
4.1.6 - Situação de Equilíbrio.....	25
4.1.7 - A energia e sua transformação.....	25
4.1.8 - Conservação da Energia.....	27
4.1.9 - Questionário de fixação de conceitos relevantes.....	28
Capítulo 5 - Metodologia de ensino das oscilações aos APDA.....	30
5.1 - Algumas Considerações sobre o Ensino de Física em Laboratório para Alunos Portadores de Deficiência Auditiva (APDA).....	31
Capítulo 6 - O ensino das oscilações.....	34
6. 1 - Observações e definições: uso do <i>Power Point</i> “Introdução ao movimento oscilatório.ppt” .....	35

6.1.1 - Sistema Massa-Mola.....	36
6.1.2 - Pêndulo Simples.....	36
6.1.3 - Questionário sobre <i>Power Point</i> “Introdução ao movimento oscilatório.ppt”.....	39
6.2 - Determinação Gráfica da Constante Elástica da Mola e Verificação da Lei de Hooke.....	40
6.3 - Observação dos vetores(força, velocidade e aceleração) em movimentos amortecidos e no MHS. Uso do <i>Interactive Physics (IP)</i> .....	43
6.3.1 - MHS (o sistema massa – mola).....	44
6.3.2 - MHS (o pêndulo simples).....	46
6.3.3 - Movimentos amortecidos.....	47
6.4 - Relação entre o Período (T) e outras grandezas Físicas - Uso do <i>Windows Movie Maker</i> .....	49
6.4.1 - Sistema Massa-Mola.....	50
6.4.1.1 - Projeto Amplitude (Produto 03).....	50
6.4.1.2 - Projeto Massa (Produto 04).....	51
6.4.1.3 - Projeto Constante Elástica da Mola (Produto 05).....	53
6.4.1.4 - Projeto Período-Fórmula-Mola.....	53
6.4.2 - Pêndulo Simples.....	53
6.4.2.1 - Projeto Amplitude – Pêndulo (Produto 06).....	53
6.4.2.2 - Projeto Massa – Pêndulo (Produto 07).....	54
6.4.2.3 - Projeto Comprimento do Fio (Produto 08).....	54
6.4.2.4 - Projeto Período - Fórmula - Pêndulo.....	55
Capítulo 7 - Aplicação em sala de aula e resultados.....	56
Capítulo 8 - Conclusões.....	64
8.1 - Considerações finais.....	64
8.2 - Análise dos resultados.....	65

Anexo A- Roteiro para a experiência de determinação da constante elástica da mola.....	69
Anexo B - Questionário sobre a simulação no IP.....	71
Anexo C - Outras informações sobre o Oscilador Harmônico Amortecido (OHA) e o MHS (Massa-Mola).....	74
Anexo D - Observações sobre movimentos oscilatórios.....	77
Anexo E – Alguns exemplos de oscilações existentes.....	78
Referências bibliográficas .....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Simulação do corpo caindo na superfície da Terra.

Figura 2 - Simulação do corpo caindo na superfície da lua.

Figuras 3 - Simulação de um corpo se deslocando com atrito com o ar. O gráfico representa a velocidade em função do tempo.

Figura 4 - Simulação de um corpo se deslocando sem atrito com o ar.

Figura 5 - Montagem experimental para a calibração da mola com auxílio da câmara de TV de baixo custo. O computador e a placa de captura de vídeo não são mostrados.

Figura 6 - Simulação da representação da força resultante (força elástica + peso) sobre o corpo, velocidade e aceleração em uma oscilação.

Figura 7 - Simulação da força resultante sobre o corpo com sentido oposto ao da velocidade

Figura 8 - Simulação da força resultante com o mesmo sentido da velocidade

Figura 9 - Simulação da força elástica orientada para a esquerda e velocidade para a direita para o sistema massa-mola na horizontal.

Figura 10 - Simulação da força elástica orientada para a direita e a velocidade para a esquerda para o sistema massa-mola na horizontal.

Figura 11 - Simulação da força resultante com o sentido e direção igual ao da aceleração para o pêndulo simples.

Figura 12 - Simulação da direção da força resultante mudando durante a oscilação.

Figura 13 - Simulação da velocidade e da força de atrito com o ar para o sistema massa-mola: elas têm sentidos opostos.

Figura 14 - Simulação da velocidade e do atrito com o ar para o pêndulo simples: elas têm sentidos opostos.

Figura 15 - Gráfico do tempo de passagem da massa por uma das extremidades de sua trajetória, cronometrados com o WMM, (a) amplitude menor e (b) amplitude maior. No corpo das figuras indicamos os resultados obtidos para o período em ambas as situações.

Figura 16 - Gráfico do tempo de passagem da massa por uma das extremidades de sua trajetória, cronometrados com o WMM, (a) massa menor e (b) massa maior. No corpo das figuras indicamos os resultados obtidos para o período em ambas as situações, onde podemos ver o aumento do período com o aumento na massa.

Figura 17 - Simulação da representação da posição ( $y$ ) x tempo ( $t$ ) em um MHS.

Figura 18 - Simulação do gráfico representando velocidade x tempo e posição x tempo para movimentos amortecidos.

Figura 19 - Balanço de praça (I).

Figura 20 - Relógios de pêndulo (II)

Figura 21 - Sistema de suspensão de um automóvel (III)

Figura 22 - Simulação do que acontece com as ondas em cordas e no mar

Figuras 23 - Simulação dos pontos da corda oscilando na direção perpendicular ao da velocidade da onda.

Figura 24 - Simulação dos pontos da mola que oscilam na mesma direção da velocidade da onda.

Figura 25 - Simulação das ondas do som com um comportamento semelhante ao da mola. Tendo o ar como meio de propagação.

Figura 26 - Simulação de outro modelo de onda de som, com características diferentes.

Figura 27 - Representação de gráfico de eletrocardiograma (IV)

Figura 28 - Representação de um gráfico de um sismograma. (V)

Figuras 29 (a e b) - A ponte oscila em várias direções (VI)

Figura 30 - Molécula de água (VII)

Figura 31 - Molécula de metano (VIII)

Figura 32 - Simulação da representação de um modo de vibração possível para um violão.

Figura 33 - Simulação de outra forma possível de vibração para a corda do violão

Figura 34 - Representação da estrutura do interior do ouvido humano (IX)

Figura 35 - MHS para um corpo atravessando a Terra de um ponto a outro (X)

Figura 36 - Paisagem de maré baixa no rio Amazonas (XI)

Figura 37 - Maré alta no rio Amazonas (XII)

## **LISTA DE GRÁFICOS**

### **I) Histogramas**

Gráficos (1 - 5) – gráficos de barras representando o número de alunos que responderam cada uma das três opções apresentadas nas perguntas:

- a) sim*
- b) não*
- c) mais ou menos*

Gráficos (6 - 8 e 10 -11) – gráficos de barras representando o número de alunos que responderam cada uma das três opções das questões colocadas (Com a sinalização da resposta correta em cada uma dos questionamentos propostos):

- a) aumenta*
- b) diminui*
- c) não muda*

Gráficos (9 e 12) – gráficos de barras que representam o número de alunos que responderam cada uma das três opções para as questões colocadas (sinalizando a resposta certa):

- a) sim*
- b) não*
- c) não sei*

## **Capítulo 1 - Justificativa**

Este trabalho justifica-se pela necessidade que o aluno portador de deficiência auditiva tem da utilização de um material didático-pedagógico que enfatize os recursos visuais e considere suas dificuldades na escrita e leitura da língua portuguesa. Nossa pesquisa, evidenciou uma grande escassez de produtos que cumpram com os objetivos supra-citados, principalmente na área do ensino da Física.

A estruturação da qual nos utilizamos no processo ensino-aprendizagem de um determinado tópico da Física ( movimentos oscilatórios ) poderá ser aplicada em qualquer outro capítulo dessa disciplina. Assim, sugerimos uma seqüência que contemple os procedimentos citados abaixo.

- 1) Uso da LIBRAS e demais estratégias visuais na realização das explanações.
- 2) Análise diagnóstica dos pré-requisitos necessários para a compreensão do assunto a ser estudado.
- 3) Atividades visando possibilitar o entendimento de conceitos relevantes (ainda mal compreendidos pelos alunos).
- 4) Apresentação (através de um Power Point, por exemplo) das grandezas relacionadas com o tema escolhido.
- 5) Utilização de pequenos experimentos que permitam a observação de fenômenos físicos e a realização de medidas.
- 6) Atividades complementares que possibilite a interação dos estudantes com softwares aplicativos.
- 7) Internet, sendo utilizada como ferramenta de estímulo e aprimoramento cultural.
- 8) Estudo dos resultados obtidos pelos alunos.

### **1.1-A importância da integração sócio-cultural do aluno portador de deficiência auditiva (APDA)**

Embora, a transmissão de conhecimentos da Física possa se fazer, mesmo com dificuldades, através da LIBRAS, isso não invalida a importância que o conhecimento pleno do português representa na completa inserção do APDA no mundo moderno. A dificuldade que muitos têm de compreender e escrever a língua portuguesa, herdada de nossos antepassados, constitui-se em uma barreira para a sua realização intelectual e humanística completa.

As legendas de filmes, documentários e jornais televisivos; as mensagens de celulares; as placas de trânsito; os e-mails; os enunciados das questões de provas e exercícios; revistas; livros, etc. tornam-se muitas vezes inócuos para eles. Além disso, o comprometimento da escrita e da fala revela-se outro problema para o seu desenvolvimento cultural. As estatísticas comprovam que o número de APDA que tem acesso às universidades no Brasil é irrisório. Segundo o censo escolar realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira (INEP) em 2003, dos alunos deficientes auditivos que iniciam sua vida escolar:

- 3% concluem o ensino médio;
- 28% da população de deficientes auditivos entre 7 e 14 anos são analfabetos;
- Menos de 1% chegam ao ensino superior (das quais, 90% em instituições privadas).

De acordo com o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/2000), 55% das pessoas portadoras de deficiência auditiva são consideradas pobres. Estes dados acham-se disponíveis no site da Federação Nacional de Educação e Integração do Surdo (FENEIS).

A realidade desigual da sociedade brasileira faz dos APDA, muitas vezes, vítimas do descaso de familiares e do poder público que se omitem (por ignorância ou irresponsabilidade) na tarefa de oferecer igualdade de oportunidades para todo cidadão dentro do território nacional<sup>1</sup>.

O diagnóstico da surdez deve ser feito em tempo hábil para que se inicie um processo de alfabetização eficiente do português acompanhado por um tratamento fonaudiológico visando permitir a oralização do indivíduo.

Um equívoco muito comum cometido pelas pessoas leigas no assunto é o de considerar que o APDA é necessariamente mudo. Este fato não é verdadeiro para a grande maioria dos casos. Sendo perfeitamente viável que uma pessoa com deficiência auditiva, independente do grau, possa falar de maneira compreensível desde que não possua nenhum comprometimento em seu aparelho fonador e tenha passado pelas mãos hábeis de um profissional competente, na área da fonaudiologia, desde a primeira infância.

Em países que se encontram em um estágio de desenvolvimento social e econômico bem melhor do que o nosso (como, por exemplo, a Suécia) as pessoas com deficiências auditivas possuem sua língua de sinais, porém, são também alfabetizadas e oralizadas em

---

<sup>1</sup> O número de deficientes auditivos no Brasil é de 166.400 (segundo censo do IBGE/2000)

sua língua natal. Uma parte da comunidade surda tem acesso às escolas e universidades com excelente qualidade de ensino. São oferecidas às pessoas com deficiências auditivas oportunidades de realização intelectual e profissional, praticamente idênticas àquelas contempladas pelos cidadãos ditos normais.

A regulamentação de novas leis que beneficiam os APDA pode ensejar uma reformulação em toda a política pública brasileira, no que se refere ao tratamento dado às pessoas com deficiências auditivas, fazendo com que essas atinjam um grau de desenvolvimento humano comparável ao daqueles países mais evoluídos.

A existência das leis, por si só, não garantem, entretanto, as modificações que o país necessita, sendo também essencial a mobilização popular que possibilite as mudanças e nos coloque no caminho correto da igualdade de oportunidades, respeito à pessoa portadora de qualquer deficiência e a educação de qualidade para todos. Tais medidas visam, fundamentalmente, proporcionar uma distribuição de renda justa com condições plenas de empregabilidade, acessibilidade e desenvolvimento humano para o cidadão portador de deficiências. Por sua vez, essa mobilização deve envolver os educadores de todas as áreas do conhecimento. Muito se tem feito na Pesquisa em Ensino de ciências da Natureza, e em particular da Física, com importantes avanços, mas com pouca ênfase no ensino dos APDA. Nesta área, há muito que se fazer quanto aos métodos e aos recursos técnicos, para a comunicação aluno – professor e para uma instrumentalização eficiente, visando o bom planejamento do ensino de Física.

## Capítulo 2 – Considerações iniciais

A elaboração deste trabalho surge da preocupação que temos com a educação do APDA e em especial, com o ensino da Física. Muitas das dificuldades encontradas advêm da tentativa errônea de se utilizar para o APDA os mesmos métodos elaborados para as pessoas ouvintes, não considerando, desta forma, as diferenças e peculiaridades cognitivas que o APDA manifesta no processo de aprendizagem. Alguns trabalhos têm sido elaborados na área de ensino de física para deficientes auditivos. Podemos citar como exemplos as dissertações de mestrado do professor de Física do INES Daniel Pimenta de Menezes que utilizou-se de modelos conceituais e visuais para ensinar o capítulo relativo à gravitação universal e suas implicações para a vida cotidiana no planeta Terra (MENEZES, 2010). Além dele, a professora Salete de Souza (UNIFRA-RS), apresentou uma proposta de ensino introdutório à hidrostática centrada na experimentação e com amplas discussões acerca dos aspectos históricos e sociológicos da surdez no Brasil (SOUZA, 2007).

O público alvo desse trabalho são jovens e adultos, deficientes auditivos, alunos do Ensino Médio do *Instituto Nacional de Educação de Surdos* (INES).

Para Lebedeff,

*o APDA possui uma língua cuja recepção e produção são diferentes da língua oral. Dependem da língua de sinais para se comunicar e ter acesso ao conhecimento (LEBEDEFF, 2004, p.195).*

A língua de sinais representa o principal veículo das interações envolvidas nos processos de aprendizagem das crianças deficientes auditivas. Trata-se de ensinar os conteúdos do currículo em uma língua visual à qual os alunos têm livre acesso.

Conforme Skliar,

*nas três últimas décadas tem-se acentuado a busca por práticas educacionais que venham contribuir para eliminar os efeitos devastadores do fracasso escolar massivo que os APDA têm sofrido. Sendo necessária a aceitação da cultura surda, da língua de sinais e do APDA como sujeito visual (ele depende da experiência visual para ter acesso ao conhecimento (SKLIAR, 1998, p.27).*

Alguns professores acreditam que a utilização da linguagem LIBRAS, por si só, resolve todos os problemas cognitivos do aluno com deficiência auditiva. Esquece-se, no

entanto, que ao entrar em contato com a língua de sinais na escola (quando iniciam o seu aprendizado) a grande maioria das crianças com deficiência auditiva já apresenta um grande atraso na aprendizagem de uma língua que dificilmente poderá ser totalmente contornado.

Segundo Baptista,

*o processo de construção do sistema lingüístico que suporta ao mesmo tempo a estrutura mental e intelectual do indivíduo se desenvolve nos primeiros anos de vida e cada ano adiado desde o nascimento representa uma perda irreparável (BAPTISTA, 2008, p.163).*

Com relação à escola, seja ela regular ou especial para alunos portadores de deficiência auditiva, deve, de acordo com a declaração de Salamanca:

*adequar o seu espaço a todas as pessoas com necessidades educacionais especiais (SALAMANCA, 1994).*

Alguns estudiosos na área de ensino de deficientes auditivos defendem as escolas especializadas por estas se constituírem no espaço mais adequado para o desenvolvimento cognitivo do aluno portador de deficiência auditiva. Para Skliar,

*as escolas especializadas para alunos portadores de deficiência auditiva constituem-se em um microcosmo de emergência da identidade surda e de aquisição da língua de sinais (SKLIAR, 1997, p.30).*

No quadro atual, qualquer metodologia que objetive o ensino para APDA (em todas as áreas do conhecimento) deve privilegiar a LIBRAS e o uso intensivo de recursos visuais, tais como:

- fotos
- vídeos
- filmes
- programas computacionais interativos

veiculados através de plataformas como o sistema *Power Point / Datashow* e a internet, bem como a elaboração de dramatizações teatrais, que permitam a apresentação de certos

conceitos através da dramatização de uma experiência de vida comum à maioria dos APDA.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em seu capítulo V, artigo 59, ratifica este posicionamento quando assegura aos educandos com necessidades especiais: currículos, técnicas, recursos educativos e organização específica, para atender às suas necessidades especiais.

É importante destacar que a utilização de recursos visuais e computacionais requer do professor um planejamento eficiente além de conhecimento pleno dos *softwares* a serem trabalhados.

O desenvolvimento de habilidades e competências, como algumas das propostas no tópico relativo às Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias citados nos *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)* foi outra preocupação importante que tivemos quando da elaboração da metodologia que aqui será desenvolvida.

- *O entendimento e a aplicação de métodos e procedimentos próprios da Física (observação dos fenômenos, medições, verificações experimentais, etc.);*
- *A identificação das variáveis relevantes e a seleção dos procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos;*
- *A apropriação dos conhecimentos da Física (exemplificados aqui pelo estudo das oscilações, movimento amortecido e MHS) e aplicação desses para explicar o funcionamento de certos mecanismos do mundo natural;*
- *Identificação, análise e aplicação de conhecimentos sobre valores de variáveis representadas em expressões algébricas visando à realização de previsões e interpretações;*
- *A análise qualitativa de dados quantitativos;*
- *Compreensão de conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas para aplicá-las às situações específicas da Física em questão (PCN+, 2002, p.65).*

Todos esses itens anteriormente citados revelam-se essenciais para possibilitar a aplicação efetiva da metodologia proposta bem como do desenvolvimento cognitivo do público alvo que buscamos atingir.

É importante, também, destacar que as expressões corporais e faciais, constituem-se em elementos fundamentais na aprendizagem dos deficientes auditivos, pois facilitam o

entendimento dos sinais, os mantêm atentos às explicações do professor e possibilita uma melhor compreensão do que lhes é ensinado. Em suma, é muito importante uma comunicação gestual.

A obra genial de Charles Chaplin conseguiu-nos passar valores, sentimentos, críticas e conhecimentos sem a utilização de palavras (apenas com expressões, gestos e atitudes). Filmes como *Tempos Modernos* e *Luzes da Cidade*, entre outros, são exemplos cabais de como este processo se manifesta. O grande desafio do educador de alunos portadores de deficiência auditiva é proporcionar ao educando, com os recursos de que dispõe, algo semelhante ao legado deixado para a humanidade por este maravilhoso ator e cineasta do cinema mudo internacional.

Nossa experiência, como professor do *Instituto Nacional de Educação de Surdos* (INES) desde 1996 foi fundamental, pois através dessa vivência pudemos conhecer melhor a “cultura surda”, se assim podemos nos exprimir, isto é, sua língua básica de comunicação (a língua de sinais, LIBRAS), sua forma característica de agir, de se inter-relacionar com as outras pessoas e envolver-se com o estudo. Visamos, com isso, observar e procurar contornar seus problemas cognitivos advindos principalmente, de um contexto social e econômico que lhes é bastante desfavorável.

Convém ressaltar que os anexos C e D constituem-se em fonte de pesquisa que permite um aprofundamento físico-matemático maior da teoria das oscilações.

## Capítulo 3 - Fundamentação Pedagógica e Comunicação

Neste capítulo, destacamos os componentes pedagógicos relevantes, segundo Vygotsky (1998), que contribuíram para que conhecêssemos melhor o comportamento cognitivo do APDA, buscando com isso a melhor forma de ensinar-lhes os conteúdos desejados. Os estudos de Vygotsky acerca do sócio-interacionismo e das relações entre pensamento e linguagem nos são particularmente úteis. Discorreremos sobre as línguas de sinais (em especial a LIBRAS) e finalizamos com considerações acerca do *ensino por investigação* com a problematização das atividades em sala de aula.

As teorias da aprendizagem devem se coadunar com os procedimentos práticos de sala de aula. Neste tópico buscamos fazer uma correlação entre os pensamentos dos teóricos da educação que fundamentam o presente trabalho e suas conseqüências para o ensino de pessoas com deficiência auditiva.

### 3.1 – A contribuição de Vygotsky

Para Vygotsky:

*I) Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas; a segunda, nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas. A linguagem é desde o início social e ambientalmente orientada e desenvolvida no sujeito por um processo intrapsíquico (VYGOTSKY, 1998, p.114).*

Como conseqüência:

O contato tardio do APDA com sua cultura, por meio de LIBRAS, dificulta-o a ter o desenvolvimento em tempo semelhante ao da pessoa ouvinte. Boa parte das crianças deficientes auditivas chega à idade escolar (no INES) com conhecimento insuficiente de LIBRAS. Passando a dominá-la somente a partir do convívio com professores especializados e outros APDA.

*II) O desenvolvimento de funções psicológicas não ocorre naturalmente mas requer mediação. Sendo o mais importante desses instrumentos a língua, pois esta regula as funções psíquicas. Métodos orais são importantes para oralizar e não para conduzir a uma linguagem viva (VYGOTSKY apud REGO, 1995, p.50).*

Como consequência:

A língua oral (português) funciona como segunda língua e a LIBRAS é a primeira língua, funcionando como um mediador entre o APDA e o meio. É através dela que eles demonstram sua capacidade de interpretação do mundo, desenvolvendo estados mentais mais elaborados.

*III) A linguagem atua decisivamente na estrutura do pensamento e é a ferramenta básica para a construção do conhecimento. O pensamento passa a existir a partir das palavras (VYGOTSKY, 1998, p.59).*

Como consequência:

A criança deficiente auditiva, filha de pais ouvintes que não sabem se comunicar com elas, passa a conviver em um meio que não lhe facilita o aprendizado por não compartilhar da mesma língua (essas crianças deficientes auditivas tendem a ter uma defasagem no que diz respeito ao seu desenvolvimento cognitivo). Crianças deficientes auditivas, filhas de pais com a mesma deficiência e que usam a língua de sinais, fazem seus primeiros sinais aos seis meses de idade e tornam-se fluentes em LIBRAS aos quinze meses, embora, o conhecimento da leitura e escrita do português não se dê necessariamente. Este fato contribui para proporcionar a estas crianças (aproximadamente 6% do total) um desenvolvimento cognitivo sem atrasos.

*IV) A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à interferência ou às tendências dominantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (VYGOTSKY, 1993, p.50).*

Como consequência:

A dificuldade de acesso a uma língua natural leva o APDA a utilizar um pensamento mais concreto, já que é por meio do diálogo que ela internaliza conceitos abstratos. É recomendável, portanto, a realização com os alunos de atividades que privilegiem o uso de

material concreto através de experimentos e pequenos vídeos que ilustrem o assunto abordado.

*V) A zona de desenvolvimento proximal constitui-se na distância que medeia entre o nível atual de desenvolvimento cognitivo, determinado pela sua capacidade atual de resolver problemas individualmente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob orientação do professor ou em colaboração com pessoas mais capazes (VYGOTSKY, 1984, p.97).*

Como consequência:

O deficiente auditivo poderá alcançar um desenvolvimento cognitivo maior quando realiza suas tarefas em pequenos grupos, sob a orientação de um mediador (professor) e com a participação de colegas, que possuindo uma capacidade de percepção mais apurada, passam a ajudar o grupo no entendimento de questões bem como na execução das atividades propostas.

### **3.2 – A comunicação com o APDA**

O processo de comunicação faz-se, majoritariamente, através de LIBRAS. Porém, qualquer forma de comunicação visual (expressões corporais e faciais, representações teatrais, gestos conhecidos, etc.) podem ser utilizados durante a apresentação de uma aula.

#### **3.2.1 – Considerações sobre a língua de sinais.**

A língua de sinais era, no passado (até a década de 70) , considerada como sendo nociva ao desenvolvimento da fala, da leitura labial e do raciocínio. Em virtude disso, houve uma opção pelo oralismo puro, tendo vigorado durante muitos anos, com punições àqueles alunos que se utilizassem de gestos para se comunicarem.

Hoje em dia, vigora majoritariamente uma concepção bilinguista (língua de sinais é a primeira língua e o português funciona como segunda língua) no processo ensino-aprendizagem das pessoas com deficiência auditiva.

