



PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLÓGICAS

Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática

HARNYE DEL NERO

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM OSCILAÇÕES E ONDAS:

UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO

Santa Maria - RS

2007

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

HARNYE DEL NERO

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM OSCILAÇÕES E ONDAS:
UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. **SOLANGE BINOTTO FAGAN**

Santa Maria - RS

2007

Este trabalho é dedicado às pessoas que sempre estarão comigo:
Meu pai, Daddy e a minha mãe, Mammy.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos àqueles que estiveram presentes nas discussões, compartilhavam idéias, opinavam e conviveram comigo, os amigos e colegas que me acompanharam nesta caminhada.

Ao Jordan, pelo incentivo a escrever, mesmo quando as idéias não estavam bem formuladas.

Ao Daddy pelos questionamentos e as opiniões, algumas vezes diferentes das minhas, mas que sempre me fizeram pensar mais antes de tomar decisões, e que muito contribuíram e contribuem para que eu tenha uma visão do todo e não apenas das partes separadas (a vida como um todo); a Cleuza pelo carinho, as conversas e o apoio direto e indireto que tu consegues desempenhar.

Ao Thiago, por compreender o porquê de um aperfeiçoamento, mesmo sabendo que nem sempre há um reconhecimento da busca por ele e por ser um inspirador dessa busca; a Etiane que em muitas oportunidades deu sua colaboração para o andamento dos trabalhos.

À Solange, orientadora que com seu jeito paciente e jovial me conduziu na elaboração desta, sempre mostrando possibilidades e discutindo caminhos a serem seguidos; muito obrigado.

Aos alunos que participaram desse estudo realizando processos não comuns em sua vivência escolar, a irmã Valderesa pela indicação do curso e ao Colégio Franciscano Sant'Anna por ter uma ambiente que propicie a busca por aperfeiçoamento e toda a estrutura à disposição.

À UNIFRA pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos realizando este Curso de Mestrado.

RESUMO

Tornar o aluno crítico e fascinado pelos fenômenos e técnicas do seu cotidiano é um dos grandes desafios do Ensino de Física. No entanto, temos um grande impasse nos pré-requisitos e processos envolvidos para o entendimento das leis físicas associadas a estes fenômenos. Desta forma, o método de resolução de problemas é visto como uma das estratégias para aproximar os conteúdos abordados com a realidade do aluno.

Nesse sentido, apresentamos um relato de experiência sobre a aplicação da metodologia da resolução de problemas no Ensino Médio associado aos temas de oscilações e ondas. Desenvolvemos um módulo didático referente aos conteúdos a serem abordados com questões relacionadas a fenômenos ou equipamentos do dia-a-dia do aluno. Apresentamos também neste módulo algumas páginas da internet, previamente selecionadas, com textos multimídias, simulações virtuais e vídeos que foram usadas como suporte para a aplicação dessa metodologia. A proposta de trabalho foi aplicada em quatro (04) turmas do Segundo Ano do Ensino Médio da Escola Sant'Anna de Santa Maria – RS totalizando 156 alunos. Aplicamos atividades diferenciadas em cada uma destas turmas avaliando o envolvimento e o comportamento dos alunos frente a esta metodologia.

Podemos ressaltar que a resolução de problemas gerou questionamentos e discussões aprofundadas em relação aos fenômenos envolvidos nas atividades. Notamos uma mudança de atitude nos alunos quanto à busca por conhecimento adicional ao que é proposto em sala de aula. E, finalmente, observamos que os alunos conseguiram relacionar alguns fenômenos baseados em oscilações e ondas com acontecimentos do seu dia-a-dia.

Palavras Chave: resolução de problemas, oscilações e ondas, ensino

ABSTRACT

One of the most challenging point on the Physics Learning studies are to make the students fascinating and critical in front of phenomenon and techniques related with their quotidian. Besides that, we have a high stalemate with the theory and the process involved to understand the Physics laws associated with these techniques. In this way, the method of resolution problems is considered an interesting strategy to approximate the Physics contents with the student's reality.

Than, we present a communication of the experience about the development and application of didactic lessons with the methodology of the problem resolution on the Secondary School associated with the oscillation and waves themes. We develop didactic lessons related with equipments or physics phenomenon near the quotidian of the students. These lessons also present Internet pages, previously selected, with multimedia texts, virtual simulations and videos. This proposal was applied in four (04) classes of the Second year of the Secondary School of Sant'Anna of Santa Maria –RS, with a total of 156 students. In each class, the didactic activities are differentiated with the aim to evaluate the involvement and the behavior of the student in front of this methodology.

Than, we verify that the methodology of resolution problems associated with oscillation and waves generate several questions and discussions related with the Physics laws present on the activities. The students change their behavior, looking for new knowledge additional what were exposed on the class. And, finally, some students became able to do connections with the contents and your quotidian.

Keywords: problem resolution, oscillation and waves, learning

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1) CARACTERÍSTICAS DESTE TRABALHO	13
1.1) Objetivos	13
1.2) Trajetória Acadêmica e Profissional do Mestrando	14
2) FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1) Referencial Teórico: Dos Problemas atuais do Ensino de Física ao que Buscamos nas Teorias de Aprendizagem	16
2.2) Referencial Metodológico: O Método de Resolução de Problemas Aliado aos Recursos Computacionais	20
3) CARACTERÍSTICAS E TRABALHOS SOBRE OSCILAÇÕES E ONDAS NO ENSINO MÉDIO	25
3.1) Principais Características de Oscilações e Ondas Abordadas no Ensino Médio .	25
3.2) Trabalhos sobre Oscilações e Ondas no Ensino Médio	28
4) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4.1) Local de Desenvolvimento da Pesquisa	31
4.2) Metodologia de Trabalho.....	32
4.3) Descrição das Atividades Didáticas Desenvolvidas.....	34
4.4) Coleta de Informações: Instrumentos	36
5) RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1) Resultados Obtidos - Turma A	37
5.2) Resultados Obtidos - Turma B	46

5.3) Resultados Obtidos - Turma C	51
5.4) Resultados Obtidos - Turma D	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXO I - Módulo Didático – Plano de aulas.....	68

INTRODUÇÃO

Faremos a seguir a exposição do trabalho desenvolvido durante o Mestrado Profissionalizante na área de Ensino de Física baseado em um relato de experiência abordando temas de oscilações e ondas por meio do método de resolução de problemas.

Atualmente, busca-se uma mudança no Ensino de Física onde há muitos estudos que procuram a melhor forma para que o educando supere concepções errôneas (NETO, 2001). Na tentativa de que o aluno construa conceitos cientificamente aceitos e, portanto, condizentes com a realidade da natureza que os cerca, é que são aplicados métodos que visam melhorar e reforçar a sua aprendizagem. Somente desta forma o aluno poderá alterar a sua concepção informal e, conseqüentemente, entender e difundir o conhecimento científico.

Tornar o aluno crítico e fascinado pelos fenômenos e técnicas do seu cotidiano é um dos grandes desafios do Ensino de Física. No entanto, encontramos um grande impasse, pois em muitos casos os fenômenos e processos envolvidos necessitam de uma grande carga de pré-requisitos que estão ligadas às leis físicas dos séculos XIX e XX, além de possuírem certo grau de complexidade. Se não bastassem esses obstáculos, existe ainda o fato de que os alunos preferem respostas prontas, diretas e mais dinâmicas, uma vez que é nesse mundo em que vivem.

Paralelamente, na sociedade atual os conhecimentos relacionados à ciência e a tecnologia se tornam cada dia mais respeitável e admirável. Este fato está relacionado tanto com a inserção do cidadão no mundo do trabalho quanto com a melhor compreensão acerca dos artefatos tecnológicos que estão à sua volta. Segundo os Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCNs, BRASIL, 2000), a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos.

Por outro lado, o método de resolução de problemas é uma das estratégias mais utilizadas em Ciências e Matemática a qual visa aproximar os conteúdos abordados com a realidade do aluno. Neste caso, o aluno necessita do conhecimento teórico básico sobre o tema e os problemas serão as práticas aplicadas ao seu cotidiano. Vários autores têm usado e analisado esta prática metodológica (BUTELER et al, 2001; POZO, 1998). Segundo estes trabalhos, a grande falha na aplicação do método de resoluções de problemas é a falta de significância para o educando do problema proposto e a relação com o meio em que vive.

Nesse sentido, pensou-se em uma proposta de trabalho a ser aplicado em sala de aula com alunos do Segundo Ano do Ensino Médio do Colégio Franciscano Sant'Anna utilizando a metodologia de resolução de problemas aplicada em problemas de oscilações e ondas usando o computador como facilitador e visando despertar o interesse do aluno por conhecimento científico tornando-o crítico frente às ciências e tecnologias contemporâneas. Vale ressaltar que esta proposta foi aplicada em quatro (04) turmas de segundo ano dessa Escola por meio de atividades em sala de aula e extraclasse.

Com o advento dos computadores pessoais criou-se também um marco divisório educacional, inclusive no Ensino de Física, que colocou os educadores frente a novas abordagens metodológicas e novas tecnologias. Consecutivamente, surgiram sistemas operativos facilitadores no qual a funcionalidade tornava esses meios informáticos mais difundidos (CHAMPAGNE et al., 1980). A partir da década de 80, houve avanços significativos com a criação de linguagens específicas que propiciaram ao aluno uma maior interação com a máquina e a inserção dessas tecnologias no Ensino. Atualmente, os

educandos, na sua grande maioria, têm contato com pelo menos um meio tecnológico no seu dia-a-dia. Entretanto, sabe-se que seus interesses e curiosidades estão voltados para como operar esses meios, mas, dificilmente interessam-se pelos princípios, leis e fenômenos que os fazem ser funcionais.

A aplicação da informática no Ensino e a criação e difusão da rede mundial de computadores (Internet) tornaram-se grandes aliados na busca por novas propostas de Ensino em Física. Deve-se ter claro, no entanto, que a utilização desses instrumentos tecnológicos em paralelo ao emprego de metodologias de Ensino apropriadas, pode ajudar a despertar a curiosidade e o interesse pela Física, aprimorando a aprendizagem e proporcionando a utilização adequada dos meios tecnológicos disponíveis, tornando, conseqüentemente, o aluno um participante ativo na construção do conhecimento.

É de bom senso lembrar que, neste caso, o papel do professor deve ser o de intermediador e conhecedor dos temas apresentados e das modalidades a que submeterá o educando. O êxito dessa nova proposta de Ensino depende muito da forma com que será disponibilizada e abordada. Muitos estudos têm sido realizados no sentido de buscar o entendimento e a eficácia dessas novas técnicas baseadas no uso do computador no processo ensino-aprendizagem (SANTOS et al. 1996; VALENTE, 1995; RILEY, 1990; JENSEN, 1993; HARASIM, 1995; CHAMPAGNE et al. 1980).