As línguas de sinais não são universais. No Brasil, utiliza-se a LIBRAS (regulamentada como língua oficial dos APDA desde 22/12/2005 pelo Decreto Lei de número 5626).

Cada nação possui sua língua de sinais própria de acordo com a cultura e a estrutura educacional do lugar. Tal como nas línguas faladas, ocorrem mudanças de sintaxe, morfologia e estruturação da língua dependendo do país onde se esteja. Atualmente, existem aproximadamente 177 línguas de sinais no mundo todo. As línguas faladas nos

Estados Unidos e na Grã-Bretanha, por exemplo, são bem parecidas. Suas línguas de sinais, porém, são totalmente diferentes.

### 3.2.2 - Algumas Características de LIBRAS.

Os sinais de LIBRAS são formados a partir da forma, do movimento das mãos e do ponto do corpo ou, no espaço onde são feitos (ponto de articulação). Por exemplo, os sinais **desculpar**, **evitar** e **idade** possuem a mesma configuração da mão (letra y), porém, são produzidos em pontos diferentes do corpo. Existem sinais sem movimento (**pensar**, **em pé**, **etc**) ou com movimento (**trabalhar**, **evitar**, etc.). Não existem conectivos, os verbos são feitos no infinitivo e os pronomes pessoais são feitos pelo sistema de apontamento.

Alguns sinais são idênticos, sendo a diferenciação feita pelo contexto da frase (ex: **laranja** e **sábado**) ou pela expressão facial (ex: **exemplo** e **triste**).

As frases obedecem a estrutura da LIBRAS e não a do português.

### 3.2.3 - A comunicação no ensino da Física

Nossa experiência no trabalho com APDA permitiu-nos detectar dificuldades de comunicação referentes ao fato de que muitas palavras próprias ao vocabulário da Física (disciplina que leciono) **não** existirem em LIBRAS.

A definição, ou a explicação, de uma grandeza física deve ser feita com expressões corporais criativas aliadas a observação de experimentos pertinentes e ao emprego de palavras existentes dentro de LIBRAS. Posteriormente, o professor deve estabelecer um sinal classificador (um gesto que sirva para identificar a grandeza física que se quer ensinar). Esse sinal classificador pode ser estabelecido com a participação ativa dos alunos. A apresentação da palavra, em português, que defina o conceito ou a grandeza, de forma soletrada (datilologia), conclui a tarefa. A criação desses sinais facilitará enormemente a fluência na comunicação concorrendo favoravelmente para o planejamento de aulas.

A compreensão do conceito físico deve se dar de forma clara para que o procedimento acima descrito surta o efeito desejado.

Assim, apresentamos alguns exemplos, dentro da Física, de como introduzir determinados conceitos, que não existem em LIBRAS, com a proposta da utilização de experiências de fácil realização, representações, simulações computacionais e palavras acessíveis ao APDA, ou seja, cujo vocabulário pertença a LIBRAS. A escolha das palavras abaixo se deveu ao fato de serem bastante utilizadas nos capítulos que envolvam a mecânica e os movimentos oscilatórios, tema do nosso trabalho. A ordem em que aparecem não segue, necessariamente, a sequência lógica que nos é proposta pelos livros

do ensino médio, pois se trata apenas de exemplificações que buscam relacionar alguns conceitos da física ao ensino para os APDA. Porém, se uma palavra constituir-se em pré-requisito para o entendimento de outra(s), procuramos fazer com que os pré-requisitos precedessem as demais palavras.

Os exemplos abaixo dizem respeito às grandezas físicas relacionadas com a mecânica. Porém, grandezas relativas a outras áreas da Física poderiam ter seus conceitos trabalhados de forma semelhante. É importante destacar, também, que as frases explicativas dos conceitos encontram-se em *itálico* e fazem uso de um vocabulário simples e de fácil tradução para a LIBRAS. As propostas de atividades que envolvam experimentos, simulações computacionais ou representações acham-se em **negrito**.

### 1) POSIÇÃO

Conceituação científica: é o lugar onde o corpo (parado ou em movimento) se encontra em um dado instante de tempo e em relação a um dado referencial.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *é o lugar onde qualquer coisa, que tem movimento ou não, está naquele momento (hora do relógio) quando olhamos de um certo ponto. Ex: Podemos citar as placas de sinalização de uma estrada, que mostram o lugar onde está um carro que passa naquele momento está em relação a uma dada origem; A figura ao lado é um exemplo* (Quilometro 145 da Estrada Nacional Nº 4, Montijo-Caia, Alentejo/Portugal).



### b) TRAJETÓRIA

Conceituação científica: é o caminho descrito pelo móvel durante seu movimento. Esta trajetória pode ser retilínea ou curvilínea.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *é o caminho que qualquer coisa que tem movimento faz (este caminho pode ser reto ou curvo).Ex: Podemos caminhar pela sala em linha reta ou fazendo curvas;*

### c) VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Conceituação científica: é a razão entre espaço percorrido e o intervalo de tempo gasto, ao longo de uma trajetória. Está relacionada com a rapidez do movimento.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *se temos um tempo igual, quem andar a distância maior terá maior velocidade média. Se temos uma distância igual, quem andar em menos tempo terá maior velocidade média.* Ex: **A possibilidade da medição, com uso de cronômetros, do tempo de deslocamento para uma distância fixa, permite ao aluno a verificação da relação inversa existente entre a velocidade e o tempo. De maneira semelhante podemos fixar um tempo e observarmos a relação direta da velocidade média com a distância.**

#### d) VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA

Conceituação científica: é a taxa de variação da posição de um móvel em um dado instante de tempo.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *alguma coisa que está mudando de posição continuamente no tempo tem velocidade escalar instantânea em qualquer momento (hora do relógio).* Ex: **No velocímetro de um carro podemos verificar a sua velocidade instantânea** ([www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br));



#### e) ACELERAÇÃO ESCALAR

Conceituação científica: é a taxa temporal de variação da velocidade escalar instantânea ao longo de uma trajetória.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *alguma coisa que tem movimento tem aceleração escalar se sua velocidade instantânea aumentar ou diminuir em um caminho dado.* Ex: **Podemos andar, em linha reta, a princípio lentamente e, paulatinamente, caminharmos mais rápido. O procedimento inverso também pode ser realizado para exemplificarmos a desaceleração.**

#### f) MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Conceituação científica: é um tipo de movimento no qual, a trajetória é retilínea e a velocidade instantânea permanece constante ao longo do percurso. A aceleração é igual a zero.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *alguma coisa tem esse movimento se seu caminho for uma reta e sua velocidade instantânea não mudar. A*

*aceleração escalar é igual a zero.* Ex: **Podemos reproduzir este movimento andando em sala com velocidade visualmente constante em linha reta.**

#### g) ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE (g)

Conceituação científica: é a aceleração a que os corpos em queda livre estão submetidos. Ela depende da altura em que o corpo se encontra em relação à superfície da Terra ou da massa do planeta aonde esteja acontecendo a queda.

Nas proximidades da superfície da Terra teremos  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  e na Lua (que tem massa menor do que a Terra) seu valor será de  $g \approx 3,3 \text{ m/s}^2$ .

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *alguma coisa que cai livre tem aceleração da gravidade. Esta aceleração depende da sua distância até o chão ou da massa do planeta. Perto da Terra  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ . Na Lua este número é menor ( $g \approx 3,3 \text{ m/s}^2$ ), pois a lua tem massa menor do que a Terra.*

#### h) FORÇA

Conceituação científica: é o agente físico capaz de produzir mudanças no estado de movimento de um corpo. Pode estar representada por um empurrão, um contato ou agir sem contato físico.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *a força faz a velocidade mudar. Se empurrarmos alguma coisa que está parada, sua velocidade aumenta (ela começará o movimento). Se pararmos de empurrar, ela tem um pouco de movimento, a superfície faz a força de atrito, a velocidade diminui e depois o movimento cessa (para).* Ex: **Uma caixa de giz parada sobre a mesa começará a andar quando empurrada para frente. Se deixarmos de empurrar, ela irá diminuir a sua velocidade e parar após algum tempo pela ação de outra força, de contato com a superfície, chamada força de atrito.**

#### i) FORÇA PESO

Conceituação científica: é a força que a Terra exerce sobre todos os corpos em sua vizinhança. Esta força atua no sentido de puxar os objetos, atraindo-os em sua direção. Seu valor é obtido pelo produto da massa (m) pela aceleração da gravidade (g). O peso de um

corpo depende do planeta onde se esteja, pois apesar da massa do corpo ser invariável, a aceleração da gravidade varia de um planeta para outro.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *é a força que a Terra e todos os planetas fazem em todas as coisas, puxando-as para o chão. Não tem toque.* Ex: **Larga-se um objeto qualquer a certa distância do chão e verifica-se que este cai pela atração da Terra. Pode-se mostrar, através de simulações computacionais, que esta força pode ser maior ou menor dependendo do planeta onde se esteja (o peso depende de g). Ele depende também da massa (m) do corpo, que não varia, é igual em qualquer lugar. Teremos  $P = m.g$**

#### j) GRANDEZAS ESCALARES

Conceituação científica: são definidas apenas por um valor numérico e unidade respectiva. Temos como exemplos: massa e tempo.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *só precisa de número para eu entender.* Ex: **Se eu digo que são duas horas da tarde ou que a massa de arroz em um saco é de um quilo, nenhuma outra informação precisa ser dada pra que eu entenda.**

#### k) GRANDEZAS VETORIAIS

Conceituação científica: são grandezas definidas a partir de módulo, direção e sentido. Representadas por entes matemáticos denominados vetores. Temos como exemplos: força, velocidade e aceleração.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *precisam de tamanho (módulo), direção e sentido para eu entender. Usamos o vetor (parece a flecha do índio) para desenhar grandezas vetoriais.* Ex: **Mostra-se que quando fazemos uma força sobre uma caixa temos resultados diferentes dependendo não só do módulo da força, mas também da direção e do sentido de sua aplicação (conclusão: a força é uma grandeza vetorial). Quando ando pela sala com uma velocidade igual, posso parar em lugares diferentes dependendo da direção e do sentido do meu movimento (conclusão: a velocidade é vetorial). A aceleração é outro exemplo de grandeza vetorial.**

#### l) EQUILÍBRIO

Conceituação científica: um corpo estará em equilíbrio se a resultante das forças que agem sobre ele for igual a zero. Nesta situação, o corpo estará em repouso ou realizando um MRU.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *se qualquer coisa estiver parada ou com MRU, teremos um equilíbrio. Se tiver equilíbrio, a soma das forças será zero.* Ex: **Podemos mostrar uma caixa parada sobre uma mesa ou uma massa em repouso presa a uma mola como exemplos de estados de equilíbrio.**

#### m) CONSERVAÇÃO

Conceituação científica: propriedade característica de um sistema que não se altera durante a observação. Na Física existem algumas grandezas relevantes que se conservam.

Conceituação para a LIBRAS: *se alguma grandeza física não muda (é sempre igual), tem conservação. Na Física, existem algumas grandezas que tem conservação.*

#### n) ENERGIA

Conceituação Científica: um sistema físico terá energia mecânica se estiver em movimento e/ou tiver a capacidade de produzir movimento. A energia mecânica é a soma da energia cinética (quando o corpo está em movimento) com a energia potencial (quando o corpo tem energia armazenada que pode ser convertida em movimento.). Em certas situações, a energia mecânica se conservará.

Conceituação para a LIBRAS e representações visuais: *A energia mecânica é a soma da energia cinética (quando o corpo tem movimento) com a energia potencial (quando o corpo tem energia guardada que pode virar movimento). É um exemplo de algo que pode ter conservação às vezes.* Ex: **Se segurarmos um pedaço de giz a certa distância do chão, ao soltarmos, ele entrará em movimento (possibilidade futura). Com isso, a energia potencial irá paulatinamente se transformando em energia cinética. Uma mola comprimida ou esticada também, tem a capacidade de armazenar energia.**

Como sugerimos mais acima, a opção de esperarmos a iniciativa do deficiente auditivo para a criação de um **signal** em LIBRAS que represente uma determinada grandeza da física não é inviável, porém, pode demandar um tempo considerável do qual o professor, normalmente, não dispõe.

Na execução desse trabalho, devemos procurar associar o uso de LIBRAS e das outras formas de comunicação visual com a elaboração de frases (afirmativas ou interrogativas) escritas em português, objetivando, fundamentalmente o aprimoramento, por parte dos estudantes, da sua compreensão na leitura assim como o desenvolvimento da escrita em língua portuguesa. Este procedimento faz-se necessário na medida em que constatamos deficiências, da maioria dos alunos, de articulação em língua portuguesa e o fato de que nenhuma pessoa pode prescindir do conhecimento pleno de sua língua nativa para que sua inclusão na vida em sociedade dê-se de forma efetiva e integral. Em nossa prática diária em sala de aula, elaboramos questões escritas em português para que o aluno as responda e com isso, adquira uma aptidão maior no uso da língua portuguesa.

Muitas vezes, a leitura não é compreendida por parte deles, havendo, em virtude disso, a necessidade da tradução do que estiver escrito, ou de algumas palavras, para LIBRAS.

Na elaboração das respostas, observamos que a maioria das frases são escritas obedecendo a sintaxe da língua de sinais, ou seja, verbos escritos no infinitivo, supressão dos conectivos, modos e tempos verbais postos de forma incorreta, erros de pontuação, pronomes trocados, palavras desconhecidas, etc. Procuramos, devido à dificuldade de entendimento do que está escrito, solicitar sua tradução (aos próprios alunos) para LIBRAS e, na medida do possível, corrigir as imperfeições na escrita.

O conteúdo da matéria escrito no quadro é copiado por todos eles, porém, sua compreensão só se fará possível após as explicações feitas em LIBRAS. Praticamente todos os alunos são fluentes na língua de sinais.

Os professores de língua portuguesa utilizam manchetes de jornais e revistas visando proporcionar aos estudantes um melhor aprendizado do português através da descrição de fatos atuais que envolvam palavras e frases de fácil compreensão.

A orientação pedagógica do *INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS* (INES) é bilinguista, com LIBRAS sendo considerada como a primeira língua (proporcionando ao aluno a aprendizagem do conteúdo ensinado) e o português como segunda língua (fundamental na integração com os ouvintes e indispensável no desenvolvimento cultural e intelectual do APDA).

### **3.3 - Considerações sobre o Ensino por Investigação.**

Trabalhos de pesquisa em ensino destacam que os estudantes aprendem melhor quando se envolvem em atividades que privilegiem a investigação de problemas propostos,

levando-os a refletir, explicar e relatar um determinado fenômeno, dando ao seu trabalho características de uma investigação científica. Para Carvalho:

*é preciso que sejam realizadas diferentes atividades que devem estar acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando a introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (CARVALHO et al, 1995, p.70).*

Para Lewin e Lomascúlo,

*a situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como “projetos de investigação”, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como: curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais e metodológicas (LEWIN E LOMASCÚLO, 1998, p.147).*

Se a proposição de experiências ou demonstrações no planejamento dos cursos é uma prática pedagógica extremamente eficaz para os alunos sem deficiência, podemos dizer que no caso dos APDA tem uma dimensão estratégica e fundamental. No decurso de nosso trabalho, proporemos algumas atividades nas quais os estudantes são instados a observar os fenômenos, realizar medições, analisar e tirar conclusões acerca dos resultados obtidos. Esses procedimentos assemelham-se aos realizados nas investigações científicas. Assim, teremos como exemplos:

1) Experiência com molas

Os alunos terão que:

- **Observar** as variações no comprimento da mola com as mudanças da força aplicada e da mola utilizada;
- **Medir** os valores das variações dos comprimentos da mola em diversas situações;
- **Concluir** acerca da relação entre força aplicada, tipo de mola utilizada (dura ou maleável) e a variação no comprimento da mola.

## 2) Uso de vídeos no programa Windows Movie Maker (WMM)<sup>2</sup>

Os estudantes terão que:

- **Observar** as mudanças nos períodos das oscilações com as variações de algumas grandezas físicas;
- **Medir** os valores dos períodos para situações diferentes;
- **Concluir** sobre as relações entre o período e grandezas como massa, constante elástica da mola, amplitude da oscilação e comprimento de fio.

## 3) Tratamento Gráfico de Dados Experimentais

Os alunos serão instruídos a:

- **Observar** as diferenças de maleabilidade entre as diferentes molas, o aumento na elongação da mola com acréscimo do peso posto em suas extremidades e os valores variados das elongações das molas, para um mesmo peso, dependendo da mola que se utilize;
- **Medir** as elongações das molas em situações diferentes para cada uma das molas utilizadas no experimento e construir os gráficos F(força elástica) x e (elongação);
- **Concluir** acerca da relação de Hooke ( $F = K.e$ ) e do aumento da inclinação na reta resultante com a variação na maleabilidade da mola: molas mais duras resultam em gráficos com inclinações maiores e, portanto, apresentam valores maiores para a constante elástica (K) da mola.

Procuramos, portanto, mantermos o foco nas concepções do ensino por investigação (com a realização de tarefas que enfatizam esse procedimento; como aquelas citadas anteriormente) e nas teorias de Vygotsky (com a realização de trabalhos em pequenos grupos, uso de material concreto e a tradução para LIBRAS daquilo que estiver sendo ensinado) visando proporcionar ao APDA uma prática pedagógica, que se adequando às suas necessidades e especificidades, propiciando um desenvolvimento cognitivo maior.

---

<sup>2</sup> Nos estudos que fizemos usamos o WMM (Microsoft) na sua versão de 2007.

## Capítulo 4 – Avaliação do conhecimento prévio: pré-requisitos para o estudo das oscilações.

Tendo como objetivo a apresentação do tema ligado às Oscilações e ao Movimento Harmônico Simples (MHS), iniciamos com nossos alunos do INES, discussões preliminares acerca de seus conhecimentos das leis de Newton e do conceito de Energia Mecânica. Constatamos dificuldades de compreensão com relação a algumas grandezas físicas que são estratégicas para o estudo das oscilações. Assim, seguem alguns exemplos de conceitos errados cientificamente ou ainda não escolarizados:

### FORÇA:

- O peso não é considerado uma força e sim uma aceleração ou “algo desconhecido”.
- Para que haja a ação de uma força é necessário o contato entre corpos.
- A força elástica da mola bem como a lei de Hooke não são conhecidas.
- Se um corpo está pendurado em uma mola, parado (situação de equilíbrio), não há a percepção de que as forças peso e elástica são iguais e com sentidos opostos.
- A força de atrito com o ar e sua relação direta com a área de contato, também são ignoradas.
- O conceito de massa se confunde com o de peso.

### ENERGIA:

- O conceito de energia está exclusivamente relacionado com a eletricidade (energia elétrica).
- Outras formas de energia (como a energia mecânica, a térmica e a sonora) não são reconhecidas como tal.
- As forças de atrito com o ar não são reconhecidas como as responsáveis por dissipar energia (diminuir a energia mecânica).
- A palavra conservação não é conhecida.

É fundamental para o sucesso de qualquer metodologia que possa ser empregada no ensino das oscilações que as concepções preliminares acima sejam trabalhadas e adquiram um caráter científico maior e um significado correto. Para Chalmers,

*o que se observa em uma atividade experimental depende fortemente do conhecimento prévio e das expectativas do aluno (CHALMERS, 1993, p.23).*

#### **4.1 – Construção dos conceitos para o ensino de Oscilações, MHS (movimento harmônico simples) e movimento amortecido**

Tendo por base as sondagens realizadas com nossos alunos, procuramos desenvolver algumas atividades que têm por objetivo proporcionar ao aluno a compreensão dos pré-requisitos, mal entendidos por eles, desfazendo concepções equivocadas e abrindo o caminho para o aprendizado do assunto que nos dispusemos a ensinar. Os tópicos apresentados devem complementar o ensino de capítulos que abordem as *leis de Newton, energia e sua conservação*.

O capítulo relativo à *Cinemática*, onde são abordados conceitos relevantes como velocidade e aceleração (inclusive a da gravidade), precedem aos conceitos citados acima e, segundo a nossa experiência, não costumam causar entraves maiores no que diz respeito ao seu aprendizado.

Deve-se destacar que a definição de grandeza vetorial, e a inclusão da *força, velocidade e aceleração* nesta categoria, é importante na observação de suas variações temporais em termos de módulo, direção e sentido. Além disso, a definição de *força de tração* exercida por um fio e as regras que envolvem as somas vetoriais são também relevantes na complementação do assunto.

A seguir, sugerimos alguns procedimentos visando à construção de conceitos importantes e necessários para o entendimento do MHS, das oscilações e do movimento Amortecido. São procedimentos simples para serem realizados em sala de aula envolvendo recursos técnicos de fácil articulação e que permitam uma experimentação sensorial intensa.

##### **4.1.1 - Experiência com massa e mola**

Este experimento visa mostrar a atuação do peso como uma força. Para isso, distende-se manualmente uma mola de um dado  $\Delta y$ . Em seguida, substitui-se a força exercida pela mão por um peso que distenda a mola de um mesmo  $\Delta y$ , mostrando assim que terá o mesmo efeito ao da força aplicada com as mãos. Observa-se que o posicionamento da extremidade da mola quase não se altera. O aluno deverá concluir que o peso introduzido, em substituição à força inicial, exerce papel análogo.

#### 4.1.2 - Experiência com ímãs e corpo caindo

Algumas forças agem à distância sem contato entre os corpos que interagem. Poderemos realizar experimentos que exemplifiquem a observação desse tipo de forças.

- *Força magnética*: dois ímãs atraindo-se ou repelindo-se dependendo da proximidade dos pólos: norte-sul, atração e sul-sul e norte-norte, repulsão. Um ímã atraindo qualquer objeto de ferro.
- *Força peso*: Uma bola caindo ou subindo. Qualquer objeto nas proximidades da Terra é atraído por esta, à distância (sem o contato direto). Esta força é a responsável pela queda dos corpos quando abandonados de certa altura. Tal como a força magnética, não é necessário o contato físico para que se manifeste.

Uma experiência simples de abandono de um objeto cumpre o objetivo de ilustrar o comportamento de um corpo sob a ação de seu próprio peso nas proximidades da superfície da Terra. Podemos concluir, portanto, que o contato entre os corpos não é indispensável para que forças atuem.

Uma simulação, feita no *Interactive Physics (IP)*, pode permitir a visualização da intensidade, direção e sentido da força peso para o experimento realizado anteriormente.

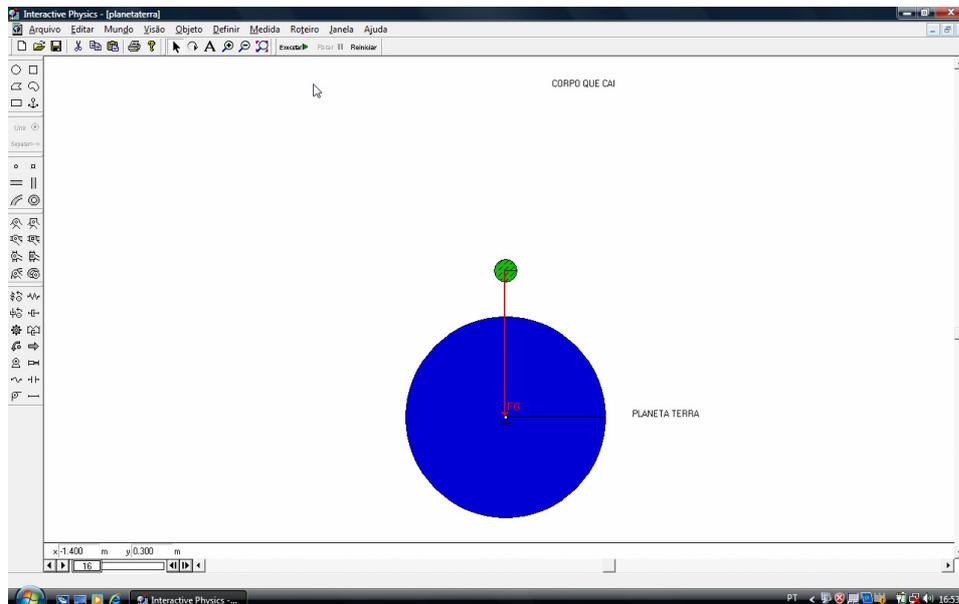


Figura 1- Corpo caindo na superfície da Terra.

#### 4.1.3 – Vídeo: Algumas propriedades relevantes da força de atrito com o ar

As forças de atrito estão sempre presentes nos sistemas físicos reais. Nos sistemas oscilantes o atrito impõem um amortecimento, uma perda gradual da energia mecânica. O nosso tema, que tem um caráter introdutório, não tem como foco o estudo do amortecimento, mas o fenômeno precisa ser apresentado. Podemos mostrar que sob certas condições o amortecimento pode ser desprezível resultando daí um modelo de movimento oscilatório ideal, periódico, esse sim, foco das nossas atenções. Preparamos um vídeo simples que confronta duas situações: a) uma massa oscilando preso a uma mola com uma placa de papelão acoplada; b) retira-se a placa e recoloca-se o corpo para oscilar novamente com uma pequena massa compensatória da ausência da placa. O aluno deve observar que o móvel preso à placa tem sua velocidade e amplitude reduzidas muito mais rapidamente no caso a do que no caso b. Este fato demonstra a relação direta entre a área de contato e a força de atrito com o ar: quanto maior a área, maior a força de atrito e maior a desaceleração.

Este pequeno vídeo, editado no WMM, será apresentado como um dos produtos da tese (Produto 01). A força de atrito com o ar aumenta, também, com o aumento da velocidade. Para velocidades relativamente pequenas (como as que nós estudaremos) este efeito pode ser desprezado.

#### **4.1.4 - Experiência com as molas**

Neste experimento, o aluno terá a oportunidade de sentir no seu corpo a ação da força elástica exercida por uma mola e tirar conclusões sobre:

- Sentido de aplicação;
- variação de seu módulo com a variação do comprimento (deformação) da mola;
- variação de seu módulo com o grau de elasticidade da mola utilizada.

Assim, teremos:

##### **4.1.4 (a) - *Mola mais maleável***

Puxa-se a mola para baixo, verifica-se que a força feita pela mola AUMENTA e que esta estará orientada para CIMA, em sentido contrário.

Empurra-se a mola para cima, observa-se também um AUMENTO na força elástica, porém, sua orientação será para BAIXO, em sentido contrário.

Após esta etapa, os alunos estarão aptos a concluir que a intensidade da força elástica AUMENTA com o aumento ou a diminuição do comprimento da mola e que seu sentido será contrário ao da deformação.

#### **4.1.4 (b) - Mola mais dura**

Alongam-se as duas molas de uma mesma quantidade. Os alunos poderão sentir uma força elástica MAIOR feita pela mola mais dura.

A conclusão nesta etapa é que a força elástica das molas (com uma mesma elongação) é MAIOR para a mola mais dura e que existe uma relação direta entre a dureza da mola e a força exercida por esta (força elástica).

Os alicerces para dedução da lei de Hooke estão lançados. Faltam, porém, as definições formais de constante elástica da mola ( $K$ ), elongação da mola ( $e$ ) e um tratamento gráfico adequado.

#### **4.1.5 – Diferenciação entre massa ( $m$ ) e peso ( $p$ )**

A massa de um corpo é uma grandeza invariável. Sendo a mesma em qualquer lugar no espaço ou em qualquer planeta onde se esteja. Já a força peso depende também, além da massa, da aceleração da gravidade (que varia de planeta para planeta). A relação final é  $P = m.g$ . Nas proximidades da Terra  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ . Já na lua, este valor cai para aproximadamente  $g \approx 3,3 \text{ m/s}^2$ . Neste caso, não fazemos menção diretamente à lei da atração universal dos corpos de Newton para simplificar a discussão e tratamos a intensidade do campo gravitacional em termos da aceleração de queda livre, e esta por sua vez como um parâmetro planetário.

Algumas simulações podem ser feitas no IP para ilustrar determinadas situações que digam respeito à diferenciação analisada acima, como por exemplo, mantendo-se a massa do corpo fixa (esfera verde na Figura 2) e alterando a massa planetária.

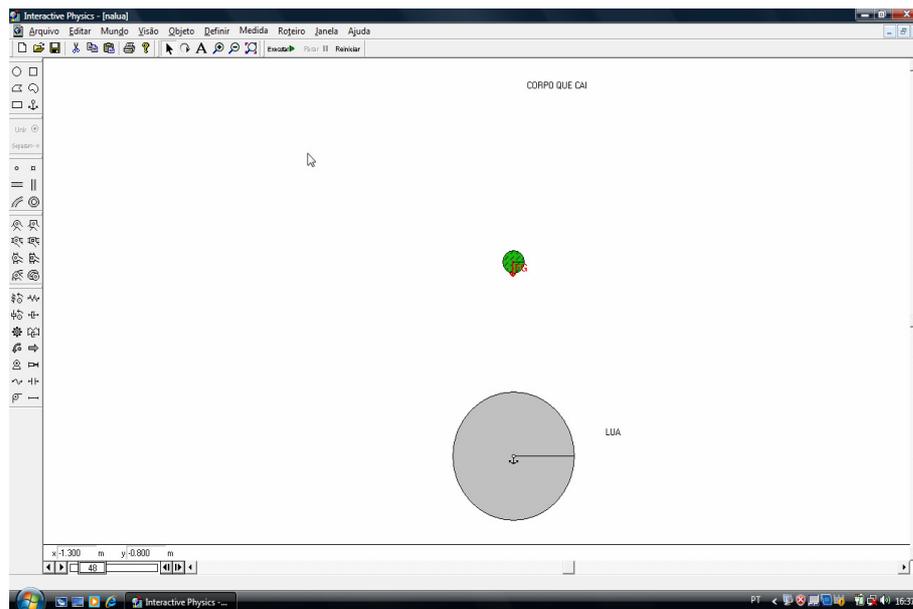


Figura 2 - Corpo caindo na superfície da lua.

A intensidade da força peso pode ser comparada com a da Figura 1 (vista anteriormente). As duas situações são mostradas em seqüência.

#### 4.1.6 - Situação de Equilíbrio

Em qualquer corpo parado, a soma das forças que agem sobre ele é nula. Logo, a força elástica equilibra a força peso e o corpo não cai. Quanto maior for a força peso, maior terá que ser também a força elástica. Poderemos propor como atividade, a introdução em uma mola de pesos diferentes em duas situações distintas visando fazer com que o aluno perceba as diferenças nas elongações das molas e conseqüentemente, variações nas forças elásticas exercidas por estas.

#### 4.1.7 - A energia e sua transformação

Ilustrar algumas formas de energia e suas transformações. Neste procedimento utilizamos vídeos, através de um *datashow* e um computador ligado diretamente à rede internet (naturalmente, é possível também a seleção prévia dos vídeos para uma apresentação em TV através de um DVD)

Existem diversas formas de energia:

- térmica: relacionada com fontes de calor;
- elétrica: relacionada com a eletricidade;
- mecânica: relacionada com os movimentos e a capacidade de produzi-los;

- sonora: relacionada com os sons e suas manifestações;
- eólica: relacionada com os ventos.

Uma forma de energia pode ser transformada em outra através de processos variados. A seguir apresentamos alguns exemplos que ilustram cada transformação e indicamos os endereços dos vídeos no *YouTube*.

- Ex: chuveiro elétrico, ferro elétrico, fio esquentando: ENERGIA ELÉTRICA → ENERGIA TÉRMICA (Efeito Joule);

Site: [www.youtube.com/watch?zWjn\\_dE1VAw](http://www.youtube.com/watch?zWjn_dE1VAw) (acessado pela última vez em 05/11/2010);

- Ex: liquidificador, ventilador: ENERGIA ELÉTRICA → ENERGIA MECÂNICA;

Site: [www.youtube.com/watch?v=-BOcCnKLbIA](http://www.youtube.com/watch?v=-BOcCnKLbIA) (acessado pela última vez em 05/11/2010);

- Ex: geradores de energia, usinas hidrelétricas: ENERGIA MECÂNICA → ENERGIA ELÉTRICA;

Site: [www.youtube.com/watch?v=S\\_KDmnKOEK&features=related](http://www.youtube.com/watch?v=S_KDmnKOEK&features=related) (acessado pela última vez em 05/11/2010);

- Ex: atritar os dedos em uma mesa, meteoritos: ENERGIA MECÂNICA → ENERGIA TÉRMICA. (Este experimento pode ser facilmente realizado em sala de aula ilustrando, a transformação de movimento em calor);

Site: [www.youtube.com/watch?v=3PO560\\_Y59M](http://www.youtube.com/watch?v=3PO560_Y59M) (acessado pela última vez em 05/11/2010);

- Turbinas eólicas: ENERGIA DOS VENTOS → ENERGIA ELÉTRICA

Site: [www.youtube.com/watch?v=rPho9FSGQ](http://www.youtube.com/watch?v=rPho9FSGQ) (acessado pela última vez em 05/11/2010);

Pode-se, também, citar o exemplo de um ônibus espacial voltando do espaço e entrando na camada de ar que envolve a Terra (atmosfera), fazendo com que o atrito com o ar transforme a energia mecânica em uma elevada quantidade de calor. Neste caso, a força de atrito com o ar terá um valor muito grande dada a enorme velocidade da espaçonave. O acidente ocorrido com a nave Columbia, quando esta entrou em chamas e explodiu ao penetrar na atmosfera é marcante para ilustrar tal fenômeno.

Os meteoritos entrando na atmosfera da Terra e transformando-se em uma enorme bola de fogo (também conhecidos como estrelas cadentes) constituem-se em um outro exemplo de transformação de energia mecânica em energia térmica.

#### 4.1.8 - Conservação da Energia

Se uma FORMA DE ENERGIA NÃO se TRANSFORMA em outra, ela se CONSERVA (NÃO MUDA), durante um determinado processo observado.

As forças de atrito nos movimentos de corpos caindo, deslizando sobre uma mesa ou movimentando-se presos às molas são as responsáveis por transformar a energia mecânica (relacionada com o movimento em si ou a capacidade de se ter movimento) em outras formas de energia (principalmente calor e som). As forças de atrito, nesses casos, sempre atuam se opondo ao movimento e reduzindo sua velocidade. Caso estas forças não existam ou possam ser desprezadas, dizemos que A ENERGIA MECÂNICA SE CONSERVARÁ.

Pode-se mostrar, com o IP, a representação dessas forças de atrito, seu sentido de atuação e seu efeito sobre a velocidade de deslocamento dos corpos.

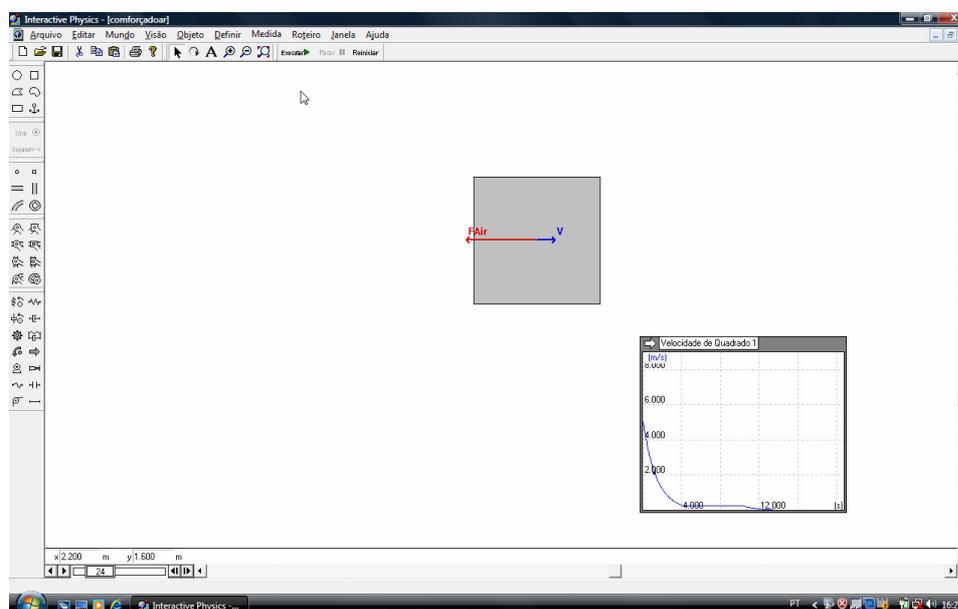
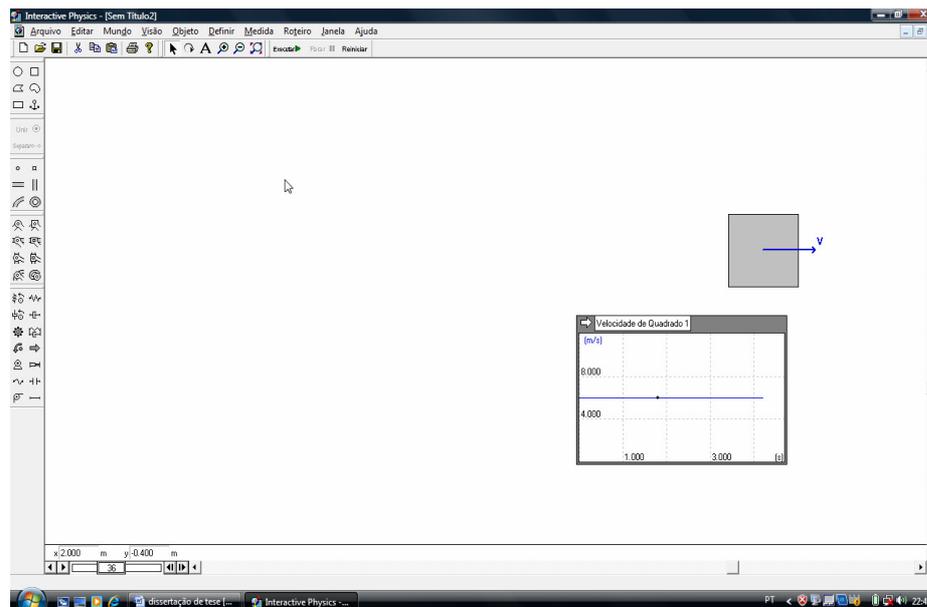


Figura 3 – Simulação de um corpo em movimento sob a ação da força do ar. O gráfico representa a velocidade em função do tempo.



Figuras 4 – Simulação de um corpo se deslocando sem atrito com o ar. O gráfico representa a velocidade em função do tempo.

#### 4.1.9 - Questionário de fixação de conceitos relevantes

Após as explanações, simulações e experimentos que visem dirimir dúvidas acerca de conceitos relevantes e estimulando a aquisição de uma concepção científica mais elaborada pelos estudantes (compreensão de significados), cabe a apresentação de um pequeno questionário para a fixação do conteúdo e o aprimoramento no uso da língua portuguesa.

### QUESTIONÁRIO

**Este questionário está relacionado com uma proposta de aula na qual foram apresentados ou revistos conceitos relevantes sobre os quais nós fazemos as perguntas.**

1. O peso é uma força? Se for, quem exerce? Qual sua origem?
2. A massa de um corpo é igual em qualquer planeta do universo? E o peso? Por quê?
3. Qual o valor do peso de um corpo com massa de 2 kg num local aonde a aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ ?

4. Para um corpo pendurado em uma mola, quem faz a força elástica?
5. A força elástica AUMENTA ou DIMINUI quando uma mola estica?
6. Para duas molas esticadas (uma mole e outra dura) de um mesma alongação, qual delas faz uma força MAIOR?
7. Se a força de atrito do ar atua, a velocidade do corpo AUMENTA ou DIMINUI? E a ENERGIA MECÂNICA? Por quê?
8. Se não tivermos a força de atrito com o ar A ENERGIA MECÂNICA MUDA? Por quê?
9. Se a área de contato com o ar AUMENTA, a força de atrito AUMENTA OU DIMINUI?
10. Cite um aparelho de sua casa que transforme ENERGIA ELÉTRICA em ENERGIA TÉRMICA.

## Capítulo 5 – Metodologia de ensino das oscilações aos APDA

A metodologia que utilizamos inclui aspectos e características que passamos a descrever:

- **Amostra de alunos**

Trabalhamos com uma turma de 10 alunos da terceira série do ensino médio constituída por jovens e adultos deficientes auditivos (severos e profundos) com idades variando de 17 a 35 anos, alunos do *Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES)*.

Cabe destacar que enquanto uma pessoa com audição considerada normal apresenta uma perda de no máximo 15 decibéis, o surdo severo tem perda auditiva que varia de 71 a 90 decibéis e o surdo profundo apresenta perdas superiores a 91 decibéis.

- **Elementos da Comunicação com o APDA**

Por termos uma clientela constituída por alunos com domínio da língua de sinais (LIBRAS) e com pouco conhecimento da língua portuguesa, nos utilizamos, majoritariamente, desta língua visual. Cientes que estamos da necessidade de que os alunos aprimorassem seus conhecimentos da escrita e leitura em língua portuguesa, procuramos, também, introduzir pequenos textos e perguntas associadas ao tema abordado. Existiu sempre a possibilidade de tradução para a língua de sinais em caso da não compreensão por parte do aluno do que estivesse escrito, acompanhada da correção, por parte do professor, de possíveis incorreções de escrita, fazendo sua associação com a LIBRAS.

- **Instrumentos**

A presente proposta metodológica utilizada para o ensino dos movimentos oscilatório, periódicos e aperiódicos e do movimento harmônico simples (MHS), inclui recursos visuais através da utilização de simulações computacionais, vídeos e experimentos simples. Além dos vídeos vimos a necessidade de uma programação visual forte, através do uso de fotografias relacionadas com: o mundo cotidiano (pêndulo de relógio, o movimento de balanços de parques e *playgrounds*, o movimento ondulatório, movimento das marés, etc.); às tecnologias (eletrocardiogramas, sismogramas, molas e amortecedores de carros); à estruturas biológicas (o ouvido humano) e ao mundo microscópico (oscilações em moléculas). Os exemplos que aqui apresentamos foram obtidos em sitio da Internet e em simulações feitas com o *software Crocodile Physics*, que é especificamente devotado a

simulação de movimentos ondulatórios. Esse programa bem como outros que aqui reportamos são de acesso público e gratuito. No Anexo E apresentamos algumas imagens, selecionando-as que servem para uma apreciação do potencial didático desta forma de comunicação. Quanto à Internet devemos enfatizar é uma fonte preciosa de recursos áudio-visuais, uma aliada estratégica do professor. Os *sites* descritos nas referências bibliográficas e *software* citado anteriormente são fortemente recomendados como fontes importantes de pesquisa e de estudos complementares.

O software *Interactive Physics* (IP) parece-nos apropriado por permitir a interatividade e a realização de simulações e tratamentos gráficos envolvendo a mecânica (em especial o sistema massa-mola e o pêndulo simples). Os programas *Power Point* e *Windows Movie Maker* foram por nós utilizados na apresentação de conceitos e atividades relevantes no estudo dos movimentos oscilatórios.

- **Avaliação**

Relatos de muitos professores que trabalham com o APDA dão conta de que muitos estudantes, apesar de mostrarem conhecimento do assunto ensinado quando questionados em LIBRAS, apresentam grandes dificuldades em responderem questões acerca do tema, quando estas encontram-se escritas em português. Este fato leva-nos a propor dois procedimentos alternativos de avaliação:

- Um procedimento que concilie a utilização da língua portuguesa com o uso da LIBRAS. Esta proposta permitiria ao aluno a compreensão dos textos em português.
- Um que se utilize exclusivamente da LIBRAS

A realização dos dois procedimentos permite - nos uma avaliação mais fidedigna do conhecimento do aluno com deficiência auditiva já que possibilita ao professor medir o aprendizado principalmente daqueles alunos cuja escrita apresenta-se ilegível.

### **5.1 - Algumas considerações sobre o ensino de Física em laboratório para o APDA.**

As aulas de laboratório, em geral, devem privilegiar características relevantes relacionadas com a observação e a investigação pelo aluno dos fenômenos físicos manifestos nos experimentos propostos. Assim, o estudante de posse dos dados advindos das medições e da visualização do processo deve ser capaz de entender o fenômeno e tirar suas conclusões acerca dos resultados obtidos, buscando com isso, fundamentalmente, inter-relacionar grandezas físicas envolvidas no procedimento experimental em questão.

O ensino para alunos portadores de deficiência auditiva (APDA) precisa, além de considerar os aspectos citados acima, atentar para peculiaridades e questões importantes para o êxito completo do trabalho proposto pelo professor, tais como:

a) O contato inicial do APDA com o material a ser utilizado quando da realização do experimento é importante para deixá-lo familiarizar-se com os equipamentos; observando suas características e percebendo a forma correta de manuseá-los. A orientação do professor deve se fazer presente durante este processo.

b) A utilização do intérprete de LIBRAS pode ser útil caso o professor tenha dificuldades no trato com a linguagem ou vá se utilizar de um vocabulário técnico de difícil tradução (com grande parte das palavras inexistentes na língua de sinais).

c) A separação dos alunos em pequenos grupos deve manter juntos alunos com uma heterogeneidade cognitiva visando permitir àqueles com maior capacidade de percepção a interação com outros de menor capacidade.

d) A compreensão de tudo que estiver escrito em roteiros, questionários, quadros, cartazes, instrumentos de medidas, etc. é fundamental. A existência de dúvidas na compreensão do português deve ser sanada através da tradução para LIBRAS do vocábulo ou da frase não compreendida pelo estudante.

e) Deve ser dada aos alunos a oportunidade de trabalharem sozinhos, montando seus experimentos; preferencialmente com a utilização de pequenos roteiros planejados e elaborados pelo professor.

f) O uso de softwares aplicativos é válido na medida em que permitem a visualização de gráficos e das variações de grandezas vetoriais (velocidade, aceleração, força, etc.) relacionados com a experiência em curso.

g) Revisões acerca do instrumental matemático necessário para o entendimento pleno da experiência pode ser feito caso o professor, em uma análise diagnóstica preliminar, conclua pela necessidade de tal procedimento.

h) Pequenas avaliações podem ser feitas através da montagem de um aparato experimental quando serão feitas, em LIBRAS, algumas perguntas sobre o experimento realizado e/ou com um pequeno questionário envolvendo questões conceituais. A possibilidade da exigência de confecções de gráficos não pode ser descartada desde que o professor certifique-se de que o aluno possui o embasamento matemático necessário a sua execução.

i) Um esclarecimento preliminar sobre a segurança no laboratório pode ser feita pelo próprio professor. Principalmente se trabalhamos com materiais de maior periculosidade e uma clientela mais infantil.

j) Existe a possibilidade, também, da utilização, nas demonstrações e nas explicações, da pessoa do monitor. Essa pessoa deve possuir as seguintes características:

- Conhecer muito bem a LIBRAS;
- Possuir alguma deficiência auditiva (para que possa entender melhor a realidade do surdo, seus anseios e dúvidas);
- Conhecer a cultura surda e suas peculiaridades;
- Ter um certo conhecimento prévio do assunto a ser ensinado, facilitando com isso a comunicação professor-aluno, já que a explanação torna-se mais clara e eficiente quando o indivíduo conhece os conceitos a serem transmitidos e não funciona, simplesmente, como um tradutor de sinais. O papel do intérprete é importante sendo, porém, mais eficaz quando complementado pelo trabalho do monitor.

No INES, as duas figuras (intérprete e monitor) encontram-se presentes sempre, visando o auxílio ao professor em sala de aula caso haja necessidade. Principalmente, em situações que exijam discussões com um nível de complexidade maior e que envolvam conceitos mais elaborados.

k) Ao final da aula, o professor pode pedir aos alunos que a avaliem a aula e façam, também, uma auto-avaliação visando promover melhorias na qualidade do trabalho realizado.

É nossa pretensão exemplificar como um tema da Física deva ser explorado, isto é, incorporando procedimentos metodológicos que consideramos como relevantes às características e necessidades dos APDA. Faremos isso na discussão que se segue no Capítulo VI. Supomos que a utilização destas sugestões não se restrinja apenas a tópicos da própria Física, mas possa ser empregado em quaisquer outras ciências afins tais como a Matemática, a Biologia e a Química.

## Capítulo 6 – O ensino de oscilações

O procedimento metodológico baseia-se no fato de considerarmos o APDA como um ser prioritariamente visual. Para isso, nos utilizamos dos mais diversos recursos visuais disponíveis visando adequar o ensino do tópico à realidade do deficiente auditivo.

Fizemos uso, portanto, de fotos e de pequenos vídeos produzidos especificamente com a finalidade didática, inseridos em programas apropriados para a exibição em tela através de um projetor ótico tipo *Datashow*. Utilizamos prioritariamente o programa *Power Point* (PP) da *Microsoft*<sup>3</sup> por ser um software com muitos recursos e muito comum em nossas escolas. Para a edição simples de vídeos fizemos uso do programa *Windows Movie Maker* (WMM), da Microsoft. Trata-se de um programa simples, com recursos suficientes para os nosso propósitos. Com um pouco de dedicação é possível aprender a usar de todos os seus recursos. Como veremos, fizemos uso do WMM como plataforma para medidas em experimentos filmados. Foram também introduzidos experimentos simples e softwares computacionais interativos como o *Interactive Physics* (2000) e *Crocodyle Physics* (2002).