Neste trabalho, aliamos o tema fenômenos ondulatórios, que são base de funcionamento de grande parte dos meios tecnológicos do dia-a-dia do aluno do século XXI, com a metodologia de resolução de problemas e, em algumas situações, com o uso do computador como agente facilitador. Fenômenos ondulatórios integram, entre outras, ondas eletromagnéticas e ondas sonoras que geram diversos fenômenos do cotidiano que muitas vezes o aluno desconhece. A teoria construtivista de Vigostky (1994), a aprendizagem

significativa de Ausubel (1982) e teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1993) relacionam, de formas diferenciadas entre si, vários anseios deste trabalho para buscar uma aprendizagem eficaz usando artefatos próximos do aprendiz e de conceitos previamente estabelecidos.

Para a apresentação deste trabalho, a seguir, temos o Capítulo 1 que versa sobre as principais características desta Dissertação. No Capítulo 2 temos uma breve revisão sobre o referencial teórico e metodológico utilizado. No Capítulo 3 apresentamos alguns artigos de revisão sobre a aplicação de conteúdos envolvendo oscilações e ondas no Ensino de Física. No Capítulo 4 apresentamos a metodologia de trabalho utilizada na elaboração do módulo didático, na aplicação em sala de aula e na coleta dos dados. No Capítulo 5 apresentamos os principais resultados, observações e discussões obtidas a partir da aplicação da metodologia e, finalmente, apresentamos as considerações finais deste trabalho.

1) CARACTERÍSTICAS DESTE TRABALHO

Apresentaremos neste Capítulo as principais características deste trabalho. Inicialmente temos os objetivos gerais e específicos e após um breve relato sobre a experiência acadêmica e profissional do Mestrando.

1.1) Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é utilizar o método de resolução de problemas aliado, em algumas situações, ao uso do computador como ferramenta auxiliar, chamado aqui de facilitador, de forma a contribuir com o processo ensino-aprendizagem de alunos do Ensino Médio, explorando temas de oscilações e ondas.

Podemos destacar os seguintes objetivos específicos:

- avaliar o aluno a partir de seus comentários e o seu interesse frente às estratégias propostas para o Ensino de Física visando melhorar sua capacidade de interpretação e compreensão;
- estimular o aluno a entender e a utilizar as atuais tecnologias em busca de conhecimento contribuindo com a sua formação como cidadão crítico;
- utilizando uma metodologia já consagrada, a resolução de problemas, e o apoio do computador, organizar um módulo didático sobre oscilações e ondas como mais um meio de contribuição ao Ensino de Física.

1.2) Trajetória Acadêmica e Profissional do Mestrando

Cabe aqui salientar os motivos que levaram o Mestrando ao desenvolvimento deste trabalho, o qual além de contribuir na tentativa da melhoria do Ensino, o fizeram refletir a cerca de suas práticas como docente.

O Mestrando finalizou o Curso de Licenciatura Plena em Matemática com Habilitação em Física na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Imaculada Conceição (FIC), Santa Maria-RS, em dezembro de 1989 e o Curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)- RS, em janeiro de 1994.

Após ter concluído o curso de Matemática dedicou-se ao curso de Engenharia, e em agosto de 1991 começou a lecionar matemática, no antigo supletivo, da Escola Metodista Centenário, que é de ensino privado. Em 1994, foi convidado a lecionar no Ensino Médio da mesma Escola nas disciplinas de Física e Matemática, mas devido a uma incompatibilidade de horário trabalhou apenas um semestre com Física e permaneceu nas turmas de Matemática até o ano de 1996.

No início de 1996 substituiu um professor num curso preparatório para escolas militares, Diógenes (Santa Maria – RS), onde permaneceu até o ano de 2004. Em 1998 assumiu turmas no Colégio Marista Santa Maria, onde lecionou Física no Ensino Médio e no supletivo (Educação para Jovens e Adultos – EJA) da Escola Santa Clara, onde lecionava Física e Matemática no Ensino Médio e Fundamental, ambas particulares, até o ano de 1999. No ano de 2000 começou a lecionar Física no Ensino Médio do Colégio Franciscano Sant’Anna .

Na maior parte de sua vida profissional, esteve envolvido com a Física. Devido a sua formação ser de habilitação na área, sempre sentiu a necessidade de constantes leituras e estudos, pois muitos conteúdos não tiveram no curso regular.

Em 2004, quando foi criado o Mestrado Profissionalizante no Ensino de Física e Matemática, surgiu a oportunidade que faltava, pois o Mestrando poderia se aperfeiçoar nos conteúdos que julgava deficientes, melhorar seu desempenho como docente, assim como trocar experiências com colegas e professores que também atuam na área e sentiam os mesmos anseios.

2) FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas seções seguintes faremos uma breve exposição sobre os referenciais teóricos que nortearam este trabalho, baseados na teoria construtivista de Vigostky (1994), na aprendizagem significativa de Ausubel (1982) e na teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1993) relacionados com os anseios dos educadores na atualidade.

Na tentativa de implementar aulas embasadas em teorias construtivistas, onde o aluno torna-se um elemento ativo, descreve-se também o referencial teórico metodológico baseado na resolução de problemas que está intimamente relacionado com vários tópicos citados a partir dos referenciais teóricos deste trabalho.

2.1) Referencial Teórico: dos problemas atuais do Ensino de Física ao que buscamos nas Teorias de Aprendizagem

No desejo de suprir lacunas, para se obter uma maior aproximação com seu objetivo final de trabalho é que muitos educadores procuram, além de sanar dificuldades, pesquisar metodologias baseadas em teorias de aprendizagem. Algumas teorias são muito bem estabelecidas, como a teoria cognitivista de Vigostky (1994), teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1993) e a teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel (1982), as quais buscam um aprendizado mais eficaz. Desta forma, procura-se compreender como o aluno alcança o aprendizado e qual a melhor forma de atingir a maioria.

O desejo de todo educador é conseguir acolher e atingir a todos os educandos sem deixar falhas. Por outro lado, o comportamento humano e o meio em que cada educando

está envolvido não propiciam esta utopia, já que muitos de nós reagimos de forma diferente ao recebermos os mesmos estímulos (MOREIRA, 1983).

Em uma mesma família, no qual os filhos recebem a mesma educação, sabemos que cada um deles reage de forma diferente aos mesmos estímulos e situações. Analisando estas conjecturas é que Vergnaud (1993) menciona que um conceito deve ser abordado em diferentes situações para sua ampla apropriação, pois cada aluno pode assimilar uma lei física de modo diferente. Para Vergnaud (1993), um conceito se define com base em um conjunto de situações que lhe dão um sentido, o qual chamou de “referência”. As referências devem ser seguidas por um conjunto de invariantes que constituem suas propriedades chamadas de “significados” e de um conjunto de formas simbólicas que permitem suas representações também conhecidas como “significantes”.

Vergnaud propõe que o conhecimento poder ter função adaptadora, e um conceito terá sentido por meio de situações problema. Desta forma, para se entender e aprender algo é importante distinguir “conceito” de sua “representação”, como a distinção entre os significados conceituais e os sistemas de significantes que os especificam. Tendo em vista esta distinção e suas articulações, Vergnaud, citado em Moreira (2002) no livro “A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa nesta Área” propuseram sua “Teoria de Campos Conceituais”, que é intimamente correlacionada com resoluções de problemas colocando sempre simbolismo nas situações a serem estudadas. A teoria de Vergnaud tem fundamentação cognitivista, a qual permite uma abordagem para estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de situações complexas em que o aprendiz pode se deparar principalmente em temas de Ciências e, neste caso em particular, nas Ciências Físicas.

Por outro lado, os modos de percepção do aluno, quando não orientados, se convertem em pré-conceitos que podem não traduzir a realidade. Quando é este o caso, por estarem fortemente consolidados cognitivamente nos educandos, tornam-se uma barreira para um aprendizado coerente e baseado em leis que tem um suporte científico. Diversos estudos visam utilizar algumas pré-concepções provindas da vivência dos alunos e readaptá-las e/ou corrigi-las para que este consiga apropriar-se de conceitos concretos e corretos (MOREIRA, 1979).

Segundo as conjecturas construtivistas, como evidencia a teoria interacionista de Vigostky (1994), devemos considerar o envolvimento ativo do aluno, o respeito por parte do professor pelas idéias desenvolvidas pelo aluno, o entendimento de que a Ciência faz parte do nosso dia-a-dia e a orientação para que o aluno construa seus conceitos científicos em função de sua visão de mundo (MOREIRA,2002).

É também necessário que o educando tenha uma visão da aplicabilidade dos conhecimentos que irá adquirir. Dessa forma, a apropriação de um saber estará intimamente relacionada com o educando, tornando-o um ser socialmente ativo, comprometido e inserido no mundo das grandes mudanças sociais e tecnológicas, como é proposto pelos PCNs (BRASIL, 2000).

Vigostky (1994), em sua teoria cognitivista, deixa claro que a aprendizagem gera a atividade cognitiva definindo dois níveis de desenvolvimento. O primeiro é chamado de zona de desenvolvimento real que são as funções mentais que o aluno já possui bem desenvolvidas e torna-o independente. Já a segunda é a zona de desenvolvimento proximal que faz com que o aprendiz possa desenvolver algumas habilidades através, por exemplo, de resolução de problemas em colaboração com colegas, mesmo sem ter o desenvolvimento real naquele assunto específico (NETO e VALENTE, 2001)

Usando os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1983), podemos também entender quando o aluno pode atingi-la. Basta lembrar que, segundo Ausubel (1983) em Moreira (1999), a aprendizagem significativa é:

Um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária a um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 1999, p. 13)

Moreira (1999) também deixa claro que a aprendizagem significativa, como propõe Ausubel, deve contribuir para que o aluno seja capaz de realizar a diferenciação e a organização dos conhecimentos prévios, desta forma, estruturando seu próprio arranjo cognitivo.

Nosso aprendiz busca respostas rápidas, independentes da área do saber. Sabemos que o conhecimento que está disponível é prático e de fácil acesso, por este motivo, nos tornamos obsoletos em relação ao que os meios tecnológicos têm a oferecer. Para o real aprendizado da Física, com todos os seus conceitos e formulações, devemos, em primeiro lugar, nos perguntar se é isso que o nosso aluno de Ensino Médio de uma escola regular procura, e até que ponto a apropriação de uma parte do conteúdo proposto, será por ele utilizado no seu cotidiano, pois, como é citado por Ausubel (1983), a aprendizagem significativa só existe quando incorporado no seu cotidiano.