Os filmes foram produzidos com a utilização simplesmente de uma câmera portátil de vídeo digital acoplada a um tripé. Basicamente utilizamos um único modelo de câmera digital para as fotografias e os vídeos aqui apresentados como produtos do presente trabalho. Embora tenhamos feito testes com a câmera de vídeo DCR-SX-40/L da Sony acabamos por utilizar, por questões práticas, uma câmera fotográfica digital com recursos de vídeo, o modelo Cybershot DSC-W180 da Sony, de 10.1 megapixel. Essa câmera fotográfica, de custo mais acessível, não tem a resolução ótica das câmaras de vídeo, como o modelo anteriormente citado, que pode atingir o padrão VGA, mas oferece uma qualidade excepcionalmente boa para a produção de pequenos vídeos de experimentos. As características técnicas da câmera utilizada podem ser encontradas na internet, via Google, usando como entrada o modelo especificado. Os programas computacionais utilizados são adquiridos facilmente a um custo baixo, o que torna a realização do plano de aula e as técnicas de produção de vídeo plenamente acessíveis para o professor.

A seguir, descreveremos a estrutura de apresentação do material elaborado.

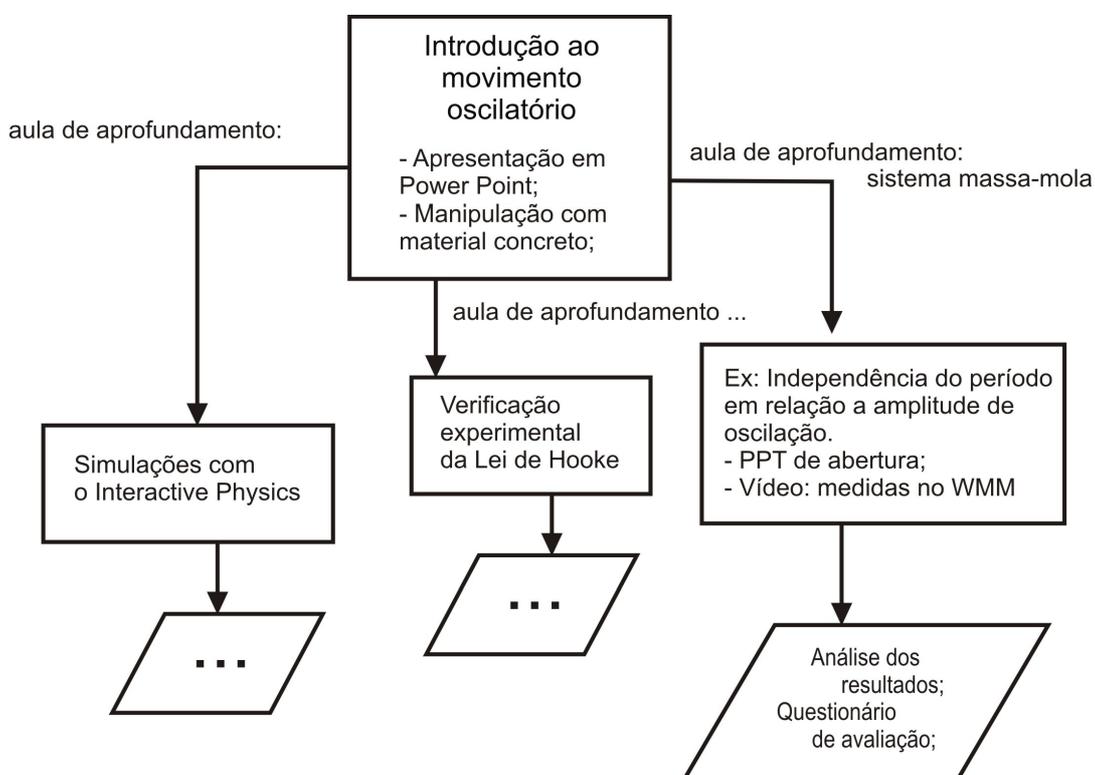
---

<sup>3</sup> A versão para a plataforma Linux é gratuita e igualmente poderosa.

## 6.1 - Observações e Definições: uso do *Power Point* “Introdução ao movimento oscilatório.ppt”

Produzimos uma apresentação em *Power Point* que tem por finalidade a definição de grandezas básicas para o estudo das oscilações. Em nosso trabalho, esta apresentação em PP é a parte central, discriminando e introduzindo os conceitos básicos. Nesta etapa, o aluno terá a oportunidade de observar pequenos vídeos inseridos no PP, associados à utilização de alguns dos recursos desse programa, objetivando proporcionar a compreensão de conceitos fundamentais para o estudo dos movimentos oscilatórios. A apresentação dos eslaides será feita através do *datashow* e terá sua tradução para LIBRAS, incluindo-se a utilização de classificadores e datilologia nos casos das palavras inexistentes na língua de sinais.

Como seqüência a esta apresentação segue um conjunto de aulas de aprofundamento onde procuramos explorar as características mecânicas dos sistemas oscilantes de interesse, isto é, o sistema massa-mola e o pêndulo simples. Essas aulas são caracterizadas por atividades experimentais que envolvem medidas e análise de resultados. As atividades experimentais, na maioria das aulas, são baseadas em pequenos vídeos técnicos que preparamos e testamos. No quadro abaixo mostramos esquematicamente a nossa proposta



para o ensino das oscilações. Na seqüência teremos a oportunidade de detalharmos as atividades programadas.

A estrutura planejada não representa uma divisão formal em aulas, mas em objetivos programáticos, que podem exigir um número maior ou menor de aulas que devem se determinar, na prática, em função do público alvo particular.

A seguir, serão descritos os eslaides do *Power Point*. Para exemplificarmos os sistemas oscilantes, preparamos também a apresentação de objetos concretos (molas e pêndulos). Os tópicos abaixo se relacionam à conceitos relevantes para o entendimento deste Capítulo e que serão abordados nos eslaides e no trato com as molas.

### **6.1.1 - Sistema Massa-Mola**

- Tipos de molas;
- Observação do sistema massa-mola (com o material utilizado);
- Oscilação;
- Amplitude das oscilações ( $A$ );
- Elongação da mola ( $e$ );
- Período de uma oscilação ( $T$ );
- Frequência ( $f$ );
- Constante elástica da mola ( $K$ );
- Força de atrito com o ar ( $F_{ar}$ ).

### **6.1.2 - Pêndulo Simples**

- Observação do pêndulo simples (com material utilizado);
- Oscilação pendular;
- Amplitude das oscilações;
- Período da oscilação;
- Frequência;
- Comprimento do fio ( $L$ ).

Em um primeiro momento são apresentadas molas, com níveis de maleabilidade diferentes, para que os alunos possam manuseá-las e compará-las e em seqüência iniciamos a apresentação *Power Point*.

Teremos para cada eslaide, a seguinte estruturação:

### Eslaide 1

Definimos à partir de um pequeno vídeo, a oscilação de um sistema massa-mola. O material utilizado é descrito.

### Eslaide 2

Mostramos um vídeo com um movimento oscilatório. O aluno poderá perceber que este faz-se nos dois sentidos (para cima e para baixo).

### Eslaide 3

Definimos e mostramos (através de recurso do *Power Point*) um movimento periódico. Fazendo a comparação com os vídeos vistos..

### Eslaide 4

Apresentamos um vídeo do movimento oscilatório de uma haste visando exemplificarmos um movimento amortecido não periódico

### Eslaide 5

Com recurso do *Power Point*, constrói-se uma bola com movimento descendente. O objetivo é mostrar que o movimento dá-se em um só sentido (sem oscilação).

### Eslaide 6

A posição de equilíbrio do sistema é descrita com o uso de um vídeo e um pequeno desenho, mostrando o diagrama de forças, e elaborado com recursos do *Power Point*.

### Eslaide 7

Mostramos um vídeo de uma oscilação para o sistema massa-mola. Setas de cores diferentes são postas para definir: posição de equilíbrio (seta preta), amplitude superior (seta vermelha), amplitude inferior (seta verde). Os valores das amplitudes serão representados por  $y(\text{superior}) = +A$  e  $y(\text{inferior}) = -A$ , com a posição de equilíbrio em  $y = 0$ . O aluno deverá perceber que a oscilação completa ocorre entre esses dois limites e que  $|+A| = |-A|$ .

### Eslaide 8

O período (T) da oscilação é definido utilizando-se um recurso do *Power Point* de uma bola com o movimento oscilatório retilíneo iniciando-se na posição  $y = +A$ , passando por  $y = -A$  e retornando ao ponto  $y = +A$ . O tempo gasto nesse movimento será o período.

### Eslaide 9

A frequência é exemplificada com a bola em movimento oscilatório realizando duas oscilações retilíneas em um determinado intervalo de tempo (t). A frequência (f) será dada pela relação  $f = 2/t$ , onde 2 é o número de oscilações realizadas naquele intervalo de tempo.

### Eslaide 10

É dada uma definição para a constante elástica da mola ( $K$ ). Ressaltando que o  $K$  será tanto maior quanto mais dura for a mola e menor para molas mais maleáveis.

#### Eslaide 11

Apresentamos uma definição operacional para a constante elástica da mola

#### Eslaide 12

Definimos a força de atrito com o ar e a dependência com a velocidade do corpo e sua área de contato com o ar.

#### Eslaide 13

Mostramos um vídeo exemplificando o movimento oscilatório de um pêndulo simples. Descrevemos o material utilizado.

#### Eslaide 14

Definimos o comprimento ( $L$ ) do fio de um pêndulo simples, através de desenho feito com recurso do *Power Point*.

#### Eslaide 15

Mostramos um vídeo juntamente com um desenho exemplificando a amplitude angular da oscilação pendular ( $\alpha$ ). O movimento dá-se entre  $-\alpha$  e  $+\alpha$ .

#### Eslaide 16

O período do movimento oscilatório é definido quando utilizamos o recurso de uma bola, realizando um movimento oscilatório em arco, saindo de  $-\alpha$ , passando por  $+\alpha$  e retornando à posição  $-\alpha$ . O tempo gasto nesse movimento será o período.

#### Eslaide 17

O recurso da bola movimentando-se em arco é utilizado para definirmos frequência do movimento oscilatório pendular quando tomamos, para duas oscilações completas, o tempo gasto no processo ( $t$ ). A frequência será dada por  $f = 2/t$ .

#### Eslaide 18

Nesse último eslaide definimos o MHS e enfatizamos o fato dele só poder ser realizado em condições com ausência total do atrito, representado por uma função seno ou co-seno e manifestando-se de forma periódica. Nessas condições o sistema massa-mola e o pêndulo simples (para pequenas oscilações) são exemplos de um MHS.

#### Eslaide 19 - Eslaide de encerramento da apresentação.

É importante destacar que esta apresentação em *Power Point* estará disponível como um produto da tese (Produto 02).

Após a apresentação do *Power Point*, apresentamos uma proposta de questionário de observação na qual, os alunos terão a oportunidade de responder (em LIBRAS) a um

pequeno grupo de perguntas com questões conceituais envolvendo os conceitos básicos apresentados nos vídeos, no manuseio das molas e nas simulações (inseridos no *Power Point*). As respostas (do professor) aos questionamentos feitos aparecem em itálico (abaixo das perguntas) e os resultados obtidos pelos alunos acham-se contidos no Capítulo 7.

### 6.1.3 - Questões sobre a apresentação do *Power Point* “Introdução ao movimento oscilatório.ppt”

a. O corpo pode ter uma posição acima de  $y = A$  ou abaixo de  $y = -A$ ?

*O movimento oscilatório dar-se-á sempre, entre os limites acima descritos. Não sendo possível encontrarmos o corpo em posições que superem os valores das amplitudes.*

b. Qual das duas molas que você observou é mais difícil de esticar? Que características elas têm?

*A mola mais dura, mais difícil de esticar é facilmente identificada.*

c. De acordo com o que você viu nos vídeos, dê alguns exemplos de sistemas que você conhece que se movimentam de forma semelhante.

*Para o pêndulo simples, temos como exemplos: relógios de pêndulo e balanços de brinquedo.*

*Para o sistema massa-mola, temos os sistemas de amortecimentos dos automóveis.*

d. Qual é a diferença entre um corpo que cai livremente para outro que oscila? Qual a causa dessa oscilação?

*Um corpo quando cai livremente, tem movimento em apenas uma direção e um sentido (está só sobre a ação do peso). Quando oscila, apresenta um movimento de vai e vem causado por uma força (força elástica da mola) que recebe o nome de força restauradora.*

e. Meça, usando um cronômetro, o tempo de uma oscilação completa (período) para a simulação da oscilação de uma bola que oscila de forma análoga ao sistema massa-mola

*O tempo de uma oscilação completa (período) para a situação descrita acima é de aproximadamente  $T = 4s$ .*

f. Meça, usando um cronômetro, o tempo de uma oscilação completa (período) para a simulação da oscilação de um sistema que oscila de forma análoga a um pêndulo.

Teremos para essa situação, um período que se aproxima de  $T = 6s$ .

g. Conte o número de oscilações, meça o tempo total das oscilações. Ache o valor da frequência (para a simulação do sistema massa-mola)

*O número de oscilações será igual a  $n = 2$ , o tempo total será de aproximadamente  $t = 8s$  e a frequência será de aproximadamente  $f = 0,25 \text{ Hz}$ .*

h. Conte o número de oscilações, meça o tempo total das oscilações. Ache o valor da frequência (para a simulação do pêndulo simples)

*O número de oscilações será  $n = 2$ , o tempo total será de aproximadamente  $t = 12s$  e a frequência será aproximadamente de  $f = 0,16 \text{ Hz}$ .*

i. Para se movimentar, uma pessoa precisa de energia. Qual é a forma de energia que faz com que o sistema massa-mola e o pêndulo se mantenham em movimento por um tempo longo e atingindo sempre as mesmas posições limites?

- a) energia elétrica;
- b) energia mecânica;
- c) energia térmica;
- d) energia sonora;
- e) energia dos ventos.

## **6.2 - Determinação experimental da constante elástica da mola (K) e verificação da Lei de Hooke.**

Sugerimos um procedimento experimental para a verificação experimental da lei de Hooke<sup>4</sup>,

$$F = K.e,$$

*F – força elástica;*

*K – constante elástica;*

*e – elongação;*

e a determinação da constante elástica da mola ( $K$ ). O procedimento aqui proposto é bastante conhecido e convencional: consiste na aplicação de pesos ( $P$ ) na extremidade livre

---

<sup>4</sup> Por sua simplicidade, achamos que numa primeira abordagem é mais conveniente a expressão da lei de Hooke em função dos módulos das grandezas envolvidas.

de uma mola helicoidal, fixa na vertical, provocando-se a sua deformação (elástica). Na condição de equilíbrio  $|F| = |P|$ , mede-se a elongação (deformação)  $e$  sofrida pela mola. A análise dos dados consiste na construção do gráfico  $F$  versus  $e$ . Como sabemos o comportamento linear é facilmente observado e do ajuste de uma reta aos dados experimentais determinamos  $K$  como coeficiente angular da reta ajustada.

Preliminarmente, discutimos todos os detalhes do procedimento experimental e procedemos uma discussão acerca dos pré-requisitos matemáticos necessários para a realização da experiência de uma forma integral e correta. Assim, a marcação de pontos em um gráfico cartesiano, a construção da reta, a conversão de unidade de  $g$  para  $kg$ , a definição de função do primeiro grau e o cálculo do coeficiente angular devem estar perfeitamente assimilados pelos estudantes para que obtenhamos o melhor resultado possível quando da execução da experiência em questão.

Visando baratear o custo da atividade e agilizar a realização da tarefa, sugerimos a utilização de um único kit cuja imagem pode ser projetada por um *datashow* através de uma câmera digital (fotográfica ou de vídeo, com recursos de câmara para comunicação via internet ou com saída simples para conexão com a TV) ou uma câmara de TV digital simples, desses modelos empregados em sistemas de vigilância. Um pequeno cenário de bancada como um suporte com escala, mola e pesos são facilmente visualizados pelos alunos permitindo o acompanhamento das medições feitas pelo professor. Aos alunos caberia a coleta de dados, construção gráfica e análise dos resultados.

A separação dos alunos em grupos de dois ou três é interessante para que estes possam trocar experiências e discutirem acerca do tratamento dos dados, da confecção do gráfico e das deduções sobre os resultados obtidos.

Realizamos testes com os dois recursos técnicos acima citados. Existem soluções prontas, comerciais, para a projeção da imagem de pequenos cenários incluindo-se aí, até mesmo, imagens geradas em microscópios. Não testamos essas soluções, pois são recursos financeiramente pouco acessíveis para as nossas escolas públicas. A câmara fotográfica digital, como já mencionamos, é um recurso disponível pela maioria dos professores e mesmo os modelos mais simples possuem saída para TV ou permitem conexão ao PC como *webcan*. Entretanto a solução que se mostrou mais interessante é a utilização de uma câmara de TV de baixo custo<sup>5</sup>, usada em sistemas de vigilância, devido a sua simplicidade

---

<sup>5</sup> Fizemos vários testes com uma câmara da *Intelbras* VM200DN, lente de 3,6mm, ¼ SHARP, que custa no mercado menos de R\$ 100,00. Com fios, conectores e uma fonte 12VDC para a ligação da câmara com o PC (ou TV), gastamos menos de R\$ 25,00. Para a ligação da câmara ao PC é necessária uma placa de

operacional. A câmara de TV por não possuir foco automático e ajustes por fotômetros, isto é, um baixo nível de automaticidade na produção da imagem, não gera maiores dificuldades com a iluminação do cenário e a focalização do tema.

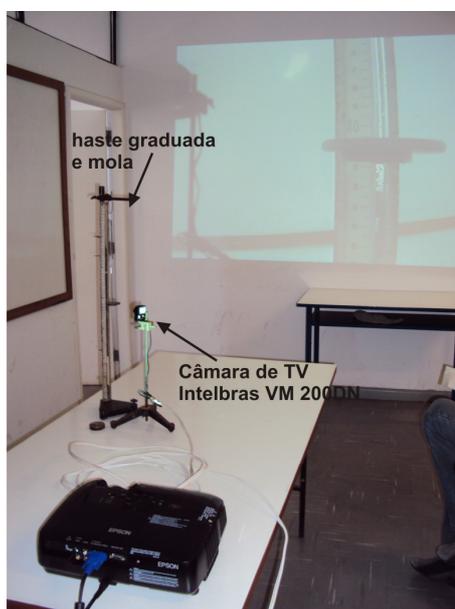


Figura 5 – Montagem experimental para a calibração da mola com auxílio da câmara de TV de baixo custo. O computador e a placa de captura de vídeo não são mostrados.

Os procedimentos relativos à colocação dos pesos e medição dos valores da elongação da mola poderão ser feitos pelo professor. Sendo a observação permitida ao aluno através da projeção via *datashow*.

Na Figura 5 mostramos a montagem experimental sugerida. Também, com a finalidade de redução de custos, fizemos teste com molas de plástico (espirais usadas para encadernação), como massas usamos arruelas de metal, que possuem uma notável uniformidade, fáceis de serem encontradas no mercado, e como porta-massa usamos um pequeno copo de plástico.

Para a realização da experiência elaboramos um pequeno roteiro (Anexo A) a ser entregue a cada um dos alunos. Embora o trabalho seja em grupo as respostas devem ser apresentadas individualmente. A não compreensão na leitura de qualquer etapa do roteiro implicará na necessidade da tradução para LIBRAS. Junto ao roteiro acrescentamos algumas perguntas que visem o entendimento dos conceitos envolvidos.

---

captura. Existem vários modelos no mercado com os mais diferentes preços. Utilizamos em nossos trabalhos a ENUTV-2, da *Encore Eletronics*, que pode ser encontrada no mercado por menos de R\$ 100,00.

### 6.3 - Observação dos vetores (força, velocidade e aceleração) em oscilações: movimentos amortecidos e MHS – uso do *Interactive Physics* (IP)

Nesta etapa, o aluno terá a oportunidade de observar através do *software Interactive Physics* (IP) o comportamento das grandezas vetoriais envolvidas em processos de oscilação simples (sem amortecimento) – MHS – e nos amortecidos (com amortecimento). O amortecimento é devido ao efeito do ar. Assim, devem ser observados:

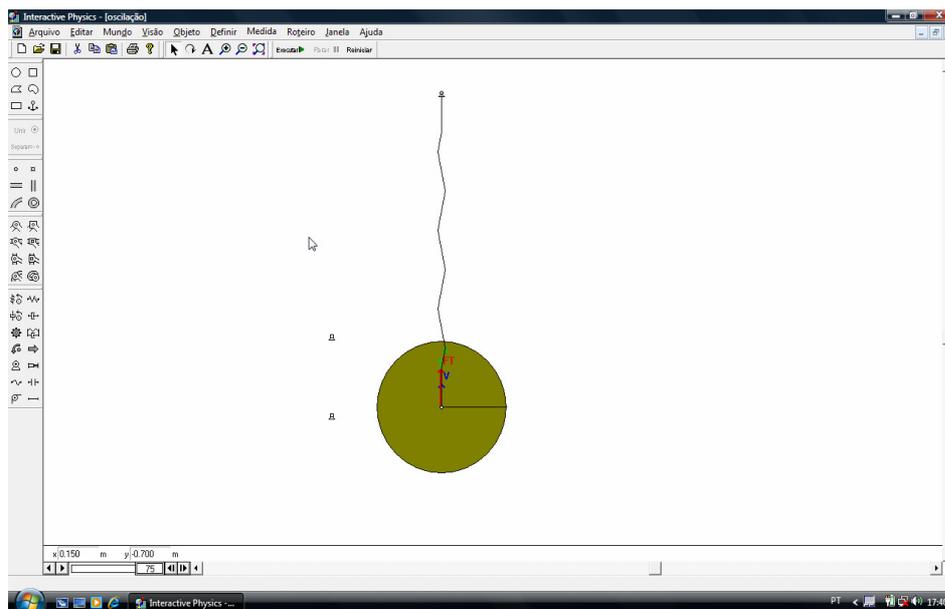


Figura 6 - Representação da força resultante (elástica + peso), velocidade e aceleração em uma oscilação.

### 6.3.1 - MHS (o sistema massa – mola)

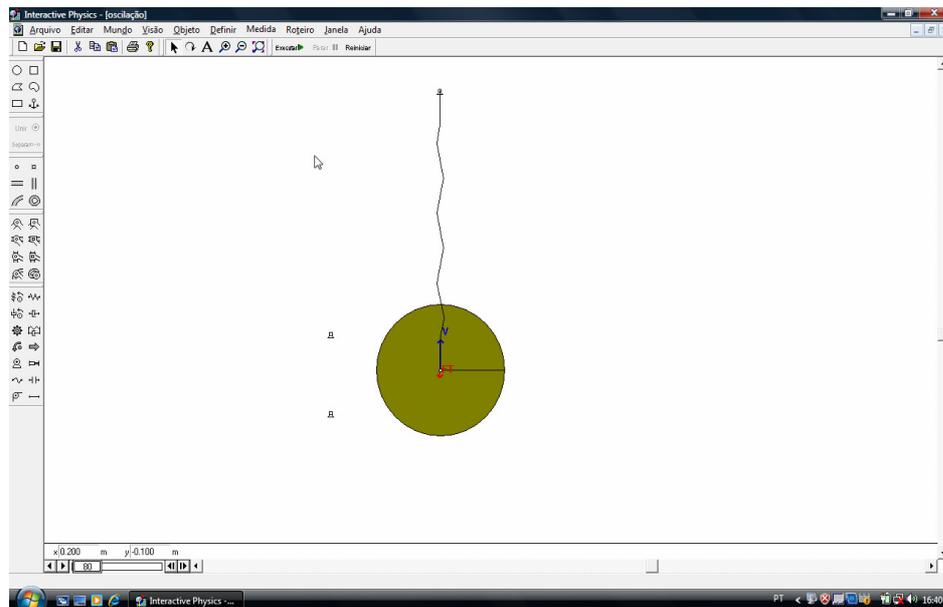


Figura 7 - A força resultante tem sentido oposto ao da velocidade.