Desta forma, a aprendizagem é uma mudança relativamente estável num estado interno do organismo resultante de prática ou experiência anterior, que constitui condição necessária, mas não suficiente, para que o desempenho ocorra.

Portanto, à medida que o aluno é capaz de unir a teoria e a prática, falhas na construção do aprendizado serão dirimidas. Assim sendo, conceitos trazidos pelos alunos de forma errônea serão detectados e reorganizados de modo que a compreensão do mundo que os cerca, em termos de fenômenos físicos, seja entendida e até desmistificada.

Conseguir detectar estas falhas é um desafio, mas é também um primeiro passo para propiciar ao educando condições para que entenda e se aproprie dos conhecimentos científicos e da fenomenologia envolvida. Tornando, portanto, o educando um cidadão conhecedor das transformações histórico-sociais que ocorreram, das suas causas e da sua ocorrência no dia-a-dia, devido aos avanços da ciência e tecnologia.

Os pressupostos teóricos aqui definidos se ajustam cada qual com sua especificidade, aos objetivos deste trabalho, os quais se relacionam com a avaliação da metodologia de resolução de problemas em situações práticas do dia-a-dia do aluno para os temas de oscilações e ondas visando uma aprendizagem significativa.

2.2) Referencial Metodológico: o Método de Resolução de Problemas aliado aos Recursos Computacionais

Quando um tipo de problema é proposto, o que buscamos, além das respostas, são os caminhos que levam a elas. Um questionamento pode ter como caminho de solução, várias possibilidades, e essas devem ser exploradas pelo educando. Um problema deve ser rico em detalhes, que dêem desta forma, uma melhor qualidade de interpretação e conseqüentemente, sua resolução.

Para atingir uma aprendizagem significativa, como pressupõe a teoria de Ausubel (1983), previamente definida, o método de resolução de problemas pode ser um grande

aliado se os conceitos e seus referenciais forem explorados com grande riqueza. A utilização do método de resolução de problemas foi proposta e aplicada em diversos trabalhos, citamos aqui Carcavilla e Escudero (2004), Buteler et al. (2001), Costa e Moreira (1996), Costa e Moreira (1997)^a e Costa e Moreira (1997)^b que usam este referencial como ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Matemática. Este método visa tornar o aluno um agente ativo na construção do saber de forma crítica e inserida no meio em que vive tornando-o um agente modificador de idéias.

Cabe aqui salientar que um problema existe se diferentemente de um exercício comum, não possuiu um mecanismo imediato que nos leve à sua solução (POZO, 1998). O exercício comum tem como princípio a prática de conhecimentos já adquiridos, ou seja, o educando está apenas treinando habilidades e conhecimentos já obtidos.

Portanto, é este o grande desafio quando são colocados novos problemas a disposição dos educandos, pois, a grande maioria deles quer utilizar a mesma “receita” para resolvê-los, e dessa forma acabam obtendo insucessos e sentindo-se incapazes de solucionar novos desafios, os chamados exercícios comuns.

Não se pode determinar a priori se uma tarefa escolar pré-determinada, que disponibilizamos a um grupo de educandos, é um exercício ou um problema, já que cada um deles tem sua caminhada, experiência e conhecimentos prévios distintos, o que pode determinar que para uns seja apenas um processo automático (POZO, 1998) e para outros, “coisa de outro mundo”.

A idéia de se usar a abordagem resolução de problemas parte do princípio que o educando deve sentir-se incomodado com a situação, desafiado a adquirir novas habilidades e conhecimentos já que um problema requer a utilização estratégica de técnicas conhecidas, para aplicação em uma nova situação (POZO, 1998).

O exercício, diferentemente do problema, é àquele para o qual já existe, por parte do educando, uma seqüência de estratégias bem definidas que provêm da apropriação prévia de alguns conceitos. Convém destacar que para um novo conceito e/ou conhecimento ser adquirido são necessários, muitas vezes, uma carga de pré-requisitos, que nem sempre são comuns a todos. Buscam-se em todos os educandos, além do sucesso na resolução de problemas, uma compreensão das razões de sua ocorrência atribuindo um significado teórico/prático que lhe permita aplicá-lo a outras situações. Portanto,

“..., a avaliação da solução de problemas deve estar mais orientada para o processo de resolução seguido pelo aluno do que para o resultado obtido.”
(POZO, 1998)

Desta forma, este é um processo em que o educando deve “reavaliar”, reconstruir suas linhas de pensamentos, guiados por hipóteses e até orientados por outros modelos solucionando um novo problema, portanto, atingindo o objetivo principal da metodologia de resolução de problemas. Esta relação entre os modelos, científicos e do cotidiano, é a lacuna que a metodologia da solução de problemas deve preencher.

A resolução de problemas pode ser utilizada com problemas qualitativos e/ou quantitativos, ou seja, não é necessário que vincule apenas as questões analíticas, e que, portanto, envolveriam cálculos. Questionamentos que envolvem o dia-a-dia e o cotidiano do educando são questões interessantes de serem abordadas, pois permitem explorar conceitos físicos que muitas vezes são de difícil percepção.

Basicamente os problemas seguem uma subdivisão em que podem ser classificados como bem e mal definidos segundo Pozo (1998). Os problemas bem definidos são aqueles

que utilizam um algoritmo específico para sua resolução, de modo que haja uma única resposta. Por outro lado, os problemas mal definidos não necessitam de nenhum processo específico que determine um resultado final, sendo a resposta baseada, especificamente, na análise do problema.

Como resposta à resolução de um problema, o aluno deve empregar um conhecimento específico para a obtenção de um determinado resultado, que será comparado com as diversas respostas obtidas de modo que se determine qual o caminho que o educando utilizou na sua resolução. Grande parte dos estudos sobre resolução de problemas visa alcançar os processos (passos) envolvidos na resolução como, por exemplo, conceitos, leis e equações e o modo como foram concebidos.

Partindo-se da premissa que cada educando tem sua forma de pensar, cada um pode seguir passos diferenciados para resolver o mesmo problema. Por outro lado, o conhecimento conceitual dos fenômenos físicos envolvidos é condição necessária para o êxito na resolução de problemas que requerem dos alunos a ativação de diversos tipos de conhecimento, de procedimentos, de atitudes e motivações.

Considerando a resolução de problemas aplicada, paralelamente, com o uso do computador, observam-se a necessidade de aproximar o educando das tecnologias computacionais presentes no dia-a-dia (ARAÚJO e VEIT, 2004); como foi o caso, na década de 80, quando surgiram os primeiros softwares com aplicação para o ensino. Um exemplo muito utilizado foi a linguagem Logo (VALENTE, 1995) que por muito tempo “foi o único software educativo que permitia aos estudantes desenvolver atividades educacionais com o computador”.

Utilizando-se o computador como ferramenta educacional, a qual pode ser utilizada no método de resolução de problemas, podemos destacar várias modalidades:

- (i) Aquisição de dados utilizando softwares específicos de forma que experimentos tenham seus dados analisados e tabulados. Alguns trabalhos mencionam este caso específico como uma forma de realizar experimentos virtuais com grande interatividade (CHAMPAGNE et al., 1980; VEIT e TEODORO, 2002);
- (ii) Modelagem e simulação, onde um modelo é criado e seus resultados são comparados a outros que possuem parâmetros diferenciados. Desta forma, o aluno é incentivado a criar novos modelos e situações (RILEY, 1990; RIVED, 2006);
- (iii) Multimídia, a qual que tem a finalidade de associar a um texto, som e imagem, sendo que o aluno deve tomar decisões respeitando o seu entender sobre o assunto, conseqüentemente fazendo uso do grande estímulo atual da memória visual (SANTOS et al., 1996);
- (iv) Realidade virtual que proporciona a interação entre máquina e homem, no instante em que o aluno é parte integrante do ambiente virtual (HARASIM, 1995; PIRES e VEIT, 2006);
- (v) Internet que de forma dirigida pode levar o aluno a pesquisas mais aprofundadas devido a grande variedade de informações disponíveis.

Neste trabalho, especificamente, será utilizada a metodologia de resolução de problemas associada em muitos casos à utilização do computador, tornando a prática complementar à teoria de forma a maximizar o processo de ensino-aprendizagem. A utilização do computador está presente de forma a facilitar o envolvimento do aluno possibilitando a visualização do fenômeno (simulações), fato este que pode ser repetido diversas vezes, facilitando a compreensão dos fenômenos.

3) CARACTERÍSTICAS E TRABALHOS SOBRE OSCILAÇÕES E ONDAS NO ENSINO MÉDIO

Neste Capítulo serão inicialmente apresentadas as principais características de oscilações e ondas e a seguir alguns trabalhos que avaliaram a aplicação destes conteúdos, a partir de diferentes abordagens metodológicas no Ensino de Física para o Ensino Médio.

3.1) Principais Características de Oscilações e Ondas Abordadas no Ensino Médio

Quando tratamos de oscilações, no Ensino Médio, devido a sua complexidade, devemos enfatizar ao máximo suas características, que em geral são semelhantes ao movimento circular uniforme (MCU) e, então, introduzir suas aplicações e especificidades.

Podemos afirmar que uma oscilação em função do tempo é uma vibração e, portanto, uma onda é uma oscilação que depende tanto do espaço como do tempo. Uma onda é algo que tem uma extensão no espaço, como mostra a Figura 3.1 (HEWITT, 2002).

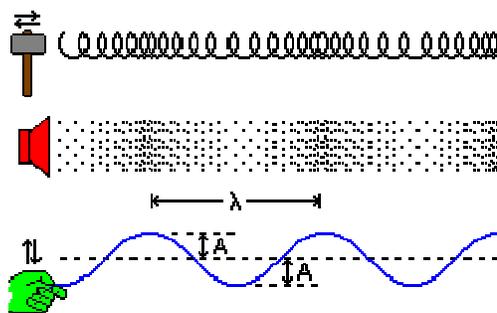


Figura 3.1: Ondas mecânicas sendo formadas, assim como suas características de comprimento de onda e amplitude.

Um movimento periódico e oscilatório que se repete no tempo, em torno de uma posição de equilíbrio é denominado movimento harmônico simples (MHS). O tempo para realizar uma oscilação completa é chamado de período e medido, no sistema internacional (SI), em segundos (s). Como exemplo do MHS, podemos citar um sistema massa-mola por um corpo preso a extremidade de uma mola, como mostra esquematicamente a Figura 3.2.