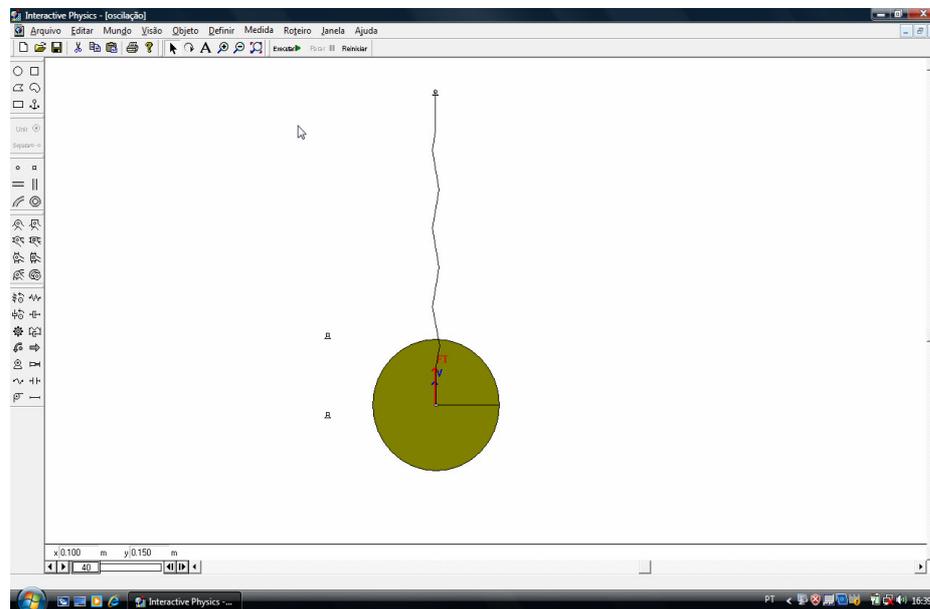


Figura 8 - A força resultante tem o mesmo sentido da velocidade.

- Os vetores força resultante (força elástica + peso) e velocidade mudam seus sentidos durante o movimento, mas não a direção;
- Os vetores força resultante e aceleração tem sempre sentidos e direções iguais;

- Em dois trechos do movimento, os vetores força resultante e velocidade tem sentidos opostos. A força resultante age aumentando o seu módulo, reduzindo a velocidade, fazendo o corpo parar e mudar de sentido em 2 posições (máxima e mínima). Neste sistema, a força resultante é chamada de RESTAURADORA porque tende sempre a conduzir o corpo para a situação de equilíbrio;
  - O movimento não cessa, pois a força de atrito do ar é inexistente na simulação.
- Caso tenhamos o sistema massa-mola posicionado na horizontal, a força resultante (RESTAURADORA) será representada apenas pela força elástica da mola. Havendo, também, alternância de sentidos para a velocidade do corpo e a força elástica.

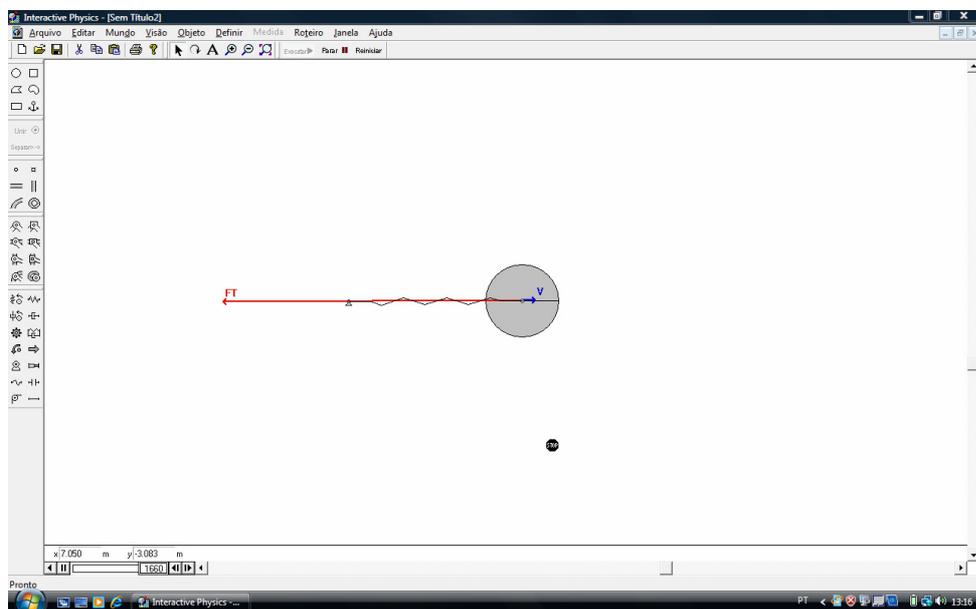


Figura 9 - Força elástica orientada para a esquerda e velocidade para a direita.

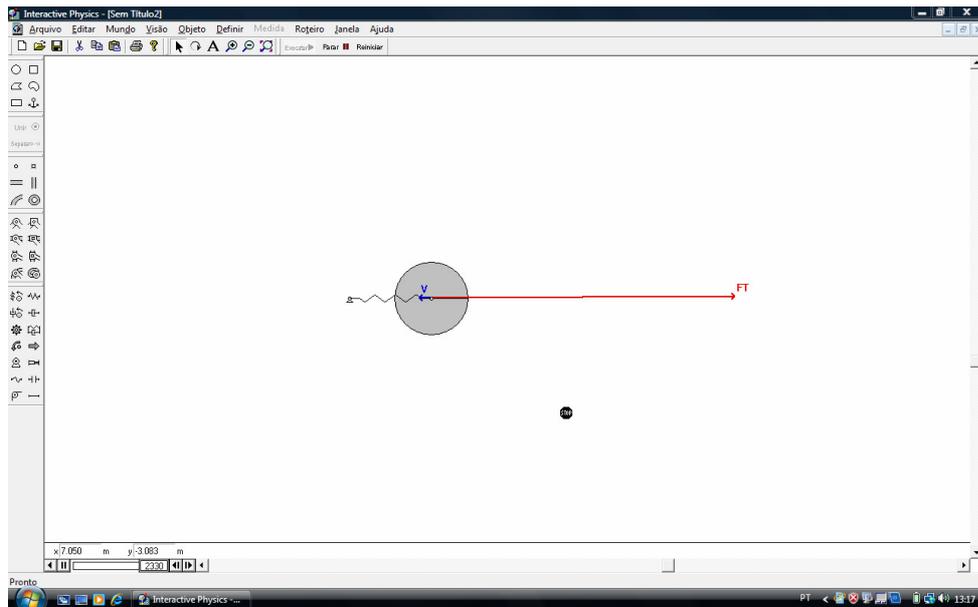


Figura 10 - Força elástica orientada para a direita e a velocidade para a esquerda.

### 6.3.2 - MHS (o pêndulo simples)

Acontecem os mesmos processos citados anteriormente, exceto:

- a) pelo fato da trajetória ser diferente, um arco de círculo ao invés de um segmento reto, e da força RESTAURADORA ser representada por uma força resultante que muda sua direção durante a oscilação;
- b) o movimento é bidimensional (a velocidade muda sua direção durante o movimento);  
é interessante relatar que o movimento pendular só será harmônico simples para oscilações pequenas.

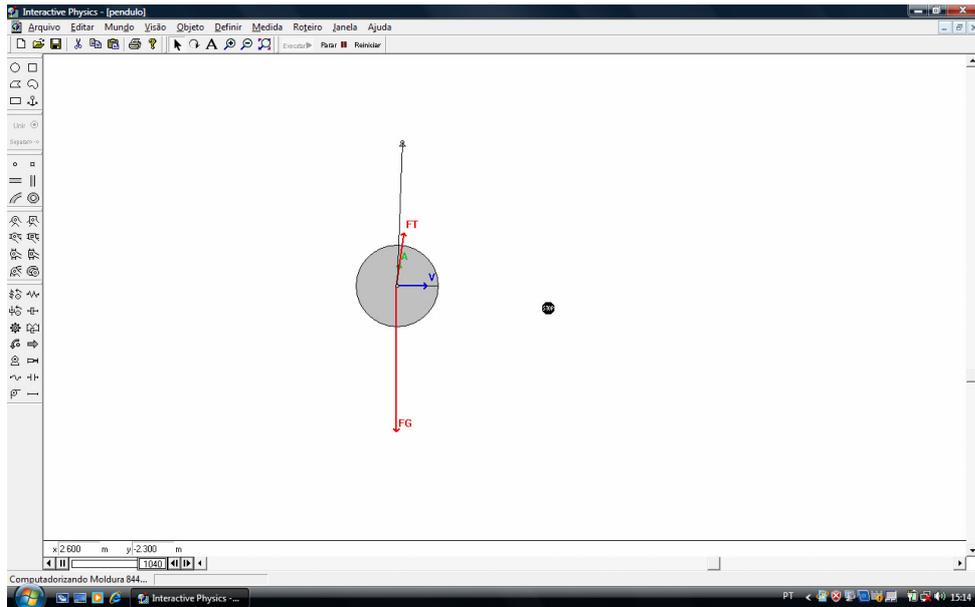


Figura 11 - A força resultante tem sentido e direção igual ao da aceleração.

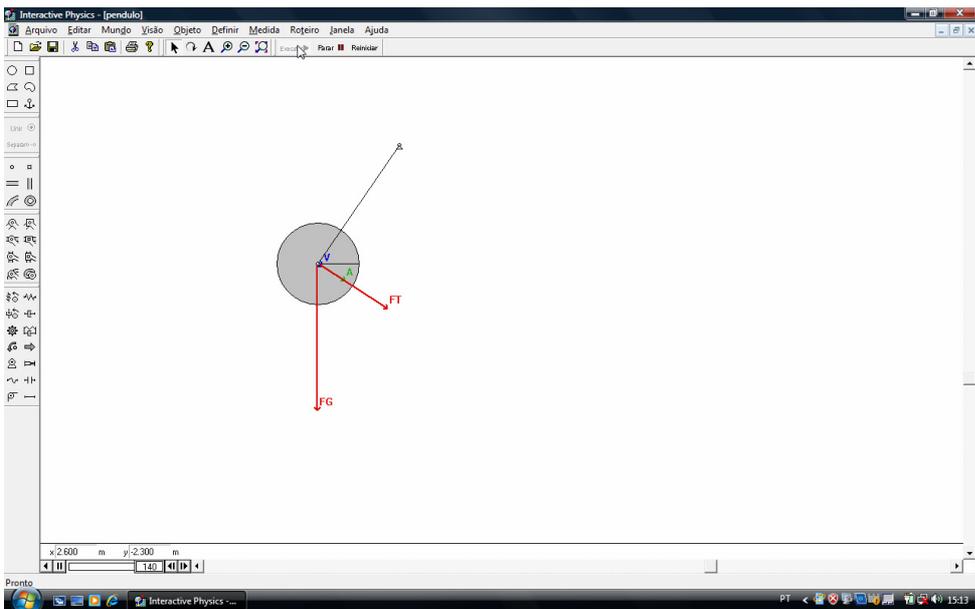


Figura 12 - A direção da força resultante MUDA durante a oscilação.

### 6.3.3 - Movimentos amortecidos

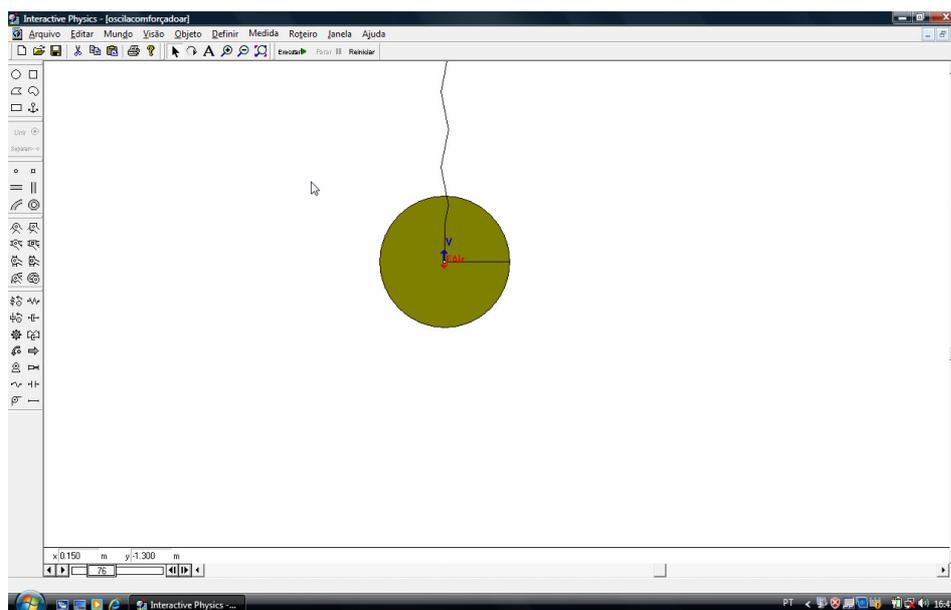


Figura 13 - A velocidade e a força de atrito do ar têm sentidos opostos.

A ação da força de atrito do ar tem sempre sentido oposto ao da velocidade e faz o corpo parar após algumas oscilações tanto no sistema massa - mola quanto no pêndulo simples.

As explicações deverão ser feitas em LIBRAS com os alunos dispostos em sala de computadores e com a disponibilidade de dois alunos por terminal (permitindo a interação entre eles). As projeções serão feitas com o uso do *datashow*. As simulações iniciais serão feitas pelo professor com informações acerca do funcionamento do programa e dos fenômenos relevantes que os estudantes deverão perceber. Após isso, eles terão liberdade para manipular o software promovendo modificações de parâmetros, introdução de gráficos e discussão acerca do que estará sendo observado.

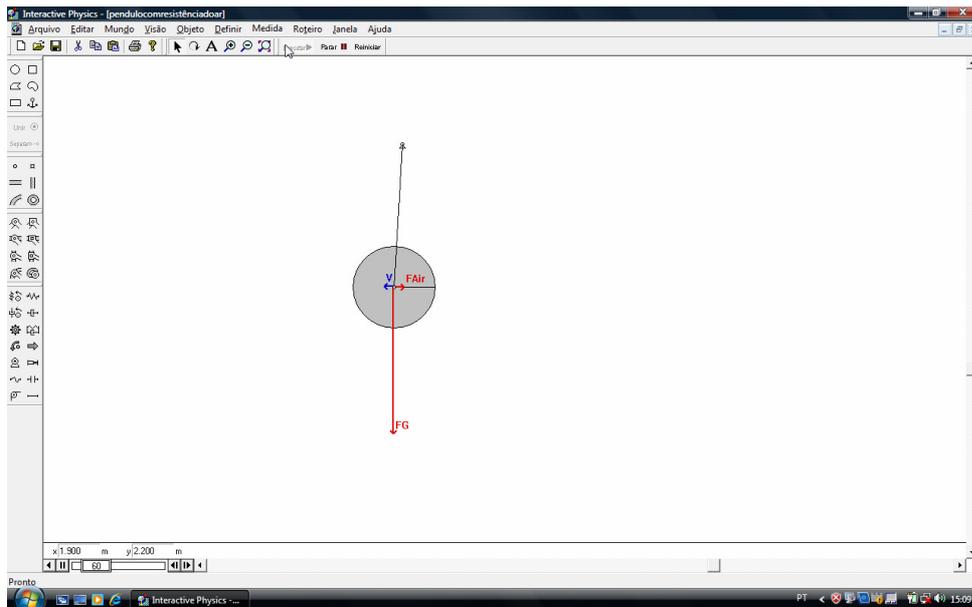


Figura 14 - A velocidade e o atrito do ar têm sentidos opostos para o pêndulo simples.

Segue no Anexo B algumas questões objetivando verificar se o estudante fez as observações de forma satisfatória, percebendo os fenômenos relevantes que envolvem as grandezas vetoriais envolvidas no processo.

#### **6.4 - Relações entre período (T) e outras grandezas: utilização de vídeos e o *Windows Movie Maker* (versão 2007)**

O procedimento a seguir objetiva, com a utilização de pequenos vídeos inseridos no WMM proporcionar ao estudante: a realização de medições e uma análise observacional e investigativa de fenômenos físicos decorrentes do resultado de variações de grandezas envolvidas em alguns experimentos.

Foram montados pequenos projetos com a inserção na maioria deles de dois vídeos envolvendo o sistema massa-mola ou o pêndulo simples, e uma apresentação de eslaides para a colocação do problema abordado. Os vídeos apresentarão diferenciações em relação às grandezas envolvidas no processo (massa, constante da mola, amplitude e comprimento do fio).

Estes projetos incluirão, também, enunciados com a descrição do material utilizado nos filmes e uma questão conceitual que possibilite a observação da variação do período da oscilação completa com as modificações nas demais grandezas citadas no parágrafo anterior.

Tornam-se, também, necessário, esclarecimentos sobre as medições de período com o uso do WMM (este será obtido pela diferença entre o instante final e o inicial em uma oscilação completa). Esta demonstração pode ser feita com a exemplificação acerca do manuseio adequado de um vídeo, visando efetivar a medição do período de oscilação de um sistema massa-mola. Tal procedimento se constituirá em um projeto do WMM.

A seguir seguem exemplos dos projetos mencionados aliados a uma pequena sinopse dos vídeos utilizados.

#### **6.4.1 - Sistema Massa-Mola**

##### **6.4.1.1 - Projeto Amplitude (Produto 03)**

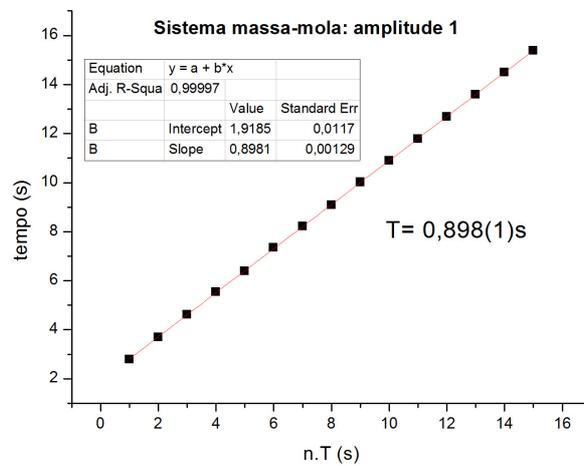
**Vídeo 1 (Mola\_Amplitude\_1.mpg)** : Um sistema constituído por uma mola de constante elástica ( $K$ ) à qual acha-se pendurada uma massa ( $m$ ) é posto para oscilar com amplitude ( $A$ ). O período ( $T$ ) é medido.

**Vídeo 2 (Mola\_Amplitude\_2.mpg)**: O mesmo sistema é posto para oscilar com uma amplitude maior. As demais grandezas são preservadas. O novo valor do período é medido.

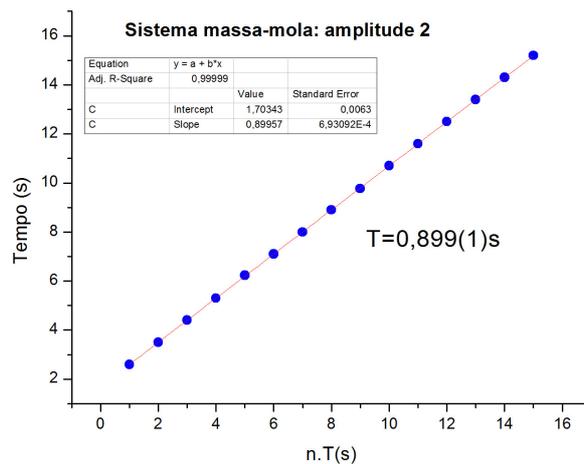
**Power Point 1 (Mola\_Amplitude.ppt)** : O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, comparando diretamente os dois vídeos.

Em um estágio final, os alunos serão instruídos a medir e comparar os valores dos períodos nos dois vídeos e concluir acerca da independência do período em relação à amplitude. Os vídeos apresentados foram usados para medidas com a finalidade de verificar a qualidade dos resultados e todos os procedimentos envolvidos. Um dos métodos para a medida do período de oscilação consiste em cronometrar com o WMM o tempo correspondente pela passagem da massa em uma das extremidades da trajetória, a superior ou a inferior. O período é dado pela diferença entre os tempos relativos à essas duas passagens. Outra alternativa que sob certas condições podem ser solicitadas aos alunos consiste em medir o tempo de várias passagens sucessivas por uma das extremidades. Esse tempo, naturalmente, corresponde a  $n.T$  (um número inteiro de períodos). Esse procedimento permite a determinação do período por um número maior de medidas aumentando a precisão final do resultado. Se por um lado essa tarefa corresponde a um aumento significativo de trabalho para os alunos, por outro lado fornece meios para uma maior solidificação dos conceitos envolvidos. A nosso ver, propicia também um maior envolvimento em trabalhos de grupo e uma intensa prática de análise (cálculos

matemáticos e construção de gráficos). À título de avaliação, mostramos nas Figuras 15(a) e 15(b) resultados típicos que podem ser obtidos.



(a)



(b)

Figura 15 – Gráfico do tempo de passagem da massa por uma das extremidades de sua trajetória cronometrados com o WMM, (a) amplitude menor e (b) amplitude maior. No corpo das figuras indicamos os resultados obtidos para o período em ambas as situações.

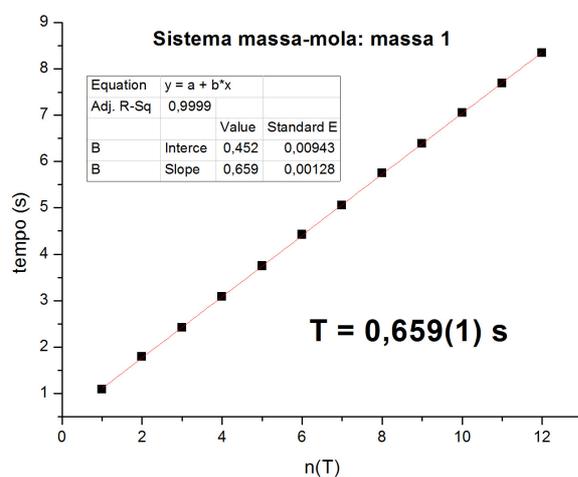
#### 6.4.1.2 - Projeto Massa (Produto 04)

**Vídeo 3 (Mola\_Massa\_1.mpg):** Um sistema constituído por uma mola de constante elástica (K) com uma massa (m) é posto para oscilar com amplitude (A).

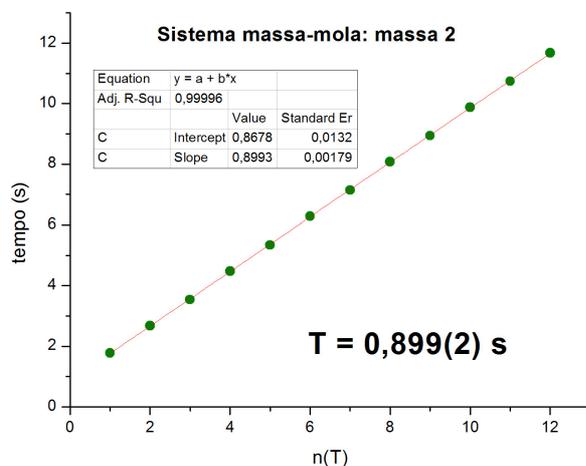
**Vídeo 4 (Mola\_Massa\_1.mpg):** O sistema tem sua massa aumentada com a manutenção das demais grandezas e é posto para oscilar.

**Power Point 2 (Mola\_Massa.ppt):** O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, comparando diretamente os dois vídeos.

Os estudantes deverão comparar os valores dos períodos medidos e concluir acerca da relação dependência direta existente entre a massa e o período, isto é, maior a massa maior o período. Uma análise similar ao estudo precedente fornece os resultados apresentados nas Figuras 16(a) e 16(b).



(a)



(b)

Figura 16 – Gráfico do tempo de passagem da massa por uma das extremidades de sua trajetória cronometrados com o WMM, (a) massa menor (massa 1) e (b) massa maior (massa 2). No corpo das figuras indicamos os resultados obtidos para o período em ambas as situações, onde podemos ver o aumento do período com o aumento na massa.

#### **6.4.1.3 - Projeto Constante Elástica da Mola (Produto 05)**

**Vídeo 5 (mola\_cte\_elastica\_montagem.avi):** A montagem experimental utilizada é mostrada. Vemos duas molas de diferentes comprimentos, e conseqüentemente com diferentes constante elástica (K), suporte e a massa.

**Vídeo 6 (mola\_cte\_elastica\_1\_2.avi):** A duas molas são postas para oscilar com a mesma massa.

**Power Point 3 (mola\_cte\_elástica.ppt):** O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, mostrando a montagem experimental e mostrando as oscilações de duas molas de diferentes constantes elásticas. Medem-se os períodos. Após a comparação entre os valores de período medidos, os alunos deverão concluir acerca da dependência com o inverso da constante elástica da mola.

Após a comparação entre os valores de período medidos, os alunos deverão concluir acerca da relação inversa de proporcionalidade entre período e a constante elástica da mola.