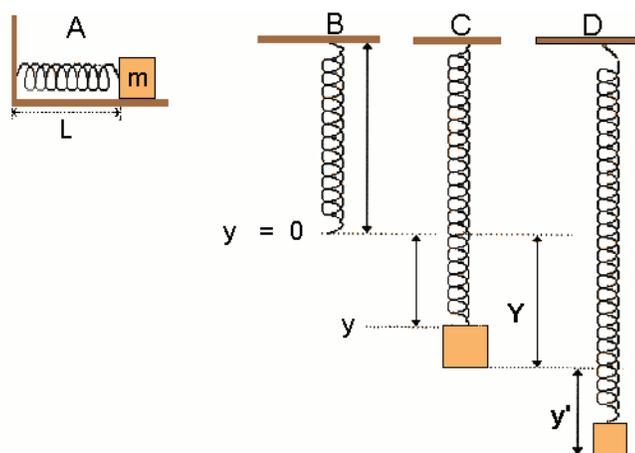


Figura 3.2: Esquema mostrando as principais características de um sistema massa/mola.

Para os corpos efetuarem movimento, em um sistema oscilatório, devem ser deslocados de sua posição de equilíbrio para, então, oscilarem em torno da mesma. A distância máxima em relação ao ponto de equilíbrio é chamada de amplitude e, uma vez retornando ao ponto inicial com as mesmas características de velocidade e aceleração, temos uma volta completa. O fator preponderante, inicialmente, é de que independentemente da amplitude, utilizando-se o mesmo sistema, o período não sofrerá modificações. Deve ficar claro que, com o aumento da distância em relação ao ponto fixo (amplitude), ocorrerá um aumento da

velocidade do corpo, e que é proporcional à amplitude, mas totalmente insignificante na determinação do período.

Temos ainda uma grandeza muito importante nos movimentos oscilatórios, denominada frequência que é inversamente proporcional ao período e indica quantas oscilações completas são efetuadas em uma unidade de tempo, sendo sua unidade no SI o Hertz (Hz). Além disto, temos as diferentes formas de energia associadas ao movimento assim como suas leis de conservação.

Fazendo uma breve análise do movimento acima descrito, podemos notar que o educando deve ter uma bagagem de pré-requisitos que envolvem o conhecimento do MCU, energias e sua conservação. Usualmente pode-se introduzir os conceitos de MHS como uma derivação do MCU, ou seja, visto de outro referencial fazendo-se o desenvolvimento de suas equações específicas utilizando a trigonometria, o que já deve ser um conhecimento prévio.

Paralelamente, no estudo de ondas é necessário iniciar com seu comportamento a partir da propagação, sem deslocamento de massa, assim como sua diferenciação quanto à sua natureza, propagação e vibração. É fundamental a diferenciação entre os tipos de ondas mecânicas e eletromagnéticas, mesmo que o aluno não tenha conhecimento de eletromagnetismo, suas características e seu comportamento com relação aos seus fenômenos. Como fenômenos convêm citar: reflexão, refração, difração, interferência, polarização, ressonância, etc. Estes fenômenos ondulatórios são abordados no Ensino Médio de forma a utilizar sempre a luz (onda eletromagnética) e o som (onda mecânica) como forma de diferenciá-los.

3.2) Trabalhos sobre Oscilações e Ondas no Ensino Médio

De modo geral, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos na área de Ensino de Física visando a aprendizagem significativa em temas associados ao Ensino Fundamental e Médio.

Araújo e Abib (2003) realizaram um levantamento bibliográfico dos principais trabalhos na área de Ensino de Física compreendidos entre 1992 e 2001 em revistas brasileiras especializadas na área de Ensino de Física, como: Revista Brasileira de Ensino de Física, Física na Escola e Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Os autores mostraram que existe uma grande variedade de estudos envolvendo atividades experimentais e também trabalhos relacionados com resolução de problemas em Física, classificados em: ênfase matemática, grau de direcionamento, uso de novas tecnologias, cotidiano e montagem de equipamentos. Todas estas ênfases buscam um mesmo fim, que é o envolvimento do aluno na busca pela aprendizagem. Neste trabalho observamos também que os autores identificaram apenas três (03) trabalhos tratando especificamente sobre oscilações (ondulatória) representando um percentual de 3,3% dos trabalhos publicados no período considerado.

Trabalhos que aproximam o educando dos conceitos de ondas também foram desenvolvidos. Kandus e colaboradores (2006) apresentaram uma breve discussão sobre a propagação de ondas mecânicas em meios elásticos, em particular ao longo de cordas e no ar. Os autores relacionam os princípios básicos da propagação de ondas com o

funcionamento de instrumentos musicais, tomando como exemplo o berimbau, um instrumento típico do brasileiro.

Da mesma forma, as propriedades de ondas sonoras foram apresentadas para alunos do Ensino Médio, por meio da utilização de um software computacional, onde é possível verificar as relações de frequências numa escala musical e o efeito do batimento, através de análise matemática e a reprodução sonora via computador. Estes parâmetros foram modelados matematicamente de forma simplificada, tomando-se base de uma onda sonora padrão, cujos parâmetros associados foram obtidos experimentalmente aproximando os conceitos físicos com o cotidiano do aluno (BLEICHER et al., 2002).

Da Silva e colaboradores (2004) também enfatizam a importância da experimentação na compreensão dos fenômenos físicos relacionados com interferência de ondas sonoras, denominado batimento. Os autores apresentam algumas alternativas para a realização de experimentos com este tema, bem como suas limitações. Através de um software desenvolvido especificamente para este experimento os autores observaram, qualitativamente, um grande envolvimento dos alunos com o tema considerado.

Por meio do levantamento bibliográfico realizado nesta Dissertação, observamos que não existem trabalhos os quais fazem uso do método de resolução de problemas associado ao tema de oscilações e ondas usando o computador como facilitar no processo de ensino-aprendizagem (ARAÚJO e ABIB, 2003). Observamos que em alguns trabalhos, como citado anteriormente, desenvolvem-se textos e estratégias de ensino relacionado com cadernos didáticos, simulações envolvendo fenômenos ondulatórios e pesquisas que envolvem o estudo da ondulatória, mas em nível de terceiro grau ou em algum tema

específico (DA SILVA et al., 2004; KANDUS et al., 2006; BLEICHER et al., 2002). Acredita-se que, por se tratar de um largo espectro de aplicações desta fenomenologia, assim como a sua alta complexidade de compreensão é que não há, no Ensino Médio uma grande exploração desse tópico com abordagens metodológicas alternativas. Por outro lado, este tema tem inúmeras aplicações no dia-a-dia dos alunos o que torna muito interessante sua abordagem por meio da resolução de problemas (POZO, 1998).

4) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho apresenta um relato de experiência de um estudo de caso observacional onde os dados analisados são avaliados de forma qualitativa em que o método de resolução de problemas será desenvolvido por meio da utilização de computador nos temas de oscilações e ondas.

A seguir apresentaremos as principais considerações sobre o local da pesquisa, a metodologia utilizada, uma breve descrição das atividades desenvolvidas em sala de aula e os principais instrumentos de avaliação empregados neste trabalho.

4.1) Local de Desenvolvimento da Pesquisa

O relato de experiência deste trabalho foi desenvolvido a partir de dados obtidos da Escola de Ensino Médio do Colégio Franciscano Sant'Anna da cidade de Santa Maria-RS onde o Mestrando Harnye Del Nero é Professor. A Escola é privada com aproximadamente 560 alunos, no Ensino Médio, possuindo dois (02) laboratórios de informática e um (01) laboratório de Ensino de Física. Nesta Escola existe um grande incentivo para o aperfeiçoamento profissional de seu corpo docente, o que ajudou em grande parte o mestrando a realizar este trabalho.

A aplicação dos módulos didáticos, para o posterior relato da experiência, foi feita com todos os alunos de quatro (04) turmas da Segunda Série do Ensino Médio da Escola. Estas turmas se caracterizam por alunos de classe média, sendo que a maioria dos alunos tem acesso a computadores e Internet em sua própria residência. Trabalhou-se com uma

média de 39 alunos por turma totalizando uma amostragem de 156 alunos. A Escola disponibilizou um laboratório de informática com 20 computadores com acesso a intranet e Internet, conforme mostra a foto da Figura 4.1.



Figura 4.1. Foto dos alunos realizando as atividades propostas neste trabalho na Escola de Ensino Médio Sant'Anna de Santa Maria – RS.

Desta forma, a partir de um ambiente agradável e propício para a aprendizagem, procuramos aplicar e avaliar o método de resolução de problemas usando o computador como facilitador em conceitos de oscilações e ondas.

4.2) Metodologia de Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho foram seguidas as seguintes etapas:

Etapa I: Inicialmente o professor elaborou um plano de aula para o desenvolvimento do conteúdo em sala de aula de oscilações e ondas, juntamente com situações para a resolução de problemas em temas do dia-a-dia do aluno, conforme apresentado no Anexo I.

Etapa II: Posteriormente o professor desenvolveu os conteúdos compreendendo os temas de oscilações e ondas de forma tradicional com aula expositiva e participativa. Paralelamente, o professor procurou mostrar ao educando onde estes temas estão inseridos no seu cotidiano, para que, desta forma, possibilitasse as relações entre seu conhecimento (pré-concepções) e o conhecimento científico.

Em alguns casos, foram utilizados materiais como barbantes, copos de iogurte borrachas, bacia com água, para demonstrar algumas características da ondulatória em geral em demonstrações experimentais em sala de aula.

Etapa III: Após a exposição dos conteúdos o professor aplicou, de forma inédita nestas turmas, alguns questionários com situações problemas do dia-a-dia do aluno para que o educando resolvesse-os agregando aos conhecimentos previamente expostos. A resolução destas questões foi também associada aos módulos didáticos virtuais para Ensino de Física disponíveis em repositórios como o da Rede Interativa Virtual de Educação a Distância (RIVED, 2006) do Ministério da Educação e Cultura (MEC) e também presentes nos trabalhos de Da Silva e Veit (2006), entre outros. Desta forma, no laboratório de Informática, os alunos puderam avaliar alguns problemas por meio das interações com objetos de aprendizagem virtuais e situações problemas do seu dia-a-dia.

Para a metodologia adotada, foi utilizada uma hora aula em cada uma das quatro (04) turmas para a aplicação do questionário, fornecimento dos sites, endereço para envio das respostas e conclusões. O objetivo era que o aluno utilizasse a Internet e os módulos de aprendizagem virtuais como ferramentas para auxílio na resolução de problemas, bem

como despertar o interesse para outras formas de consulta e até visualizações (no caso de simulações).