#### **6.4.1.4 - Projeto Período- Fórmula- Mola**

Nesta etapa, os alunos serão questionados acerca das conclusões obtidas anteriormente e a sua coerência com a fórmula  $T = 2\pi.(m / K)^{1/2}$ . A dedução desta conhecida relação para o período de oscilação do sistema massa-mola, em que desprezamos a massa da mola e o atrito com o ar, vai além dos objetivos propostos para essa discussão. Entretanto, é possível apresentar a fórmula, sem dedução, como resultado de estudos mais avançados de Mecânica. Como conclusão, propomos finalizar as análises precedentes estabelecendo uma relação qualitativa com esta fórmula teórica.

### **6.4.2 - Pêndulo Simples**

#### **6.4.2.1 - Projeto Amplitude - Pêndulo (Produto 06)**

**Vídeo 7 (Pêndulo\_Amplitude\_1.mpg):** Um pêndulo constituído por um fio de comprimento (L) tem uma massa (m) pendurada em sua extremidade é posto para oscilar com uma amplitude dada.

**Vídeo 8 (Pêndulo\_Amplitude\_2.mpg):** Um pêndulo de mesma massa e mesmo comprimento é posto para oscilar com uma amplitude maior.

**Power Point 4 (Pêndulo\_Amplitude.ppt):** O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, comparando diretamente os dois vídeos. Medem-se os períodos. Os alunos deverão comparar os períodos e constatar uma relação de independência com as amplitudes. Neste caso, trabalhamos com amplitudes pequenas que satisfazem a condição de isocronismo.

#### **6.4.2.2 - Projeto Massa – Pêndulo (Produto 07)**

**Vídeo 9 (Pêndulo\_Massa\_1.mpg):** Um pêndulo constituído por um fio de comprimento (L) tem uma massa (m) pendurada em sua extremidade é posto para oscilar.

**Vídeo 10 (Pêndulo\_Massa\_2.mpg):** Aumenta-se o valor da massa pendurada e mantém-se as demais grandezas.

**Power Point 5 (Pêndulo\_Massa.ppt) :** O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, comparando diretamente os dois vídeos. Neste caso, mantemos o comprimento (L), mas chamamos a atenção para o resultado anterior que mostra a independência do período com a amplitude de forma a justificar a inexistência de um controle preciso das amplitudes de oscilação, tal como observado nos dois vídeos. Medem-se os períodos. Os alunos deverão comparar os períodos e constatar uma relação de independência com as massas.

#### **6.4.2.3 - Projeto Comprimento do Fio (Produto 08)**

**Vídeo 9 (Pêndulo\_comprimento\_1.mpg):** Um pêndulo constituído por um fio de comprimento (L) tem uma massa (m) pendurada em sua extremidade é posto para oscilar.

**Vídeo 10 (Pêndulo\_comprimento\_2.mpg):** O tamanho do fio é aumentado e as demais grandezas são mantidas.

**Power Point 5 (Pêndulo\_Massa.ppt) :** O problema é introduzido, inicialmente, com a apresentação de uma projeção em Power Point, comparando diretamente os dois vídeos. Neste caso, mantemos a mesma massa (m), mas chamamos a atenção para os dois resultados anteriores em que mostramos a independência do período com a massa e com a amplitude de oscilação de forma, novamente, a justificar a inexistência de um controle

preciso das amplitudes de oscilação observado nos dois vídeos. O novo valor do período é medido. Os alunos comparam os dois valores e devem concluir acerca da dependência direta entre o período do pêndulo e o comprimento do fio.

#### **6.4.2.4 - Projeto Período - Fórmula - Pêndulo**

Os estudantes deverão buscar coerência entre a conclusão obtida acima e a fórmula  $T = 2\pi.(L / g)^{1/2}$ , onde  $g$  é a aceleração da gravidade. Quanto ao uso desta fórmula, cabem as mesmas observações feitas anteriormente sobre a relação  $T = 2\pi.(m / K)^{1/2}$  para o sistema massa - mola.

Os projetos acima citados estarão disponíveis para observação como produtos da tese e se encontram no DVD em anexo. As medições e confecções das respostas às perguntas elaboradas nos projetos serão realizadas individualmente visando permitir uma análise diagnóstica do processo ensino - aprendizagem envolvida no trabalho.

## Capítulo 7 – Aplicação em sala de aula e resultados

Com a utilização de computadores e um *datashow* serão apresentados dois programas.

A seguir descrevemos a sequência de aulas desenvolvidas na aplicação dos produtos desta dissertação.

- **Aula 1**

I) Apresentação do PP “Introdução ao movimento oscilatório.ppt” visando a introdução do tema, com a definição das grandezas relevantes do movimento oscilatório através do uso, como já descritos, da apresentação de pequenos filmes e simulações feitas com os recursos do próprio PP (sistema massa-mola, constante elástica da mola, período, frequência, amplitude, elongação, pêndulo simples, etc.);

Após a exibição dos eslaides do PP, foram feitas aos alunos as perguntas relativas ao questionário de observação (seção 6.1.3) com a utilização de LIBRAS e as respostas também dadas em língua de sinais. O processo deu-se de forma individual, com cada questão apresentada após a exibição de um determinado Esclaide. Os resultados obtidos seguem descritos a seguir.

- 1) Qual das duas molas que você observou é mais difícil de esticar? Que características elas têm?

**Pelo fato de terem manuseado duas molas com valores da constante elástica diferentes, 100% dos alunos acertaram essa questão, separando a mola mais rígida do conjunto apresentado.**

- 2) Qual é a diferença de um corpo que cai livremente para outro que oscila?  
Qual é a causa dessa oscilação?

**Todos os alunos reconheceram na oscilação um movimento de vai e vem e na queda livre o deslocamento é exclusivamente descendente. Na segunda parte da pergunta houve apenas 40% de respostas como força restauradora. Foram observadas respostas como: o peso e a força do ar.**

- 3) Uma pessoa, para continuar se movimentando, sempre precisa de energia. Qual é a forma de energia que faz com que o sistema massa-mola e o pêndulo se mantenham em movimento por um tempo longo?

- a) energia elétrica
- b) energia mecânica
- c) energia térmica
- d) energia sonora

e) energia dos ventos

**Após o trabalho preliminar que foi feito visando reconstruir conceitos equivocados dos alunos relativos à energia e sua conservação, tivemos um índice de acertos de 70% nessa questão. O resultado foi considerado bom, especialmente, para uma clientela que via na energia elétrica a única conhecida.**

4) O corpo pode ter uma posição acima de  $y = +A$  ou abaixo de  $y = -A$ ?

**80% dos alunos disseram que o movimento dava-se entre  $+A$  e  $-A$ , 10% disseram que o movimento poderia ir além desses limites e 10% não souberam responder.**

5) Meça o tempo de uma oscilação completa (período), com uso de um cronômetro, para a simulação de um sistema massa-mola

**Os alunos acharam para o período valores diferentes, porém todos próximos de  $T = 4$  s.**

6) Conte o número de oscilações, meça o tempo total das oscilações. Ache o valor da frequência para a simulação do sistema massa-mola.

**O número de oscilações igual a duas foi observado por todos. Os valores encontrados para o tempo das oscilações e para a frequência variaram. Porém, todos se aproximaram de  $f = 1/4$  Hz. Todas as respostas foram dadas na forma de fração.**

7) De acordo com o que você viu nos vídeos, dê alguns exemplos de sistemas que se movimentam de forma semelhante.

**Todos responderam que só conheciam os balanços das praças. Ignorando, por exemplo, os relógios de pêndulo e os sistemas de amortecimento dos automóveis.**

8) Meça, com uso de um cronômetro, o tempo gasto em uma oscilação completa (período) para a simulação de um movimento pendular.

**Todos os alunos chegaram a valores próximos de  $T = 6$  s.**

9) Conte o número de oscilações, meça o tempo total das oscilações. Ache o valor da frequência para a simulação de um movimento pendular.

**Dando as respostas na forma de fração, todos chegaram a valores próximos de  $f = 1/6$  Hz, com a observação correta do número de oscilações e variações com relação ao tempo total das oscilações.**

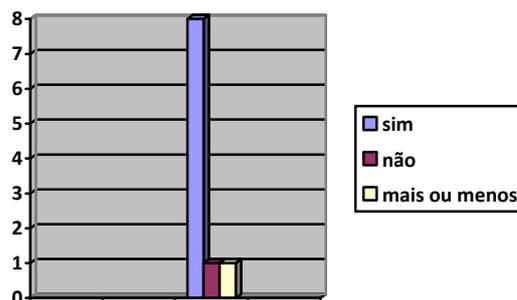
- **Aula 2**

II) Um vídeo com o sistema massa-mola em movimento é exibido com o WMM quando então será dada uma explicação acerca de seu uso para a cronometragem do período. Após isso, os estudantes farão medições, em vídeos curtos, do período de oscilação com características diferentes (variações de massa, constante elástica, amplitude e comprimento do fio).

A etapa final far-se-á com as respostas à perguntas conceituais qualitativas acerca da mudança no valor do período do movimento com as variações das grandezas mencionadas acima. As respostas serão confeccionadas individualmente, por meio de questões de múltipla escolha, e entregues ao professor para posterior correção e levantamento estatístico.

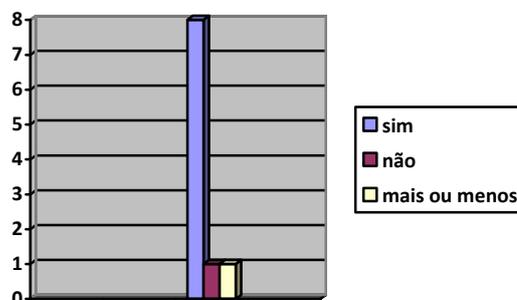
A complementação do processo objetivará perceber a **receptividade** individual, de cada aluno às atividades propostas através do questionário que se segue:

1) Você gostou das aulas com uso do computador?



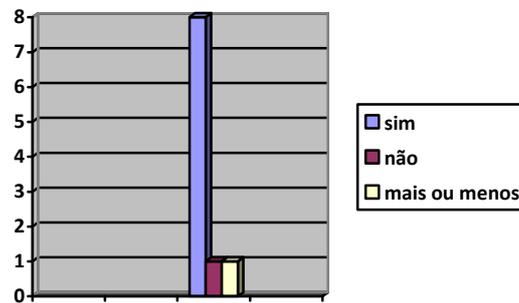
Histograma 1 – Distribuição das respostas a pergunta 1.

1) Os vídeos ajudaram a entender melhor a matéria?



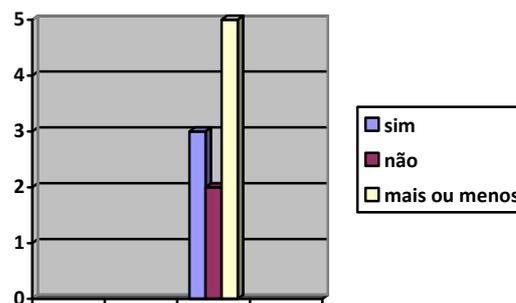
Histograma 2 – Distribuição das respostas a pergunta 2.

Você teve dificuldades em fazer as medidas do tempo (período) com o *movie-maker*?



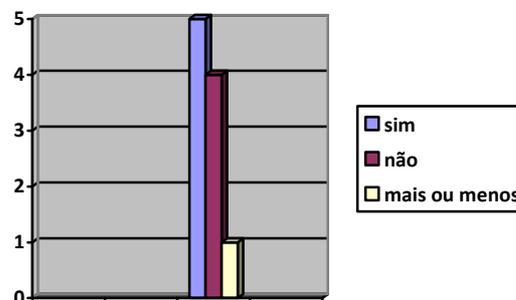
Histograma 3 – Distribuição das respostas a pergunta 3.

2) Você teve dificuldades de entender o que estava escrito?



Histograma 4 – Distribuição das respostas a pergunta 4.

3) Você teve dificuldades em usar o programa do computador (*movie maker*)?



Histograma 5 – Distribuição das respostas a pergunta 5.

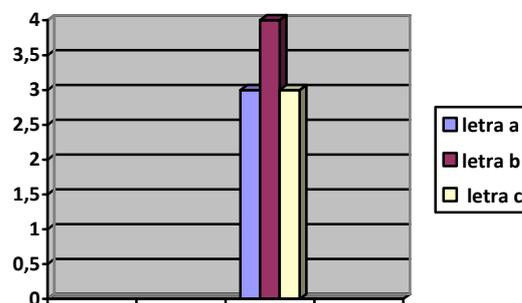
A estatística acerca do **entendimento da tarefa proposta** dar-se-á pela análise do resultado das questões que se seguem:

**Para o sistema massa-mola:**

5) Quantos acertaram a questão 1 ?

Questão 1: Quando aumentamos a amplitude, o período da oscilação:

- a) AUMENTA;
- b) DIMINUI;
- c) NÃO MUDA.

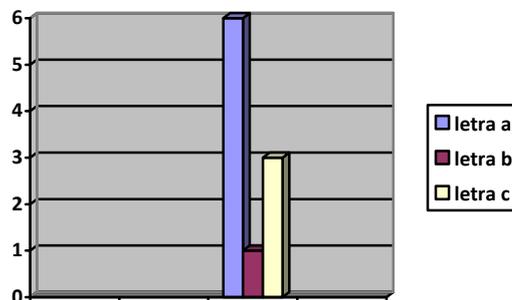


Histograma 6 – Distribuição das respostas a questão 1.

6) Quantos acertaram a questão 2 ?

Questão 2: Quando aumentamos a massa, o período da oscilação:

- a) AUMENTA;
- b) DIMINUI;
- c) NÃO MUDA.

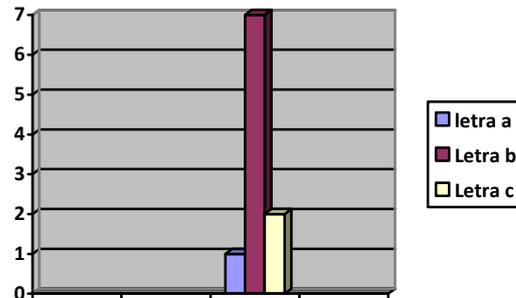


Histograma 7 – Distribuição das respostas a questão 2.

7) Quantos acertaram a questão 3 ?

Questão 3: Quando aumentamos a constante da mola, o período da oscilação:

- a) AUMENTA;
- b) DIMINUI;
- c) NÃO MUDA.

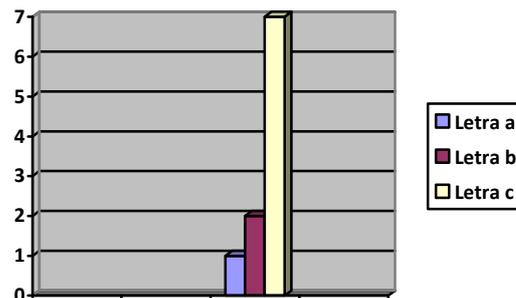


Histograma 8 – Distribuição das respostas a questão 3.

8) Quantos acertaram a questão 4 ?

Questão 4: A relação  $T = 2.\pi (m / K)^{1/2}$  está de acordo com as conclusões obtidas acima:

- a) sim;
- b) não;
- c) não sei.



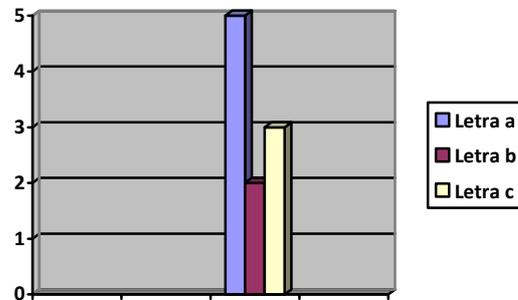
Histograma 9 – Distribuição das respostas a questão 4.

**Para o pêndulo simples:**

9) Quantos acertaram a questão 5 ?

Questão 5: Quando aumentamos o comprimento do fio, o período da oscilação:

- a) AUMENTA;
- b) DIMINUI;
- c) NÃO MUDA.

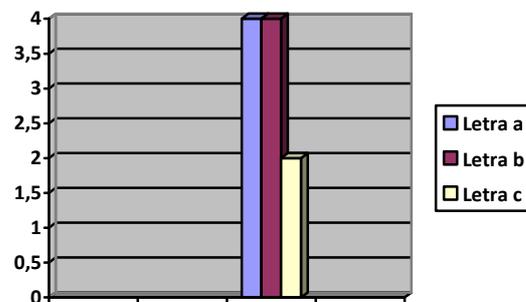


Histograma 10 – Distribuição das respostas a questão 5.

10) Quantos acertaram a questão 6 ?

Questão 6: Quando aumentamos a massa, o período da oscilação:

- a) AUMENTA;
- b) DIMINUI;
- c) NÃO MUDA.

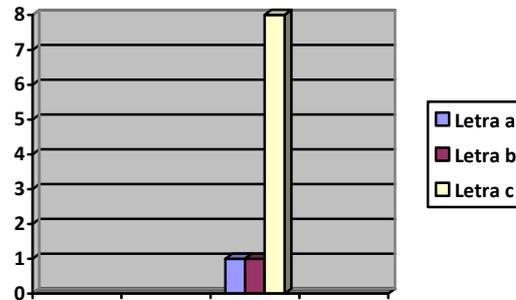


Histograma 11 – Distribuição das respostas a questão 6.

11) Quantos acertaram a questão 7 ?

Questão 7: A relação  $T = 2.\pi (L / g)^{1/2}$  está de acordo com as conclusões acima:

- a) SIM;
- b) NÃO;
- c) NÃO SEI



Histograma 12 – Distribuição das respostas a questão 7.

## Capítulo 8 – Conclusões

### 8.1 – Considerações finais

Esperamos, com a proposta metodológica sugerida nesse trabalho, termos colaborado com informações e sugestões importantes sobre como organizar um plano de aula para alunos com deficiência auditiva. Com o exemplo sobre oscilações aqui abordado acreditamos ter contribuído para convencer o leitor de que o APDA necessita, pelo fato de ser um indivíduo essencialmente visual, de um processo ensino-aprendizagem diferenciado. Este fato prevê a prevalência de atividades realizadas em grupos e a utilização majoritária de recursos visuais tanto no âmbito da comunicação (uso de LIBRAS, gestos, expressões corporais e faciais) quanto no do sistema de ensino (utilização de experimentos simples, simulações computacionais, pequenos vídeos, sites da Internet e programas computacionais de mídia, Power Point e Movie Maker).

A natureza cognitiva do APDA deve sempre ser levada em consideração quando da elaboração de um projeto futuro que vise a abordagem de qualquer assunto relacionado com o ensino para deficientes auditivos. Um trabalho de pesquisa acerca do estudo de pensadores destacados nas áreas de linguagem e surdez como Vygotsky e Carlos Skliar, além de, alguma experiência na tarefa de ensinar para o APDA são fundamentais para a efetivação, com êxito, da tarefa que se propõe realizar.

Objetivamos que o tema abordado (oscilações, movimento harmônico simples e movimento amortecido) possa servir de base de apoio para artigos, monografias, trabalhos em congressos e dissertações futuras envolvendo outros capítulos que tenham os tópicos da física citados acima e a educação de pessoas com deficiência auditiva como requisitos básicos para a sua elaboração. Assim podemos citar, como exemplos, trabalhos relacionados com o ensino para o APDA de assuntos como:

- Ondas (definições e principais relações);
- Movimentos oscilatórios forçados (fundamentos básicos e a ressonância);
- Acústica (o som e suas principais características);
- Ótica Física (difração e interferência).

A necessidade da utilização de aparelhos de mídia, como computadores e *datashow*, não se constitui em empecilho para a elaboração e execução do procedimento metodológico que propomos, haja vista que, a grande maioria das escolas brasileiras (inclusive as públicas) encontram-se atualmente equipadas com todo o ferramental

eletrônico necessário que viabilize a realização do trabalho. O *Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES)*, por exemplo, possui três salas de informática com diversos computadores, telas de projeção, televisões e data show.

Nossa proposta caminha no sentido de que para cada grande área da Física seja elaborada uma proposta metodológica envolvendo o uso de recursos visuais de acordo com a que ora viemos a apresentar.

Durante o trabalho de pesquisa que realizamos, observamos uma escassez muito grande de trabalhos que versassem acerca do ensino para o APDA (principalmente no que diz respeito ao ensino da Física). Desta forma é importante o desenvolvimento futuro de material nessa área, visando a melhoria da qualidade do ensino para as pessoas portadoras de deficiência auditiva, possibilitando com isso, seu aprimoramento cultural e sua integração social plena.

## **8.2 - Análise dos resultados**

O levantamento estatístico foi realizado após a apresentação dos eslaides feitos no PP e dos projetos incluídos no WMM.

O público alvo foram 10 (dez) alunos de uma turma de terceira série do ensino médio do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) e o trabalho foi concluído em 10 (dez) aulas de 45 minutos, distribuídas da seguinte forma:

- Três aulas para a apresentação do PP e introdução dos conceitos relevantes;
- Sete aulas para a realização do trabalho com o WMM e respostas aos dois questionários visando a avaliação do trabalho.

Segue agora, uma análise dos resultados obtidos após a aplicação de cada grupo de perguntas:

### I) Para o questionário de avaliação de receptividade:

1) Pergunta 1: Você gostou das aulas com uso do computador?

O resultado demonstrou uma excelente receptividade a utilização de recursos tecnológicos e programas computacionais com 80% das respostas *sim* e 10% de respostas *mais ou menos*.

2) Pergunta 2: Os vídeos ajudaram a entender melhor a matéria?

Tivemos um resultado idêntico ao primeiro. Este fato evidencia que o uso de vídeos, principalmente junto a alunos com deficiência auditiva, tem sua importância na medida em que permite a estes a visualização e interpretação do fenômeno físico. Além de possibilitar com os recursos do WMM a realização de medidas de tempo.

3) Pergunta 3: Você teve dificuldades em fazer as medidas do tempo (período) com o WMM?

O percentual de 40% de respostas *mais ou menos* e 30% de respostas *sim* tornam claro que houve dificuldades por parte da maioria dos alunos na realização da tarefa de medição do período de uma oscilação completa para dois sistemas (massa-mola e pêndulo simples). O trabalho consistia em se subtrair o instante de tempo do início do movimento do instante do seu final (retorno à posição de partida). A dificuldade, pelo que observamos, deveu-se a falta de familiaridade com o programa utilizado (majoritária) e a falta de habilidade que alguns alunos ainda têm no trato com operações matemáticas simples (minoritária).

4) Pergunta 4: Teve dificuldades de entender o que estava escrito?

As respostas *mais ou menos* e *sim* chegando a 80% demonstram, como já era esperado, os sérios problemas que a maioria dos APDA no Brasil (principalmente aqueles oriundos das classes populares) tem no manuseio da língua portuguesa. A tradução para a LIBRAS dos textos e palavras não compreendidas foi portanto, fundamental para a compreensão das aulas.

5) Pergunta 5: Teve dificuldades em usar o programa do computador (WMM) ?

Os 60% de respostas *sim* e *mais ou menos* explicitam que, apesar das explicações preliminares acerca do funcionamento do programa, o fato da maioria dos alunos não conhecer o programa tornou mais difícil a sua utilização.

No espaço reservado aos comentários finais, a aluna Rafaela pronunciou-se escrevendo: *“Acho tão legal ter uma aula aqui para usar computador, pois é importante também. E também ao mesmo tempo usar o quadro para poder fazer contas, escrever nomes e explicar também. Mas essa aula que estou agora, eu gostei mesmo.”*

E o aluno Aldenir: *“Eu gostei do professor: Bernardo ensinar bem para os alunos. E também entender bem de computador é mais importante.”*

## II) Para o questionário de avaliação do conhecimento e observação

### **No sistema massa-mola:**

1) Questão 1: Quando aumentamos a amplitude, o período da oscilação:

Para esta prática, temos como respostas:

a) Amplitude menor; período =  $(0,92 \pm 0,04)$  s

b) Amplitude maior; período =  $(0,92 \pm 0,04)$  s

Os resultados indicam que 30% dos alunos chegaram a resposta correta (NÃO MUDA). Percebemos, porém, que a maioria dos alunos encontrou um resultado bem próximo ao correto (para mais ou para menos). Este fato pode ser explicado pela dificuldade que boa parte dos estudantes teve em perceber o momento exato da mudança de sentido do corpo (através dos vídeos pausados) o que gerou distorções nas medições dos períodos.

Acreditamos que uma experiência maior no uso do software minimizaria bastante esse tipo de problema e nos conduziria a resultados melhores.

2) Questão 2: Quando aumentamos a massa, o período da oscilação:

As respostas corretas são:

a) Massa menor: período =  $(0,64 \pm 0,04)$  s

b) Massa maior: período =  $(0,92 \pm 0,04)$  s

A maioria (60%) chegou à resposta correta (AUMENTA), porém, com valores um pouco distorcidos em relação ao valor esperado. Este fato fez com que 30% dos alunos encontrassem números bem próximos da igualdade; o que os induziu a marcarem a resposta (NÃO MUDA). Os 10% restantes cometeram erros mais grosseiros, levando-os a conclusão equivocada da resposta (DIMINUI).

3) Questão 3: Quando aumentamos a constante da mola, o período da oscilação:

Tivemos como respostas:

a) K menor: período =  $(0,92 \pm 0,04)$  s

b) K maior: período =  $(0,56 \pm 0,04)$  s

Para essa questão tivemos um índice de acertos de 70% com a resposta (DIMINUI). Houve, em alguns casos, pequenas distorções nas medidas, porém, não suficientes para induzir a maioria dos alunos ao erro.

4) Questão 4: A relação  $T = 2\pi \sqrt{m/k}$  está de acordo com as conclusões obtidas acima:

A falta de habilidade que a grande maioria dos alunos tem no tratamento e análise de relações matemáticas aliada aos erros cometidos nas questões anteriores, tiveram como consequência um índice de 70% de respostas (NÃO SEI).

Fica evidenciada, portanto, a necessidade urgente de um trabalho intenso na área de matemática que vise suprir esta e outras deficiências que os estudantes do ensino médio ainda possuem.

**No pêndulo simples:**

5) Questão 5: Quando aumentamos o comprimento do fio, o período da oscilação:

Respostas corretas:

Comprimento menor: período =  $(1,16 \pm 0,04)$  s

Comprimento maior: período =  $(1,44 \pm 0,04)$  s

Observamos que para os vídeos envolvendo pêndulos, a dificuldade de visualização do ponto de retorno do corpo era maior devido a sua pequena amplitude. Mesmo assim, tivemos uma taxa de acertos de 50% com a resposta (AUMENTA), apesar das pequenas distorções que aconteceram quando da realização das medições.

6) Questão 6: Quando aumentamos a massa, o período da oscilação:

Respostas corretas:

Massa menor: período =  $(1,44 \pm 0,04)$  s

Massa maior: período =  $(1,44 \pm 0,04)$  s

O índice pequeno de acertos, 20% de respostas corretas (NÃO MUDA) tem suas causas na dificuldade de visualização (já citada) e o fato de que pequenas distorções nas medidas são suficientes para induzir o aluno ao erro.

7) Questão 7: A relação  $T = 2\pi \sqrt{L/g}$  está de acordo com as conclusões acima:

O percentual maior (80%) de respostas (NÃO SEI) em relação ao sistema massa-mola pode ser justificado por um índice maior de erros nas questões envolvendo este tópico e também, pelos problemas com as análises matemáticas (já mencionados anteriormente).

Consideramos como distorções, valores medidos que estivessem fora da margem de erro de 0,04 s (intervalo de tempo entre dois fotogramas consecutivos).

Após as atividades realizadas pelos alunos, fizemos explicações acerca dos valores corretos para cada medição e apresentamos o modelo teórico. Visando com isso, fazer com que os estudantes percebessem a concordância entre a medida e a teoria que a fundamenta.

A análise dos resultados levou-nos a concluir que o projeto proposto teve uma boa receptividade por parte dos alunos portadores de deficiência auditiva. Tornando premente que futuramente, recursos tecnológicos (como computadores, televisões, data show, câmeras, etc.) e de mídia (como os softwares computacionais) sejam utilizados com estes estudantes massivamente e de forma adequada.

Entendemos, também, que o desempenho regular dos alunos no que diz respeito a realização das medidas e análise dos resultados só poderá ser aprimorado com uma maior vivência com esse tipo de atividade e uma melhoria substancial na qualidade do ensino que vise atingir, principalmente, este grupo de pessoas com necessidades especiais.

## **Anexo A – Roteiro para a experiência de determinação da constante elástica da mola**

### INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS

Nome:

Turma:

Material Utilizado:

- Três molas com constantes elásticas diferentes;
- Papel milimetrado;
- Régua;
- Quatro massas calibradas (10g, 20g, 20g, 50g);
- Um porta-massas para a colocação das massa na extremidade da mola;

Procedimento Experimental:

- i. Uma haste vertical ajustável com uma escala milimetrada; Coloca-se o porta - massas preso à extremidade livre da mola e nivelado com a posição inicial ( $y_0 = 0$ );
- ii. Introduzem-se as massas e mede-se na escala milimetrada a posição de equilíbrio ( $y$ ). Com as massas disponíveis é possível até 10 combinações, variando-se de 10g em 10g.

- iii. Constrói-se uma tabela com os valores dos pesos ( $P = m \cdot g$ ) e das elongações da mola ( $e = y - y_0$ ). Especial atenção deve ser dada às unidades;
- iv. Repete-se o mesmo procedimento com a utilização de duas outras molas. Permite-se ao aluno comparar (manuseando) a mola usada até então com duas outras molas diferentes (mais duras do que a primeira);
- v. Análise: construção do gráfico  $F$  versus  $e$  utilizando-se a mesma folha de papel milimetrado para as três molas (o estudante deverá obter três retas com inclinações ( $K$ ) diferentes).

Preencha a tabela abaixo com os dados obtidos

<b>Peso (N)</b>	<b>Elongação (cm)</b>

**QUESTIONÁRIO:**

- a) Se tivéssemos uma mola mais dura, a inclinação da RETA seria MAIOR ou MENOR? Por quê?
- b) Qual a mola mais dura uma com  $K = 2 \text{ N/cm}$  ou  $K = 10 \text{ N/cm}$ ?

## Anexo B - Questionário sobre a simulação com o Interactive Physics

### (IP)

Após a apresentação pelo professor das simulações envolvendo as oscilações para o sistema massa-mola e para o pêndulo, com as observações necessárias para a compreensão dos fenômenos, cabem algumas instruções acerca do funcionamento do software utilizado, fato esse que permitirá a interatividade do aluno com o programa e as respostas a algumas questões relacionadas com o processo em curso.

Assim, teremos:

I) Para o sistema massa- mola, a força resultante (elástica + peso) e a aceleração tem direções e sentidos iguais. Justifique este fato usando a segunda lei de Newton ( $F = m.a$ ) e o produto de vetor por escalar visto, anteriormente, no capítulo relativo a vetores.

Resp: *Quando multiplicamos um vetor (aceleração) por um escalar positivo (massa), não mudamos a direção e o sentido do vetor resultante (força). Por isso, a força e a aceleração têm direções e sentidos iguais.*

II) Qual é a força que faz a velocidade diminuir e o corpo parar em 2 pontos durante a oscilação do sistema massa-mola(MHS)? Por que isso acontece?

Resp: *A força resultante (força elástica + peso) exercida sobre o corpo é a responsável por fazer o corpo parar em dois pontos, pois em determinados trechos da trajetória, seu sentido será oposto ao da velocidade. Fato esse, que provoca a desaceleração do corpo e posterior parada.*

III) Aumente os valores da força de atrito com o ar e diga o que acontece com o tempo de oscilação dos sistemas (massa-mola e pêndulo)

Resp: *O sistema cessa seu movimento mais rapidamente, pois existe uma força maior de resistência do ar, o que produz uma desaceleração também maior.*

IV) Qual é a diferença que você vê entre uma oscilação e um corpo que cai somente sob a ação do seu peso? Fale das forças, velocidades e suas variações.

Resp: *Quando um corpo cai livremente, a força que atua sobre ele é a força peso e esta tem um sentido fixo. No caso da força resultante em uma oscilação, seu sentido de atuação se modifica durante o movimento, fazendo com que esta funcione como uma **força restauradora**, modificando a velocidade do corpo, o seu sentido de deslocamento e produzindo um movimento de vai e vem.*

V) A velocidade do corpo durante as oscilações (para massa-mola) sem atrito com o ar (MHS) pode:

- a) diminuir somente;
- b) aumentar e diminuir;
- c) aumentar somente;
- d) não mudar;
- e) ser sempre igual a zero.

VI) A aceleração do corpo(para massa-mola) no MHS, pode:

- a) diminuir somente;
- b) aumentar e diminuir;
- c) aumentar somente;
- d) não mudar;
- e) ser sempre igual a zero.

VII) No pêndulo (para um MHS), aonde sua velocidade é maior:

- a) no ponto mais baixo da trajetória;
- b) no ponto mais alto da trajetória;
- c) no início da trajetória;
- d) antes do meio;
- e) a velocidade não muda.

VIII) No pêndulo (para um MHS), aonde sua velocidade é ZERO:

- a) no ponto mais baixo da trajetória;
- b) no ponto mais alto da trajetória;
- c) no meio da trajetória;
- d) antes do meio;
- e) a velocidade não muda.

IX) A força resultante para um pêndulo, em MHS, é o resultado da soma vetorial de quais forças:

- a) normal e peso;
- b) atrito e peso;
- c) tração e peso;
- d) normal e tração;
- e) atrito e tração.

X) Quando NÃO há força de atrito com o ar, ou seja, temos um MHS, o movimento se repetirá indefinidamente. Logo a ENERGIA MECÂNICA:

- a) não muda (se conserva);
- b) aumenta;
- c) diminui.

XI) Durante a oscilação vertical de um sistema massa-mola em MHS, o que verificamos com relação a força resultante exercida sobre o corpo?

*Esta força mantém sua direção (vertical). Modificando, porém, seu módulo e sentido de deslocamento. Seu módulo atinge o valor máximo nos pontos limites da trajetória; quais sejam para  $y = A$  e  $y = -A$  e tem seu valor igual a zero para  $y=0$ .*

O estudante, orientado pelo professor, poderá introduzir gráficos que deverão, com maior clareza, descrever o comportamento do módulo de grandezas vetoriais como força, velocidade e aceleração para as simulações das oscilações propostas.

## Anexo C - Outras informações sobre o MHS e OHA – Massa-Mola

### I) MHS (MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES)

Neste caso, não temos a presença do ar (força de atrito).

Na prática, esse tipo de movimento só poderá ser simulado em programas de computadores, já que o ar estará sempre presente nos experimentos de física.

O gráfico que representa a posição vertical do corpo em função do tempo é dado por uma função seno ou cosseno,  $y = A \cdot \cos[(2\pi/T) \cdot t]$ . Aonde:

T: Período;

A: Amplitude;

t: tempo.

**O movimento é periódico e se repete em intervalos de tempos iguais ao período(T). O movimento é dito harmônico, pois a posição do corpo (y) é representada por um seno ou cosseno (função harmônica) do tempo.**

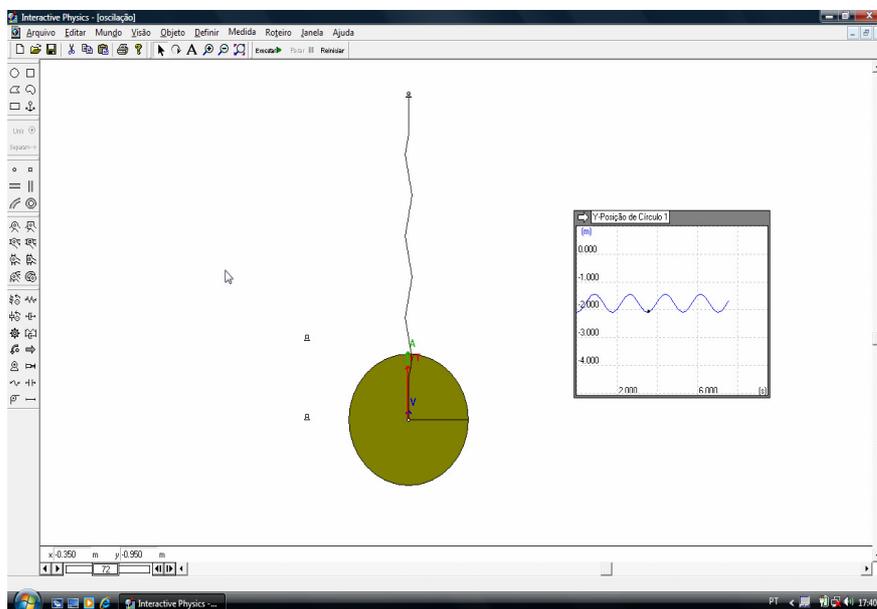


Figura 17 - Representação da posição (y) x tempo (t) em um MHS.

a) Cálculo da velocidade (v) e aceleração (a):

- No MHS, teremos a posição dada por  $y = A \cdot \cos[(2\pi/T) \cdot t]$  (I). Logo:
- $v = dy/dt = -A \cdot 2\pi/T \cdot \sin[(2\pi/T) \cdot t]$  (II);
- $a = dv/dt = -A \cdot (2\pi/T)^2 \cdot \cos[(2\pi/T) \cdot t]$  (III).

b) Determinação do período (T) e frequência (f):

- A força resultante que age sobre a massa (m) oscilante será:  $F = -K \cdot y$ ;
- Aplicando a segunda lei de Newton, utilizando (I) e (III):
- $F = m \cdot a \rightarrow -K \cdot A \cdot \cos[(2\pi/T) \cdot t] = -m \cdot A \cdot (2\pi/T)^2 \cdot \cos[2\pi/T]$ . Logo,
- $T = 2\pi (m/K)^{1/2}$  e  $f = 1/T = 1/2\pi \cdot (K/m)^{1/2}$ .

c) Relação entre posição (y) e velocidade (v):

Observando as equações (I) e (II), concluímos:

- Os sinais de y e v podem ser iguais ou diferentes, dependendo da posição do corpo;
- Para os valores máximos e mínimos de y, v será igual a zero (corpo parado);
- As posições máxima e mínima são respectivamente  $y = +A$  e  $y = -A$ .

O valor da posição (y) é a distância da posição de equilíbrio até a posição do corpo em um determinado momento. Ou seja, y é numericamente igual à elongação (e) da mola.

- d) Caso as massas oscilantes não estejam na posição  $y = A$  e parados ( $v = 0$ ) no instante inicial, ou seja,  $t = 0$ ; a função y x t deverá considerar uma diferença de fase ( $\alpha$ ). Assim, teremos:  $y = A \cdot \cos [(2\pi/T) \cdot t + \alpha]$

## II) OSCILADOR HARMÔNICO MORTECIDO (OHA)

Se tivermos um amortecimento (presença do ar), a equação horária da posição será:

$y = A \exp(-C.t) \cdot \cos\{(2\pi /T).t\}$ , onde C depende da força de atrito do ar. Quanto maior for a força de resistência do ar, mais rapidamente o corpo cessará seu movimento ( $y = 0$ ).

A representação será:

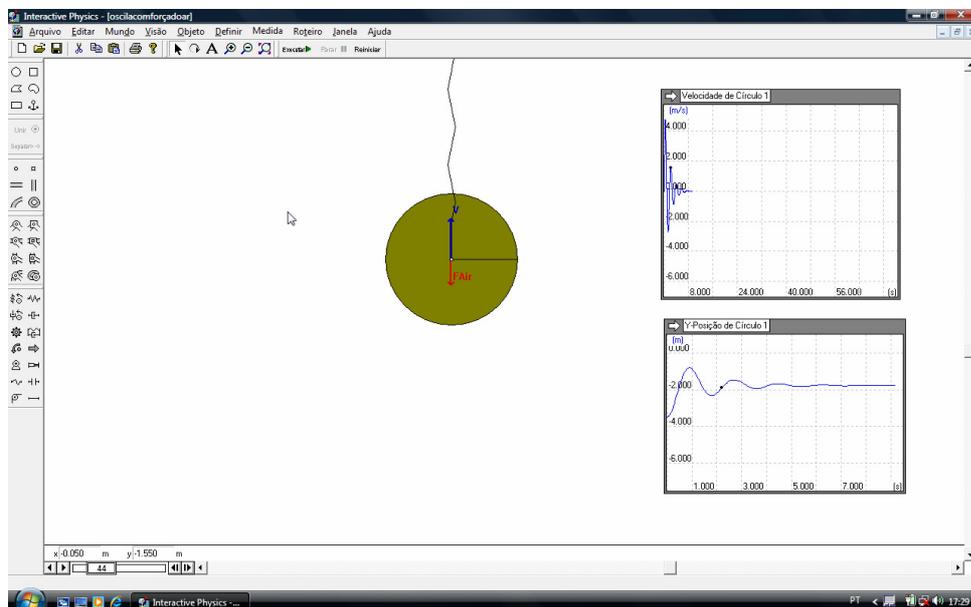


Figura 18 - Gráfico representando velocidade e posição para movimentos amortecidos.

## Anexo D - Observações sobre movimentos oscilatórios

1) A energia mecânica ( $E_m$ ) é a soma da energia potencial elástica da mola ( $E_p$ ) com a energia cinética ( $E_c$ ).

Assim, teremos:  $E_m = E_c + E_p$ .

Aonde:  $E_c$ : Relacionada com o movimento de um corpo

$$E_c = 1/2.m.v^2 \text{ (Revela a existência de movimento)}$$

$E_p$ : Relacionada com a constante elástica ( $K$ ) e a elongação da mola ( $e$ )

$$E_p = 1/2.K.e^2 \text{ (Revela a capacidade de movimento)}$$

No caso da conservação da energia mecânica (sistema sem atrito), o aumento da energia cinética é acompanhada por uma redução de mesmo valor da energia potencial elástica da mola e vice-versa.

É o que acontece com o MHS.

Se o corpo estiver nas posições limites do movimento (amplitudes), sua energia cinética será zero e a potencial elástica será dada por  $E_p = 1/2.k.A^2$

2) As vibrações são oscilações que estão relacionadas com os corpos extensos .

Ex: pontes, tambores, prédios, planetas, cordas, caixas de som, hastes vibrantes, etc.

3) As oscilações podem ocorrer em uma, duas ou três dimensões.

4) O amortecimento de um sistema oscilante, além de depender da velocidade e da área de contato do corpo com o ar, depende também, do nível de rarefação desse.

Assim, ambientes com o ar mais rarefeito tendem a amortecer menos o movimento. Em cidades que se encontrem em grandes altitudes. Como, por exemplo, La Paz na Bolívia, a dificuldade na prática de partidas de futebol é notória, pois a bola adquire uma velocidade de deslocamento maior com a qual jogadores acostumados a jogarem ao nível do mar se ressentem bastante.

## **Anexo E - Alguns exemplos de oscilações existentes**

O objetivo desse anexo é a apresentação de algumas fotografias ilustrativas de aplicações, ou de manifestações, de movimentos oscilatórios. Como já indicamos, as aulas, devem, como regra geral, possuir um forte apelo visual. Através de ilustrações (fotos, diagramas, vídeos etc.) reforçamos a nossa comunicação com o APDA. Se para alunos sem deficiência auditiva a imagem é um facilitador do aprendizado, para os APDA a imagem cumpre uma função estratégica. A organização e seleção das ilustrações para a aula, qualquer que seja o tema selecionado, deve ser precedida de um cuidadoso planejamento.

Os sítios (*sites*) na internet de fotografias e de vídeos, como o *YouTube*, se tornaram um grande aliado do professor nesse planejamento visual. Nossa seleção é em algum grau arbitrária e pessoal, mas servem para mostrar o potencial de algumas ilustrações para aprimorar a comunicação com o APDA. São mostradas, também, fotos de simulações computacionais feitas com o software *Crocodyle Physics* que objetivam ilustrar as oscilações relacionadas com movimentos ondulatórios.

Na natureza, no cotidiano, nas áreas tecnológicas e biológicas, podemos observar diversos exemplos de oscilações. Alguns serão citados e ilustrados abaixo:

### 1) Balanço da praça

O balanço faz uma oscilação de pêndulo.



Figura 19 - Balanço de praça (I).

## 2) O relógio de pêndulo

O pêndulo dos relógios antigos ilustra o movimento oscilatório.



(II.1)



(II.2)

Figura 20 – Relógios antigos de pêndulos.

## 3) Amortecedor dos carros

Os amortecedores dos automóveis associam-se a um sistema de molas. As molas fazem os carros oscilarem quando passam por obstáculos, aliviando os impactos, e os amortecedores atenuam essas oscilações dando mais estabilidade, segurança e conforto para os passageiros.



(III.1)



(III.2)

Figura 21 - Sistema de suspensão de um automóvel.

#### 4) Ondas

Quando as ondas passam, os pontos do meio oscilam. Essas oscilações podem ocorrer de duas formas:

##### a) Perpendicular à direção da onda

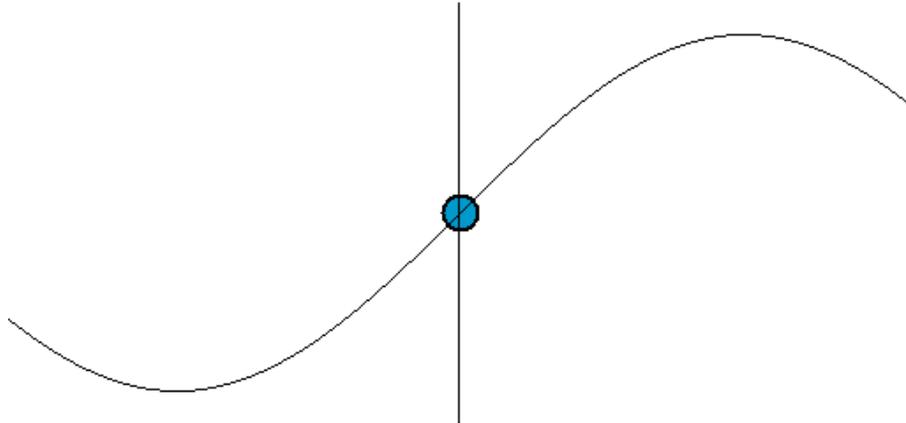
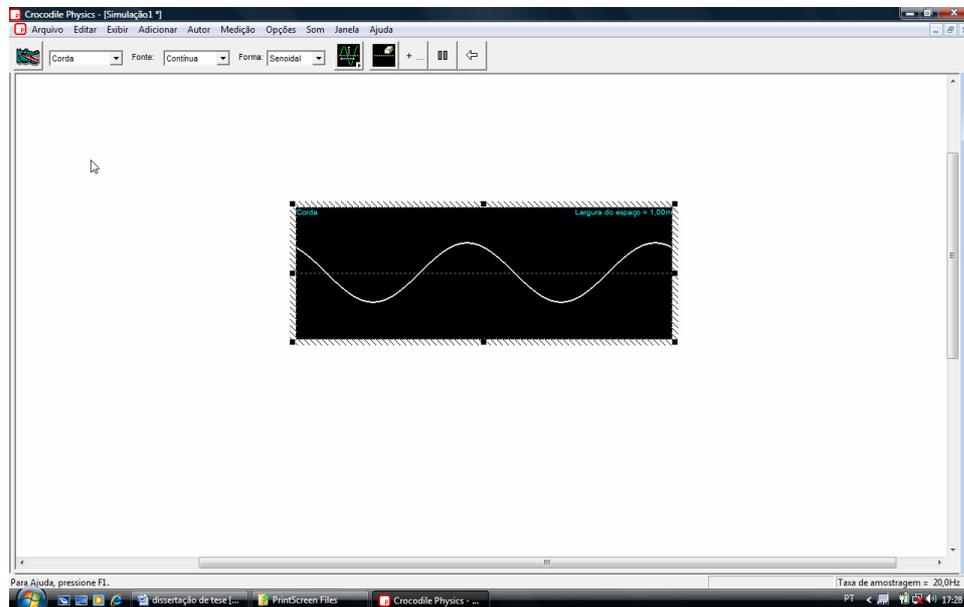


Figura 22 - É o que acontece com as ondas em cordas e no mar.



Figuras 23 - Os pontos da corda oscilam na direção perpendicular ao da velocidade da onda.

##### b) Na mesma direção da onda

A mola de brinquedo e o som são exemplos desta forma de onda

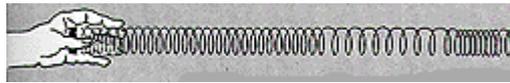


Figura 24 – Os pontos da mola oscilam na mesma direção da velocidade da onda.