Etapa IV: Finalmente, na última etapa deste trabalho, foram avaliadas as respostas referentes às questões desenvolvidas pelos alunos, os quais fizeram uso do correio eletrônico (e-mail) para apresentar seus resultados. A análise da aplicação do método de resolução de problemas foi feita por meio de apreciações dos questionários e das soluções para os problemas que os alunos apresentaram. O professor, ao mesmo tempo, analisou as dificuldades e facilidades da aplicação desta metodologia em sala de aula no Ensino Médio apresentando também seu depoimento.

A análise observacional e qualitativa realizada pelo professor, a partir dos dados coletados, está apresentada no Capítulo sobre Discussões e Resultados e é baseada em um relato de experiência.

4.3) Descrição das Atividades Didáticas Desenvolvidas

Podemos destacar as principais atividades didáticas desenvolvidas com os alunos das quatro (04) turmas do Ensino Médio da Escola Sant'Anna no ano de 2006. Denominaremos as turmas da Segunda Série do Ensino Médio de A, B, C e D.

Foram inicialmente trabalhados os conceitos de oscilações e ondas, utilizando os recursos básicos tradicionais como a aula expositiva com exemplos e o auxílio de materiais disponíveis como uma corda ou bacia com água (experimentos em sala de aula). Para uma representação de um pêndulo foram utilizados dois barbantes e duas borrachas, não extensíveis, de tamanhos diferentes para demonstração dos seus comportamentos.

As atividades propostas para ondas requerem o domínio conceitual de alguns fenômenos ondulatórios como refração, ressonância, interferência e qualidades fisiológicas do som, efeito Doppler e os tipos de vibrações das ondas. As quatro (04) turmas foram submetidas às questões problemas, e estimuladas a resolvê-los a partir de sites previamente selecionados pelo professor que apresentavam simulações que envolviam os conceitos e as características das ondas e oscilações.

Ressaltamos que os sites recomendados aos alunos para consulta são constituídos por seções com simulações, textos multimídia explicativos, vídeos de experimentos e casos reais incluindo os seguintes temas de oscilações e ondas:

- movimento harmônico simples;
- tipos de ondas: para diferenciar os tipos de ondas, será dada preferência pela observação de fenômenos, como por exemplo, a propagação das oscilações de uma mola comprimida e distendida;
- elementos de uma onda: para a representação dos fenômenos serão enfocados os elementos que as compõem;
- fenômenos ondulatórios: nesse item são relacionados os fenômenos e suas conseqüências, como, por exemplo, a queda da ponte de Tacoma;
- espectro eletromagnético: nesse item são comparados os aparelhos que fazem parte de nosso cotidiano e suas faixas de operação quanto ao espectro eletromagnético

No Anexo I apresentamos o plano de aula com um resumo das atividades didáticas desenvolvidas, bem como as questões/problemas apresentados em cada seção e as fontes de consulta.

4.4) Coleta de Informações: Instrumentos

O procedimento utilizado para verificação da proposta de trabalho consistiu em disponibilizar os dados em sala de aula, os problemas, as páginas e os sites a serem consultados. As respostas foram enviadas via correio eletrônico, onde deveriam constar todos os dados de identificação do aluno e turma.

No decorrer das tarefas ocorreram imprevistos, que em alguns casos, foram benéficos para o aprendizado em situações em que os computadores tiveram problemas técnicos, mas, de qualquer forma, a coleta de dados não foi comprometida.

Também existiram sete (07) casos de alunos que entregaram a tarefa de forma manuscrita, pois alegaram não possuir endereço eletrônico ou acharam mais simples respondê-las a próprio punho, visto que não foi possível terminar as atividades no período de aula apenas e muitos dos problemas foram terminados em casa, pois como já foi mencionado praticamente todos os alunos possuem computador e acesso à internet em sua própria casa.

Em uma determinada turma três (03) alunos não fizeram questão de entregar a tarefa, pois, não refletiria em seu aproveitamento, segundo a opinião dos mesmos.

5) RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo apresentaremos os principais resultados decorrentes da aplicação da metodologia de resolução de problemas associada aos temas de oscilações e ondas. Durante a aplicação do módulo didático com os questionários, quatro (04) turmas denominadas de A, B, C e D foram submetidas às aulas teóricas e expositivas e a seguir foram estimuladas a resolver os problemas propostos pelo professor. Para resolução destes problemas, estes alunos fizeram uso de textos multimídias, simulações e textos previamente selecionados e presentes na Internet.

Faremos agora um relato sobre os principais resultados obtidos a partir da aplicação desta metodologia para cada uma das turmas avaliadas referente ao Segundo Ano do Ensino Médio da Escola Sant'Anna de Santa Maria –RS.

5.1) Resultados Obtidos - Turma A

Desenvolvimento das Atividades

A turma A possuía 41 alunos e nesta turma foi aplicado objeto de aprendizagem presente no RIVED (2006) que possui cinco (05) atividades que tratam sobre concepções de ondas onde o aluno deve seguir as instruções, e de acordo com seu conhecimento deverá distinguir ondas mecânicas e eletromagnéticas, além de saber diferenciar expressões que se referem às ondas e suas aplicações no dia-a-dia. Além disto, o aluno deveria responder a questões problema sobre este objeto e sobre o pêndulo simples, as quais estão relacionadas com o dia-a-dia do aluno.

A Figura 5.1 apresenta a tarefa da primeira atividade do objeto de aprendizagem sobre ondas. Neste caso o aluno deveria escolher entre as palavras que apareciam no monitor e selecionar aquelas que faziam sentido com relação às propriedades de ondas. Após a tabela mostrava um comparativo entre as palavras selecionadas (aluno) e as palavras corretas (de um especialista), com isso os alunos obteriam as repostas que o fariam rever as expressões com as quais deveriam ter maior cuidado, na hora de aplicá-las.

Das palavras que você selecionou e das que não selecionou, observe o que difere a sua lista da de um especialista. Veja se consegue entender o porquê das diferenças.

suas palavras	palavras de um especialista
radar	radar
cor	cor
sonor	rádio
Hertz	Hertz
luz	luz
onda	microondas
microondas	raio-X



Figura 5.1.: Tela presente em uma das atividades sobre ondas presente no repositório do RIVED (2006).

Em uma segunda atividade de simulação aplicada nesta turma, o aluno estaria em contato com fenômenos naturais como o relâmpago e o trovão. Neste caso o aluno se depara com os dois tipos de ondas quanto à sua natureza (sonora e eletromagnética) e de acordo com suas características deverá diferenciá-las. A Figura 5.2 apresenta a tela principal sobre esta atividade do relâmpago e o trovão.

Nesta atividade o aluno deve fazer a diferenciação entre as ondas mecânicas (som) e as eletromagnéticas (luz), onde primeiramente o aluno observa a luz e somente após um intervalo de tempo (6 segundos) consegue ouvir o som. Isso é feito primeiramente de forma observacional e em um segundo momento é trabalhado em termos do tempo e da velocidade de propagação, que são fatores de diferenciação entre ambas. Após essa ponderação o aluno é levado a calcular a distância entre os personagens e a posição onde houve a emissão do raio. Nesta atividade o aluno deveria ter o conhecimento prévio da diferença entre as velocidades da luz e do som. Observando, desta forma, a diferença entre ondas eletromagnética e mecânica a partir de exemplos práticos do seu dia-a-dia.



Figura 5.2.: Tela da atividade: o relâmpago e o trovão, presente em uma das atividades sobre ondas presente no repositório do RIVED (2006).

Em uma terceira atividade presente no material sobre ondas do RIVED (2006), o tema principal é uma “Torcida” onde o aluno deve avaliar características como

comprimento de onda, frequência e período, e nesse caso deverá ser capaz de diferenciar estes elementos. A Figura 5.3 apresenta o esquema desta atividade a partir do movimento de uma torcida.

Nesta atividade o aluno deve observar o comportamento de uma onda, a partir do movimento ordenado dos torcedores, e identificar elementos comuns na propagação de uma onda. É possível fazer os torcedores sumirem, e ficarão apenas os pontos de uma onda, que indicam suas cristas e depressões, assim como, os seus comportamentos no instante em que há propagação da onda.

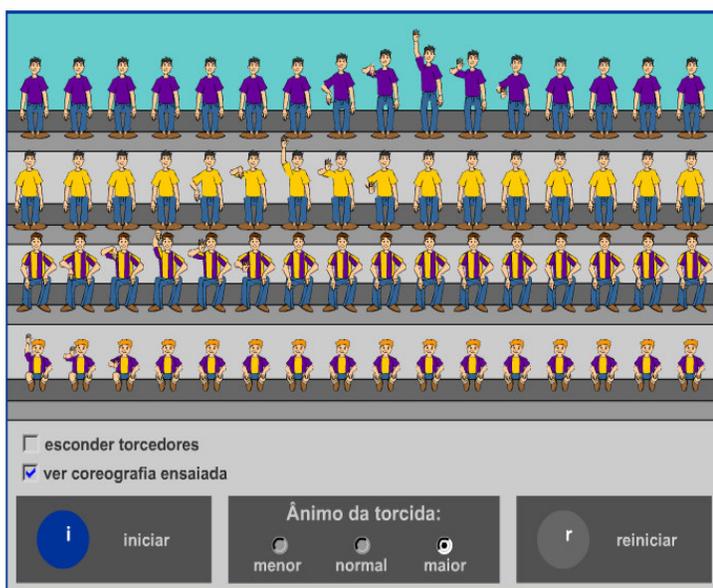


Figura 5.3: Tela sobre a atividade “torcida” em ondas do RIVED (2006).

Em uma quarta atividade o aluno usará o exemplo de funcionamento de um “radar” para entender o comportamento de ondas eletromagnéticas (Figura 5.4). Neste caso, a situação mostra a aproximação de uma aeronave, e um radar emitindo ondas com uma determinada frequência, as quais são refletidas. É avaliada a noção de distância em que

se encontra uma aeronave em função da velocidade de propagação de uma onda eletromagnética, assim como as características da reflexão.

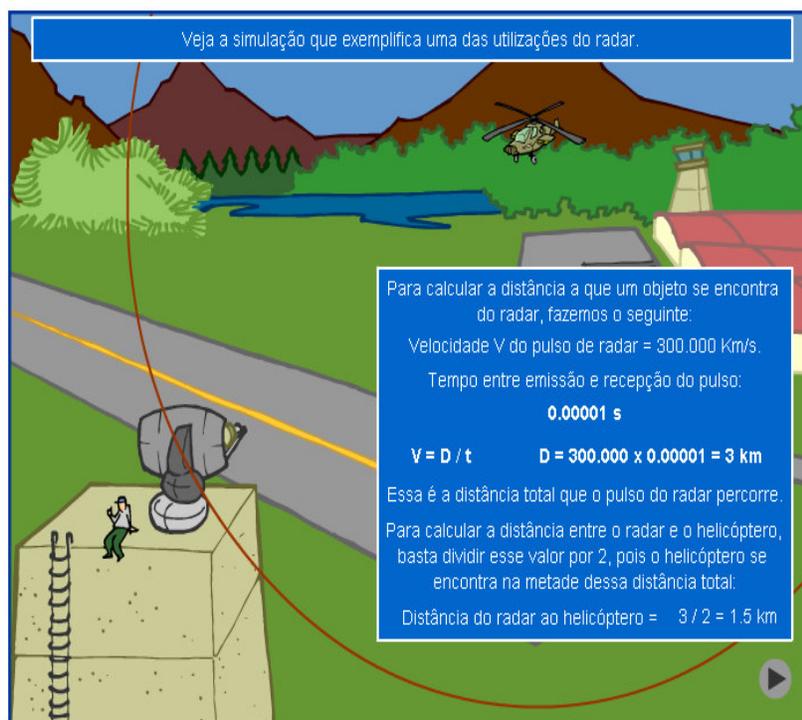


Figura 5.4.: Atividade do RIVED (2006) sobre o “radar”.

E, finalmente, na última atividade sobre “localização e comunicação” presente no objeto de aprendizagem do RIVED, o aluno é levado, por meio de instruções, a comunicar-se e localizar-se por meio do seu conhecimento em ondas já trabalhando nas atividades anteriores.

Esta última atividade é uma das mais complexas, pois o aluno deve conhecer os tipos de ondas, seus comportamentos, assim como saber diferenciar seu espectro avaliando

o que é um receptor ou um emissor de ondas eletromagnéticas. Se não houvesse êxito o aluno não conseguiria avançar na atividade proposta e deveria fazer nova tentativa até que obtivesse sucesso. Em todas as atividades propostas os alunos deveriam descrever as atividades realizadas, assim como falar sobre ao que cada uma se referia, por exemplo, a diferenciação dos tipos de ondas e suas características em cada uma das atividades propostas.



Figura 5.5.: Atividade sobre “localização e comunicação” (RIVED, 2006).

Nesta mesma turma A também avaliamos os temas de oscilações usando uma simulação interativa com um pêndulo (http://www.walter-fendt.de/ph11br/pendulum_br.htm), como mostra a Figura 5.6.

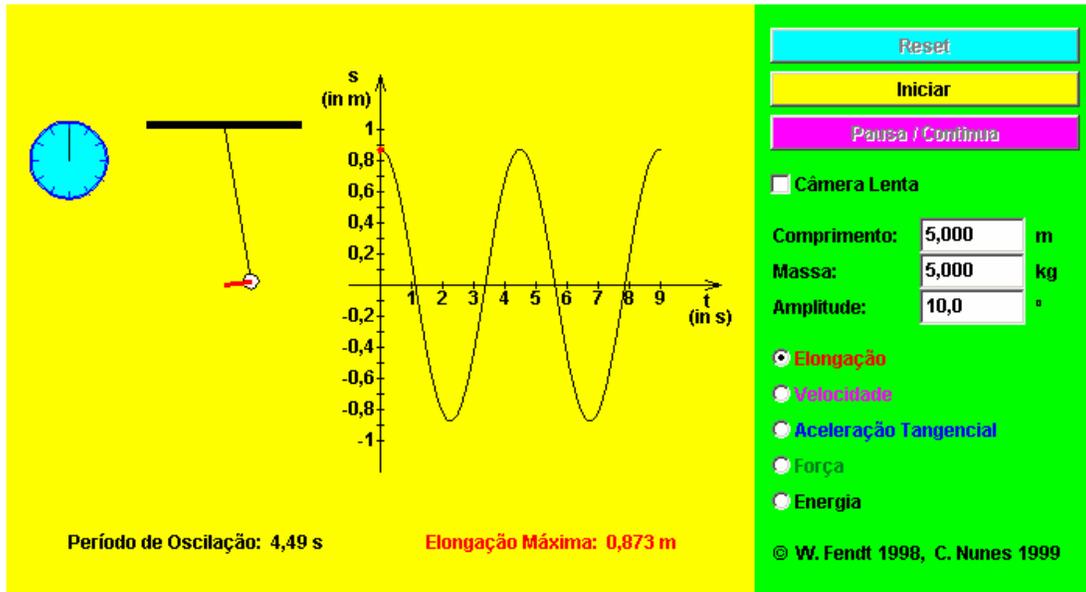


Figura 5.6.: Atividade sobre o pêndulo. In: http://www.walter-fendt.de/ph11br/pendulum_br.htm

Neste caso o aluno pode modificar os elementos como comprimento, massa e ângulo de oscilação e a partir da análise direta do experimento virtual deve responder às seguintes questões problemas:

Questão 1: Que característica do pêndulo, o torna útil em um relógio?

Questão 2: O que é o período de um pêndulo?

Questão 3: Observe as mudanças que ocorrem ao variar massa, comprimento do fio e no ângulo inicial de oscilação.

Questão 4: A agulha de uma máquina de costura tem alguma relação com o pêndulo? Quais são? Comente e compare.

Algumas questões foram baseadas no livro “Física Conceitual”, Paul G. Hewitt (2002) ou construídas a partir da observação do pêndulo simples na simulação.

Avaliação das Atividades

Apresentamos agora os principais resultados obtidos a partir da aplicação do método de resolução de problemas com o uso do módulo didático sobre Ondas (RIVED, 2006) e sobre a simulação com o pêndulo simples com as questões relacionadas com as situações problemas do dia-a-dia.

As atividades sobre Ondas se caracterizam por serem totalmente interativas e apresentaram características bem definidas quanto à dificuldade de interpretação de alguns resultados. Na terceira atividade apresentada (Figura 5.3) o aluno poderia variar a característica das ondas, constituídas, por personagens numa torcida. Neste caso eram enfocadas a sua frequência, período e velocidade. Nesse item por não haver nenhuma explicação a respeito, muitos alunos se reportaram de modo a manifestar a falta do que analisar, provando que o aluno deve ser sempre motivado por meio de um estímulo.

As demais atividades, pelo fato de serem totalmente explicativas quanto aos procedimentos a serem efetuados, tiveram um êxito maior no sentido que não houve dúvidas no procedimento a ser seguido. A grande dificuldade encontrada nas outras atividades foi quanto à aplicação conceitual dos fenômenos físicos envolvidos, assim como, seu entendimento teórico para discernimento dos tipos de ondas. O maior índice de repetições desses exercícios ocorreu no segundo item que necessitava fazer cálculos para que se pudesse avançar na atividade. Neste caso o aluno teria que observar a diferença das ondas sonoras e eletromagnéticas e sua velocidade de propagação no ar, pois era feito um comparativo na percepção de um relâmpago e o trovão, já que os dois são produzidos ao mesmo tempo, mas propagam-se com diferentes velocidades. Este exemplo estimulou os

alunos, já que eles lembraram das situações de trovoadas do dia-a-dia através do estudo deste problema.

Na segunda etapa, nesta turma A, foram avaliadas as respostas a respeito do pêndulo simples. Neste caso, houve um equilíbrio das respostas aos questionamentos com relação à dificuldade de resolução. Em duas delas era necessário o conhecimento de oscilações para sua aplicação em pêndulo e em um relógio, assim como a comparação do movimento de uma agulha de uma máquina de costura. Muitos alunos desconheciam o funcionamento de uma máquina de costura e, portanto, colocaram sua dificuldade em responder essa questão. Outros, pelo fato de apenas saberem da existência do relógio de pêndulo, mas nunca de terem contato com um, propuseram uma resposta baseada em uma comparação com as características de um pêndulo.

Mesmo com a utilização de uma simulação que mostra as variáveis presentes em um pêndulo e de objetos (relógio e máquina de costura) que fazem usos destes fenômenos, muitos alunos não conseguiram fazer a conexão do conhecimento que julgavam compreendidos. Portanto, neste caso, a resolução de problemas utilizando máquinas, supostamente conhecidas, não atingiu seus objetivos, pois, para muitos alunos, não faziam parte do seu cotidiano, e este foi um fator que os impediu de fazer uma análise dos seus comportamentos. Desta forma, como há sempre uma busca para que haja uma intervenção do aluno no que ocorre ao seu redor, então podemos afirmar que a aprendizagem ocorrerá se este conseguir transpor o conhecimento para outras situações e para a sua vivência diária, como propôs Ausubel (1982). Por outro lado, temos uma lacuna nesta informação, pois está sendo comprovado que alguns alunos não conseguem ver a aplicação de um conceito no todo, mas somente fragmentado e, conseqüentemente, relacionado a alguns exemplos, e com isso limitando a sua aplicação. Foi notado que destes alunos, nenhum

buscou conhecer uma máquina de costura ou um relógio de pêndulo, para que desta forma pudesse responder ao problema.

5.2) Resultados Obtidos - Turma B

Desenvolvimento das Atividades

A turma B era constituída de 35 alunos. Estes alunos tiveram a mesma abordagem com relação aos conteúdos dados em sala de aula para a turma A, apenas tiveram que responder a outros problemas, e como agente facilitador, foram utilizados outros sites (páginas), disponíveis na internet.

As questões aplicadas nesta turma foram relacionadas com ao efeito Doppler, ressonância e fenômenos ondulatórios. Os alunos foram estimulados a responder as questões a partir da pesquisa em páginas com experimentos virtuais, textos multimídias e simulações, presentes nos sites abaixo:

- www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/ondas/ - apresenta as propriedades de ondas mecânicas;
- www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html – apresenta diversas simulações para oscilações e ondas;
- br.geocities.com/saladefisica3/laboratorio.htm – apresenta textos e simulações sobre ondas e som.
- http://www.terra.com.br/fisicanet/cursos/efeitodoppler/efeitodoppler-som_java.html – apresenta uma simulação sobre o efeito Doppler.

- <http://www.cglapocatiere.qc.ca/techno/video-physique.htm> - vídeo com o acidente na ponte de Tacoma-EUA – fenômeno da ressonância.

O aluno poderia utilizar estes sites previamente selecionados pelo professor como elemento adicional de busca de forma a responder às seguintes questões:

Questão 1- Baseado no acidente ocorrido na ponte de Tacoma nos EUA é provável que o fenômeno de ressonância ocorra com qualquer material? Justifique e dê outros exemplos.

Questão 2- Se você disparar uma bala através de um bloco de madeira, ela será desacelerada e quando sair do outro lado sua velocidade será menor que a velocidade com que entrou. Analogamente a luz também é desacelerada ao passar por um bloco de vidro. Ao sair do outro lado (a luz) o que ocorrerá com sua velocidade? Qual o fenômeno ocorrido? Quais as características que variam? Justifique.