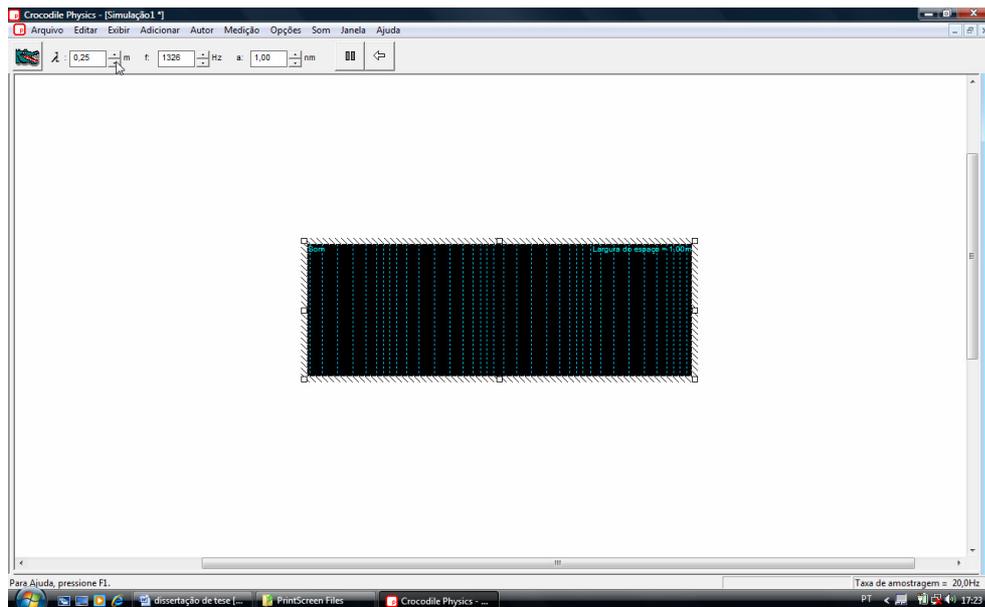


Figura 25 – As ondas do som tem um comportamento semelhante ao da mola. Tendo o ar como meio de propagação.

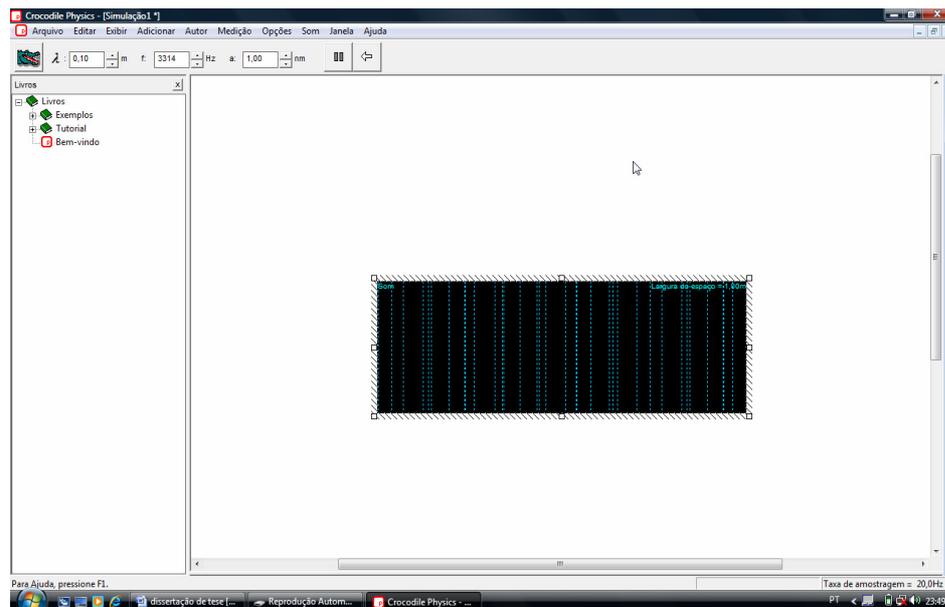


Figura 26 – Um outro modelo de onda de som com características diferentes.

### 5) Eletrocardiograma

É o aparelho usado para representar as oscilações do coração. Podem indicar a presença de infartos, obstruções coronarianas, além de outras doenças do coração.

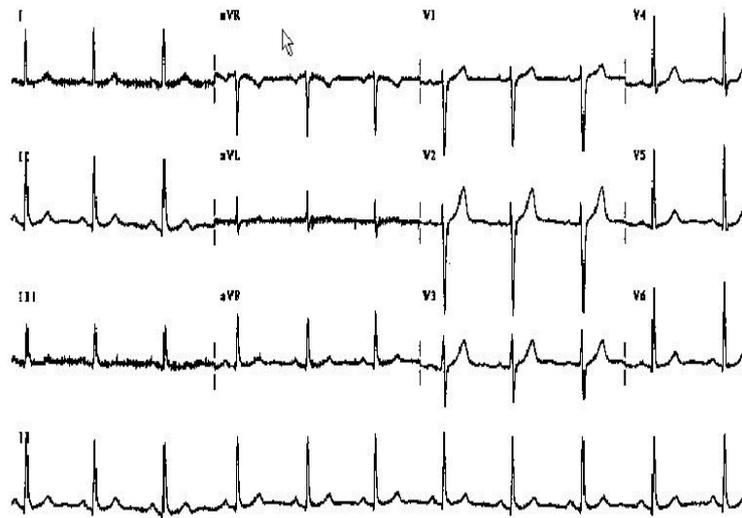


Figura 27 - Representação de gráfico de eletrocardiograma (IV).

### 6) Sismograma

É o aparelho que registra as intensidades das oscilações da superfície da Terra. Estas oscilações podem gerar terremotos e tsunamis.

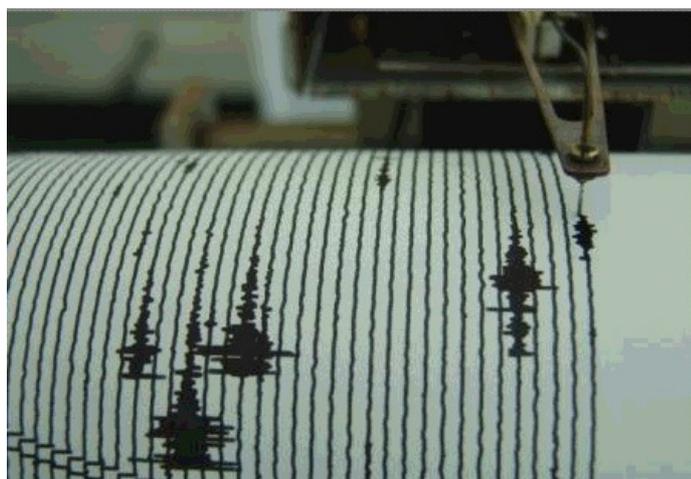


Figura 28 - Representação de um gráfico de um sismograma. (V).

7) Ponte oscilando

A ponte de Tacoma nos Estados Unidos, por influência dos ventos, oscilou até cair.



Figuras 29 (a e b) - A ponte oscila em várias direções (VI)

## 8) Oscilações no mundo microscópico (moléculas)

Todas as coisas materiais que conhecemos são constituídas por moléculas que por sua vez são formadas por átomos. Estes têm movimentos vibratórios diversos os quais, não podemos ver por serem pequenos demais para poderem ser percebidos pelo olho humano. Seguem abaixo, fotos de um site da UNESP (vide bibliografia) que permite a visualização de alguns átomos de moléculas vibrando em seus diversos modos de vibração.

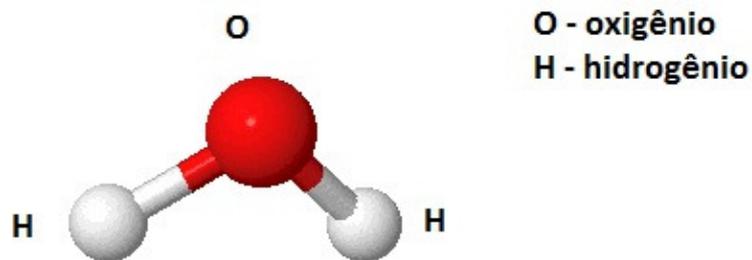


Figura 30-Molécula de água (VII)

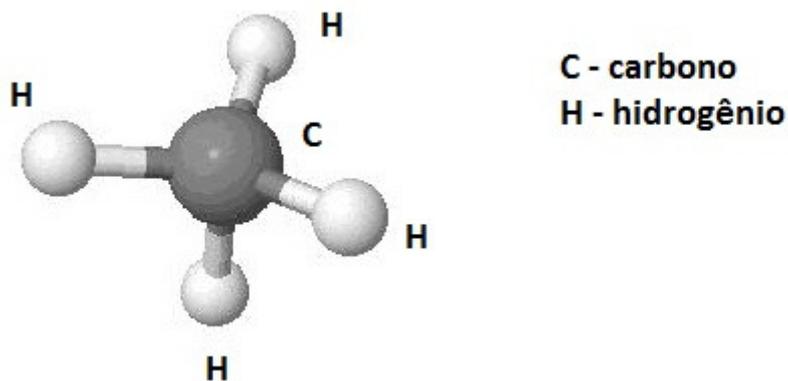


Figura 31- Molécula de metano (VIII).

## 9) Cordas do violão

As cordas do violão, cavaquinho, violino ou qualquer outro instrumento de cordas vibram (oscilam) quando tocadas. A forma da vibração depende da forma como tocamos. É esta vibração que produz o tipo de som que podemos perceber. Para cada formato de corda vibrante, temos a reprodução de um som diferente.

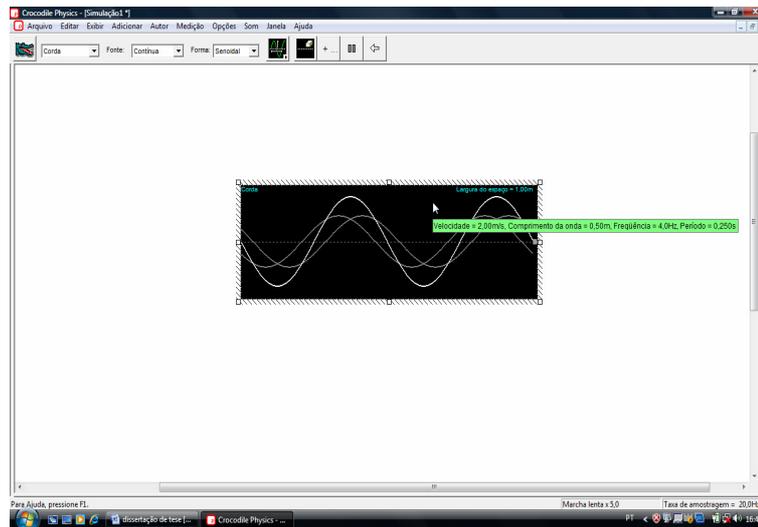


Figura 32 - Representação de um modo de vibração possível para um violão.

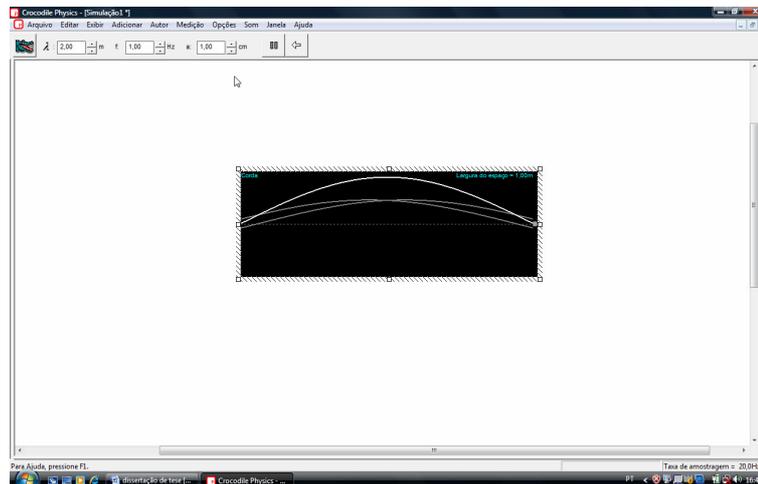


Figura 33 - Outra forma possível de vibração para a corda do violão.

Nas figuras 32 e 33, as cordas vibram de formas diferentes emitindo sons distintos.

As Figuras 23, 25, 26, 32 e 33, foram obtidas com a utilização do software aplicativo *Crocodile Physics*. Este programa dá a condição ao aluno da compreensão, embora desprovido da capacidade de audição, de que as características das oscilações das cordas de um violão, por exemplo, tipificam o som emanado do instrumento musical e a percepção de que as ondas sonoras proporcionam ao meio de propagação (o ar, por exemplo) uma oscilação diferente, pois esta se dá na mesma direção de deslocamento do pulso de onda gerado.

Vale destacar que as linhas tracejadas representam o ar para as ondas sonoras.

#### 10) Vibrações no interior ouvido

No ouvido médio a membrana do tímpano vibra com o som vindo do meio externo e transmite esta vibração para 3 ossos (martelo, bigorna e estribo); tornando possível assim, a audição.

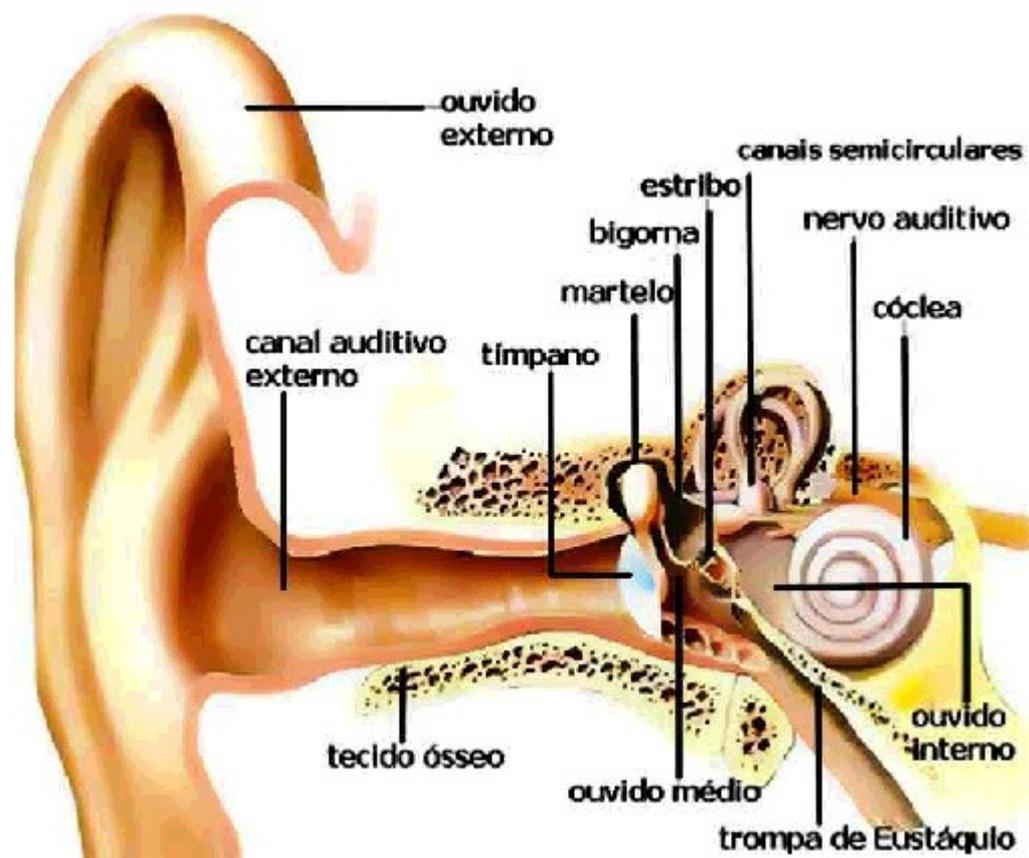


Figura 34 - Representação da estrutura do interior do ouvido humano (IX)

### 11) O problema do túnel na Terra

Se considerarmos o planeta Terra como uma esfera homogênea. Ao fazermos um túnel ligando um ponto a um outro diametralmente oposto ao primeiro (caso isso fosse possível) e se soltássemos um corpo qualquer de uma das extremidades, esse realizaria um MHS dentro do túnel com período  $T = 84$  min (tempo de ida e volta). Ou seja, o tempo para ir de um ponto ao outro seria  $t = 42$  min. Este seria, por exemplo, o tempo gasto para se ir do Brasil até o Japão através desse túnel.

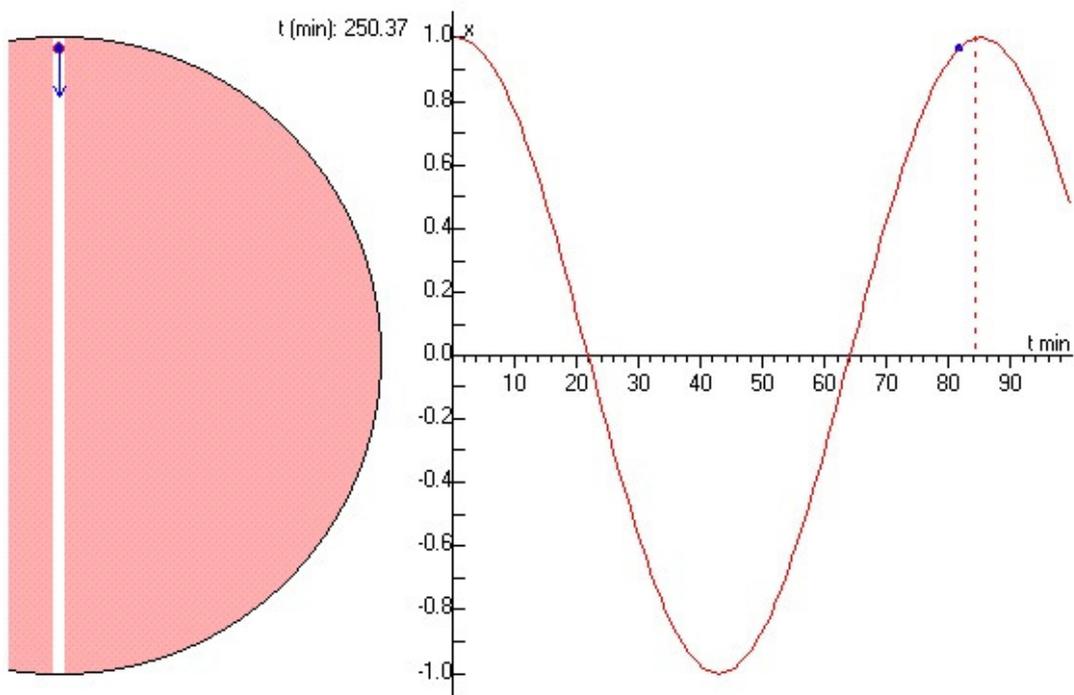


Figura 35 - MHS para um corpo atravessando a Terra de um ponto a outro (X).

## 12) O fenômeno das marés

Ao longo de um dia, o nível das águas do mar oscila ( aumentando e diminuindo) sua altura. Este fenômeno é conhecido como marés e é resultado da força feita pela lua sobre as águas do mar e dos rios.



Figura 36 - Paisagem de maré baixa no rio Amazonas (XI)



Figura 37 - Maré alta no rio Amazonas (XII).

As figuras identificadas por algarismos romanos entre parênteses encontram-se inseridas em sites cujos endereços apresentam-se descritos no levantamento bibliográfico através de seus índices. A pesquisa, leitura e análise destes pela internet são recomendados, visando uma melhor compreensão do tema abordado. O professor deve, entretanto, intermediar a pesquisa buscando tornar mais clara a compreensão dos textos e dos conteúdos dos sites por parte do APDA. Este procedimento far-se-á através da tradução para a LIBRAS dos textos relevantes e explicações acerca dos conceitos relacionados com o assunto que estará sendo discutido.

A utilização dos sites permite a visualização, em movimento, das figuras mostradas no anexo E. Este fato contribui para exemplificar alguns movimentos oscilatórios que se manifestam em diversas circunstâncias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. Curso de Física. Ed.Harbra, vol.2, São Paulo, n.3, 1993;

BAPTISTA, J.A. Os surdos na escola. A exclusão pela inclusão. Fundação Manuel Leão, Vila Nova de Goiás, p.163, 2008;

CARVALHO, A.M.P. et al. El papel de las actividades em La construccion del conocimiento em clase. Investigación em la escuela.Scipione,n.25, p. 70, 1995;

CHALMERS, A.F. O que é ciência afinal? São Paulo. Ed.brasiliense, p.23, 1993;

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA e linha de ação sobre necessidades especiais. Brasília: CORDE, 1994;

DICIONÁRIO DIGITAL de LIBRAS, secretaria de educação especial (INES);

FENEIS, disponível na Internet em [http // www.feneis.com.br/page/quantsurdos.asp](http://www.feneis.com.br/page/quantsurdos.asp);

LAMOGLIA, A. Surdez, Escola e Inclusão. Que língua é esta? Revista SINPRO-RIO, p.45-60, 2010;

LDB (Brasil): Brasília.Ministério da Educação, 1999;

LEBEDEFF, TATIANA BOLÍVAR. O silêncio imposto: uma discussão sobre as práticas de exclusão e violência lingüística cometidas contra surdos. In: Franco, Sebastião Pimentel; SILVA, Gilvan Ventura da; LARANJA, Anselmo Langui (Org.). Exclusão social,violência e identidade.Vitória:Flor e Cultura,2004a,p.195;

LEWIN, A. M. F. e LOMÁSCOLO, T. M. M. “La metodologia científica em la construcción de connocimientos .” (Enseñanzas de las ciências), n.20, p. 147 , 1998;

MENEZES, DANIEL PIMENTA DE, Universo, Terra e Vida: Orientando o professor no trabalho com alunos surdos, dissertação de mestrado, CEFET-RJ, p.8, 2010;

MINI DICIONÁRIO 3em1, português-inglês. São Paulo. Ed. Scipione, 1999;

MINI DICIONÁRIO Aurélio, sétima edição (revisado conforme acordo ortográfico), Ed. Positivo. Rio de Janeiro, 2009;

PCN+(Brasil): Ensino Médio. Brasília. Ministério da Educação, Ciências da natureza, matemáticas e suas tecnologias, MEC-CENTEC. Brasília, p.65, 2002;

REGO, TEREZA CRISTINA. Vigotski: Uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis. Ed. Vozes, p.50, 1995;

R.RESNICK, D.HALLIDAY. Física. Ed. Livros Técnicos e Científicos, vol. 2, Rio de Janeiro, n.4, 1984;

SOUZA, SALETE DE; Ensino de física centrado na experiência visual: Um estudo com jovens e adultos surdos; dissertação de mestrado; UNIFRA-RS; p.7; 2007

SKLIAR, CARLOS. A surdez: Um olhar sobre as diferenças. Porto Alegre. Ed. Mediação, p.23, n.3, 1998;

SKLIAR, CARLOS. Educação e Exclusão. Abordagens sócio-antropológicas em educação especial. Porto Alegre. Ed. Mediação, p.30, n.4, 1997;

VYGOTSKY, LEV SEMENOVICH: Pensamento e linguagem. São Paulo. Ed.Martins Fontes, p. 50 – 115, n.2, 1998;

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. São Paulo. Ed. Martins Fontes, p.50, n.1, 1993;

VYGOTSKY, L.S. Formação social da mente. São Paulo. Ed.Martins Fontes, p.97, n.1, 1984.

- CRÉDITOS DAS IMAGENS APRESENTADAS:

- I) <http://www.orimad.com.br/4040.html> ;
- II.1) <http://www.sinodal.com.br>;
- II.2) <http://www.if.ufrgs.br>;
- III.1) <http://recuperadorauniao.com.br>;
- III.2) <http://www.comunidade.bemsimples.com>;
- IV) [http://www.medonline.com.br/med\\_ed/med9/ecg1.gif](http://www.medonline.com.br/med_ed/med9/ecg1.gif);
- V) <http://www.tudosobreterremotos.wordpress.com/galleria-de-fotos>;
- VI) <http://www.youtube.com/watch?v=jzczJXSnw&features=fvsr>;
- VII) <http://www.e-química.iq.unesp.br/jmol/água-vibra.html>;
- VIII) <http://www.e-química.iq.unesp.br/jmol/metano-vibra.html>;
- IX) <http://www.portalsãofrancisco.com.br>;
- X) <http://www.Física.ufs.br/CorpoDocente/egsantana/celeste/tunel/tunel.htm>;
- XI) <http://www.youtube.com/watch?v=Wqpe-GPa4-E>;
- XII) <http://www.youtube.com/watch?v=Wqpe-GPa4-E>

- PROGRAMAS APLICATIVOS:

- I. PROGRAMA POWER POINT: 2007; Microsoft Corporation;
- II. PROGRAMA MOVIE MAKER: 2007; Microsoft Corporation;
- III. SOFTWARE INTERATIVE PHYSICS: 2000; MSC. Software Corporation;
- IV. SOFTWARE CROCODILLE PHYSICS: 2002; Crocodile-Clips Ltda;