Questão 3- O ser humano não consegue escutar sons de 100 kHz e 102 kHz. Se você caminhar numa sala onde existem duas fontes que estão emitindo simultaneamente 100 kHz e 102 kHz, respectivamente, você escutará um som? Por que não ouvimos o som acima de 20 kHz? Como são classificados esses sons? Qual a vantagem de não ouvirmos esse som?

Questão 4- O que significa efeito Doppler? O efeito Doppler pode ser observado em ondas longitudinais, em transversais ou em ambas? Exemplifique e justifique.

Questão 5- No efeito Doppler a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a velocidade?

Questão 6- Os itens relacionados nos sites podem, de alguma forma, auxiliar a compreensão de algum conceito ou somente servem para visualização sem ser possível entender o conceito do fenômeno envolvido?

As questões basearam-se em textos do livro “Física Conceitual”, Paul G. Hewitt (2002) e nos sites recomendados para os alunos.

Avaliação das Atividades

A partir da aplicação dos questionários na turma denominada B, observamos, de modo geral, uma grande dificuldade quando o aluno deve extrapolar o conhecimento supostamente adquirido. Percebe-se uma falta de interpretação do significado físico que deve ser transposto a uma nova situação problema. Pois, a grande maioria dos alunos necessita visualizar o fenômeno para uma maior compreensão acerca de assunto, já que muitos não conseguem “imaginar” como um fenômeno ocorre, ou seja, não é possível para muitos abstrair os conceitos implícitos. Então, a ferramenta visual não garante de forma alguma êxito total na formulação dos conceitos e respostas por parte do educando, mas pode ajudar muito na busca de uma explicação que seja plausível ou aceitável na descrição de um fenômeno, ou como ele se comporta quando associado a outros fatores.

A partir da avaliação das respostas dadas pelos alunos nas questões sugeridas, observamos que:

- para o aluno se um evento não pode ocorrer separadamente, dois deles juntos, associados a um fenômeno específico também não ocorrerão, de acordo com as respostas obtidas, no caso dos sons com frequências não audíveis.

- é de grande valia a simulação, visualização e até mesmo a interação, mas antes de tudo o aluno deve passar por uma aula teórica inicial, que dará um primeiro embasamento.

É notório que muitos alunos tiveram respostas que não condiziam com o seu perfil, ou seja, buscaram em outras pessoas (experientes) as suas respostas. Isso pode ser comprovado tomando como modelo o tipo de linguagem adotada nas respostas, comparada ao perfil do aluno durante o ano letivo.

Na última questão abordada, a qual buscava que os alunos expressassem até que ponto esse método foi válido, partindo das dificuldades individuais, houve um grande número de alunos que aprovaram o modo como foi conduzido o estudo. Mas, estes mesmos alunos, dizem não se sentirem à vontade para utilizar esse método se não houver primeiramente uma introdução, por parte do professor, ao assunto desejado, pois são muitas informações que somente uma simulação e sua explicação não são de forma alguma suficientes para a execução da tarefa.

Destaca-se abaixo uma das respostas sobre a questão 6 em relação à eficiência para o aluno da utilização desse método:

“Acredito que os sites demonstram os fenômenos melhor do que explicam. A visualização ajuda a compreender é claro que nada substitui a explicação dada pelo professor em aula. Os sites seriam como uma complementação dos estudos em aula, o aluno que tem certa dificuldade de imaginar tem chances de entender na Internet nos sites adequados. Esse trabalho ajudou-me a entender melhor o conteúdo, principalmente o segundo site, com muitas demonstrações”.

Por outro lado, alguns alunos que não se sentiram confortáveis com a situação de ter que buscar numa página da internet respostas para questionamentos, pois julgaram já ter todo o conhecimento necessário para abordar os problemas propostos:

“ Eu achei que os sites não ajudaram em nada, até porque eles demoraram para abrir e a maioria das coisas tive que fazer por outras buscas então não ajudou mesmo. E, para mim, a visualização não se torna muito importante a partir do momento que tenho a teoria bem definida”.

Esse trabalho ilustra a opinião de um aluno que na sua perspectiva não há necessidade de outra metodologia para que haja, por sua parte, entendimento do conteúdo e suas relações. Em termos gerais, nessa turma podemos separar três grupos distintos de alunos, quanto às respostas apresentadas:

- os que realmente resolveram os problemas, independente das dificuldades e percentual de acertos, utilizando-se apenas das questões fornecidas e o conhecimento prévio;
- os que pediram auxílio para alguém experiente no assunto para resolver os problemas;
- os que resolveram as questões/problemas utilizando, em parte, o material recomendado e outras fontes de consulta.

Podemos observar que no decorrer do processo, os alunos que fizeram parte do segundo caso citado acima são aqueles, que no decorrer do ano letivo, demonstraram pouco aproveitamento e interesse e, tampouco, procuravam sanar possíveis dúvidas. Os demais alunos, até os que buscaram outras fontes de consulta, de modo geral, sempre

demonstraram um maior comprometimento com a proposta, até com o simples fato de que se a resposta via correio eletrônico havia chegado.

Sabemos que cada turma tem suas características bem definidas e o que é significativo para uns, não gera nenhum interesse para outros. Na tentativa de despertar a curiosidade e o interesse por uma nova forma de resolver problemas, é que muitos se lançam na busca e na interação com as ferramentas disponíveis para tal aperfeiçoamento.

Nesta turma percebemos que houve uma maior preocupação na resolução dos problemas selecionados em relação à turma A. Este fato se deve, em parte, ao valor atribuído a tarefa, que nessa turma teve um valor de um (1,0), na média do quarto (4º) e último bimestre letivo na disciplina de Física. A princípio isso pode ser irrelevante, mas considerando que o sistema de avaliação adotado na Escola, prevê que o aluno alcance média final sete (7,0), no último bimestre, um ponto é algo considerável que não podemos deixar de mencionar. É um fator estimulante, pois na Escola a nota do aluno não está associada com um somatório de notas anteriores, pois segundo os critérios adotados o aluno deve ser consciente de seu desenvolvimento como ser humano e, portanto atuante, diretamente no seu crescimento respeitando seus limites de aprendizado.

5.3) Resultados Obtidos - Turma C

Desenvolvimento das Atividades

A turma C era constituída por 36 alunos. Estes alunos tiveram a mesma abordagem com relação aos conteúdos dados em sala de aula para a turma A e B, mas tiveram que

responder a outras questões/problemas, e como agente facilitador, foram utilizados os mesmos sites disponíveis na internet disponibilizados para a turmas A.

Nessa turma, o aluno, por meio da busca de informações no site recomendado ou de textos complementares, deveria responder aos problemas, os quais estão divididos em teóricos e questões envolvendo equações matemática:

Questão 1- Quando você ouve rádio, por que você só escuta uma estação de cada vez ao em vez de todas simultaneamente? Explique utilizando os elementos da física.

Questão 2- Se uma onda sonora e uma onda eletromagnética possuem a mesma frequência qual delas terá o maior comprimento de onda? Considere o ar como meio de propagação. Justifique com cálculo e argumente os resultados obtidos.

Questão 3- O meio em que se propaga uma onda move-se junto com ela? Justifique e dê exemplos do seu dia-a-dia.

Questão 4- Se reproduzirmos um som instrumental dentro e fora d'água em qual dos casos o comprimento de onda seria maior? O que difere nos dois casos em relação aos elementos da Física?

Questão 5- O ser humano não consegue escutar sons de 102 kHz e 100 kHz. Mas, se você caminha numa sala onde existem duas fontes que emitem simultaneamente estas duas frequências, será possível escutar algum som? Justifique com base nos fenômenos sonoros.

Questão 6- No efeito Doppler a frequência, o comprimento de onda e a velocidade se alteram? Explique como é possível a alteração desses elementos. Quando um observador se desloca em relação a uma fonte sonora ou esta se desloca em relação ao observador, ou ambos se deslocam, isto é, a distância entre eles varia, o

observador percebe uma frequência diferente da verdadeira? Qual o exemplo prático que você visualiza este efeito no seu dia-a-dia?

Estas questões são baseadas nos sites recomendados e nos textos do livro Física Conceitual de Paul G. Hewitt (2002).

Avaliação das Atividades

A partir da aplicação dos problemas propostos aos alunos pudemos verificar algumas situações importantes. Nesta turma houve uma questão específica sobre o efeito Doppler, no qual a representação por meio da mídia era feita visualmente, ou seja, o aluno deveria interpretar a simulação, pois a mesma apresentava algumas das características que faziam parte do problema apresentado nas questões. Para a solução deste problema bastava o conhecimento conceitual dos elementos de uma onda como frequência, comprimento de onda, período e velocidade, além do significado do efeito Doppler. Esta questão foi uma das que obteve o maior índice de acertos entre as propostas.

Um fato interessante observado durante a atividade foi a questão sobre “...o meio se propaga junto com a onda?...” Esta questão gerou dúvida em muitos alunos, pois muitos questionaram quando são formadas as ondas na água. Ficou clara a dúvida gerada na diferenciação entre ondas mecânicas e eletromagnéticas, bem como, quanto a ocorrer ou não o deslocamento do meio. Para auxiliar na compreensão desta situação-problema o professor realizou um experimento na sala de aula com uma bacia com água e um pedaço de isopor. Desta forma, os alunos perceberam que ao ser criada uma onda na água inicialmente parada, o movimento empregado foi perpendicular a superfície do líquido e,

portanto, o pedaço de isopor apenas oscilou verticalmente, não havendo deslocamento lateral, comprovando então o não deslocamento do meio.

Nesta mesma turma, outra questão que gerou diversas discussões foi a *Questão 3*, a qual envolve uma comprovação por meio de cálculos e justificativa, no sentido de explicar o resultado obtido a partir do conceito físico envolvido no fenômeno. Neste caso, a maioria dos alunos soube calcular, mas um percentual de pouco mais de 50% explicou de forma coerente o resultado obtido. Isto demonstra a falta de interesse do aluno em considerar o significado físico para as grandezas medidas. Sabe-se que muitas vezes os cálculos analíticos em Física são questionados, pois muitos alunos são condicionados a interpretá-los apenas como um exercício repetitivo, sem avaliar sua base conceitual (POZO, 1998). Cabe, portanto, aos educadores mostrar a importância no contexto teórico-prático de um conceito físico e não somente tornar o aluno um agente que “repete” constantemente conteúdos e exercícios sem entender seu fundamento.

A partir da *Questão 2*, observamos que a partir de um cálculo numérico comparativo entre ondas mecânicas e eletromagnéticas o aluno conseguia prever os resultados, a partir do conhecimento prévio das ondas, como no caso das velocidades das ondas.

Desta forma, observamos que a resolução de problemas ajudou a muitos alunos compreenderem que os números podem realmente representar fenômenos distintos em sua natureza, mas concordam que para isso a sua parcela de interpretação de resultados deve ser mais refinada.

Como sugerem os autores do referencial metodológico adotado (POZO, 1998), os alunos concordam, em grande parte, que problemas que estão no seu cotidiano fazem mais sentido, mas mesmo assim alguns sempre questionaram a necessidade de aprender coisas, que mesmo acontecendo no dia-a-dia, não serão foco de seu estudo no futuro.

5.4) Resultados Obtidos - Turma D

Desenvolvimento das Atividades

A turma D era composta de 40 alunos. Nessa turma foi utilizada a mesma ferramenta aplicada na turma A, que se encontra no site do RIVED (http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php). O diferencial é que o aluno desta turma deveria, apenas, comentar as atividades realizadas, relatando a facilidade da adoção desse método ou não. Aqui o aluno estava livre para comentar, opinar ou mostrar exemplos que pudesse relacionar com as aulas dadas e com associação destes fenômenos com o seu cotidiano.

A atividade aqui foi válida para o terceiro (3º) bimestre e foi valorizada a avaliação dos alunos com (0,5) pontos na média, podendo o aluno optar e ficar apenas com as avaliações normais do bimestre.

Os alunos deveriam avaliar as atividades disponíveis no site: http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php sobre ondas e suas propriedades:

1ª Atividade - Concepções de ondas: o aluno deve seguir as instruções e de acordo com seu conhecimento prévio deverá distinguir ondas mecânicas e eletromagnéticas (Figura 5.1).

2ª Atividade - Relâmpago e trovão: o aluno se depara com dois tipos de ondas quanto à sua natureza, e de acordo com suas características deverá diferenciá-las (Figura 5.2).

3ª Atividade - Torcida: o aluno tem características como comprimento de onda, frequência e período, e nesse caso deverá ser capaz de diferenciar estes elementos (Figura 5.3).

4ª Atividade - Radar: são colocadas situações em que o aluno deve compreender o funcionamento de radares, o seu comportamento baseado nas ondas eletromagnéticas e a sua aplicação na vida das pessoas (Figura 5.4).

5ª Atividade - Localização e Comunicação: mais uma vez, o aluno é levado, por meio de instruções a comunicar-se e localizar-se por meio do seu conhecimento em ondas (Figura 5.5).

Avaliação das Atividades

Essa turma serviu de controle para a atividade desenvolvida na turma A. Nesta turma tínhamos um diferencial o qual correspondia à nota na avaliação para a entrega da atividade. Neste caso, diferentemente da turma A, o aluno deveria apenas dar uma opinião sobre a utilização deste instrumento. Apenas uma parte da turma entregou como o combinado, via correio eletrônico e no prazo especificado, além do que, muitos fizeram um comentário geral sobre a atividade, como por exemplo:

“Considerações sobre os desafios: achei o site muito interessante e muito legal o jeito com que ele mostra os efeitos das ondas e de onde elas surgem. Mesmo com as animações eu tive um pouquinho de dificuldade em algumas questões. Na verdade, não foi nenhum problema de interpretação, mas sim de raciocínio, pois em algumas eu não consegui associar direitinho um conceito

com o outro. Mas, num geral, consegui resolver sem problemas e pensar em algumas soluções usando exemplos do meu dia-a-dia”.

Como se pode observar no comentário acima, o aluno não atingiu o objetivo que era comentar cada atividade, destacando somente a dificuldade ou não de realizá-la. Mas o interessante foi observar que, a partir deste depoimento, o aluno conseguiu realizar algumas associações com problemas do seu dia-a-dia a partir das questões impostas na atividade.

Um segundo depoimento sobre as atividades é citado abaixo:

“**Atividade 1:** A atividade 1 estaria relacionada mais a um resumo da matéria sobre as ondas eletromagnéticas. Ondas eletromagnéticas: são ondas que podem se propagar no vácuo assim como em outros meios Ex: Raio X, alfa, beta, gama, luz , satélite, ressonância, radar, celular, microondas, sol, radio, televisão, calor...

Atividade 2: Primeiro vemos o relâmpago pois sua velocidade é maior. $V_{\text{luz}} = 300.000.000 \text{ m/s}$ logo após escutamos o trovão, que é uma onda mecânica (som), que precisa de um meio para se propagar, portanto sua velocidade é menor $V_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$ (no ar).

Atividade 3: Intensidade: varia o volume do som devido a variação de amplitude, som forte e fraco.

Atividade 4: Reflexão: Ocorre quando uma onda incide em uma superfície refletora e retorna ao mesmo meio de propagação. Conservando sua velocidade, comprimento de onda, frequência, período. Ex: luz, som e corda.

Radar: em um radar a idéia básica é enviar ondas sobre um objeto e medir o seu retorno após a reflexão. Uma seqüência de pulsos eletromagnéticos é enviada por uma antena que gira no plano horizontal. Ao atingir um objeto o pulso é refletido e retorna para a antena, o aparelho mede o tempo entre a emissão e a recepção do pulso. Como a velocidade das ondas eletromagnéticas é conhecida, pode-se

calcular a distancia do objeto detectado. Outro tipo de aparelho usado para detectar objetos é o sonar. A diferença dele para o radar é que, como no caso dos ecos, os pulsos emitidos são sons. O sonar emite uma onda sonora que é refletida por algum objeto e volta em direção ao sonar. Esse dispositivo é utilizado principalmente em navios e submarinos. No ar, utilizar um sonar apresenta alguns problemas, entre eles: o som não se propaga a uma distância muito grande, o que limita a detecção de objetos distantes; como o eco de um som é muito fraco, é bastante difícil captá-lo; a baixa velocidade das ondas sonoras geraria um erro muito grande na localização de objetos em movimento. Na água, o som percorre maior distância e tem uma velocidade maior do que no ar.

Atividade 5: Os meios de comunicação utilizam ondas eletromagnéticas, aquelas que não precisam de um meio para se propagar. Ex: telefone, satélite, televisão, rádio, etc. As ondas são enviadas a uma antena e são emitidas aos aparelhos receptores.

Observa-se que este aluno fez um relato sobre as principais características apresentadas nas atividades propostas no site e colocou um contexto de instrumentos que são utilizados no dia-a-dia para localização e envio de sinais sonoros.

Outra parte de um relato muito interessante também é citado abaixo:

“Com esse trabalho pude aumentar meus conhecimentos sobre ondas. Principalmente pela forma que o site apresentava os assuntos, a que facilitou o muito o entendimento. Tive grande dificuldade de interpretar as atividades 3 e 5, mas após a interpretação do fenômeno não foi difícil explicar a parte teórica. Tirando essas tarefas 3 e 5, foi fácil a interpretação até por que a gente já havia visto em aula quase todos aqueles exemplos e agora estava visualizando sua aplicação”.

Um dos objetivos constantes deste trabalho era estimular o aluno na busca por materiais didáticos adicionais através da resolução de alguns problemas e buscar a conexão com fenômenos e/ou equipamentos presentes na vida dos aprendizes. Observamos que nas turmas analisadas houve um grande envolvimento dos alunos na procura por este material adicional nos sites e nas simulações. Portanto, este procedimento que aplicamos nestas turmas vai ao encontro de possibilitar ao aluno um aperfeiçoamento próprio, de modo a torná-lo, de certa forma, independente e estimulá-lo na busca por conhecimento.

Convém destacar que as dificuldades apresentadas pelos alunos, na resolução dos problemas neste trabalho foram também muito bem exploradas por outros autores (COSTA e MOREIRA, 1996 e 1997). As dificuldades encontradas estão relacionadas com a má utilização de conceitos chave, na falta de conhecimento e ou percepção de que a Física é encontrada nas coisas mais simples do dia-a-dia, logo passam despercebidas, pois em geral, o aluno não vê num problema a necessidade de resolvê-lo. A falta de interesse e o descaso, muitas vezes apresentado, são fruto da falta de consciência de que na vida cotidiana não faremos somente coisas de que gostamos, e que todos, mais cedo ou mais tarde se depararão com situações que os colocarão à prova.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possui como objetivo principal a resolução de problemas em temas de oscilações e ondas aplicados de forma distinta em diferentes turmas (quatro) usando o computador e a internet como facilitadores.

Vale ressaltar que a abordagem feita neste trabalho não segue uma linha única, pois procurou-se seguir idéias que se complementam. Já que, Ausubel (1982) propõe a aprendizagem significativa, que por si deve fazer parte do aluno, ele deve incorporar o que aprende na sua vida e fazer uso na sua vivência. Para Vigotsky (1994) o aprendizado deve servir para que o indivíduo possa interagir como um ser social, portanto ser um agente ativo participante e em constante transformação, enquanto que para Vergnaud que tem fundamentação cognitivista, assim como Vigotsky, o aluno deve ser colocado frente a vários instrumentos distintos para que aumente a chance de êxito frente a apropriação de conceitos, que quando não orientados, se convertem em conceitos que não condizem com a realidade. Estas abordagens se complementam com as idéias que definimos para a prática da resolução de problemas e que aplicamos neste trabalho e avaliamos a partir deste relato de experiência.

Não se pode deixar de mencionar que a chamada aula tradicional fora mantida num instante inicial, pois seguindo a linha de Vergnaud devemos dispor do maior número de formas para a apropriação por parte do aluno, visto que cada um deles poderá perceber um fenômeno de modo diferente. Após as aulas convencionais foram propostos problemas relacionados a diversas situações que podem ser relacionadas implicitamente ou explicitamente com o dia-a-dia dos alunos. Vale ressaltar que na turma A muitos alunos

não tinham conhecimento sobre um relógio de pêndulo e/ou uma máquina de costura, o que acabou dificultando a atividade e não gerando resultados satisfatórios na aplicação da resolução de problemas. Este fato vem corroborar com as dificuldades encontradas pelos alunos na resolução dos problemas, na falta de conhecimento, por parte de alguns alunos, na existência de máquinas que funcionam segundo princípios físicos e que pelo fato de não serem de sua vivência diária é como se para eles não existissem.

Junto com as atividades a serem respondidas, foram fornecidos os endereços na web das páginas que deveriam ser utilizadas de modo a visualizarem os fenômenos ou interagirem com as simulações deles. As conclusões por eles chegadas deveriam ser enviadas via correio eletrônico, num prazo estipulado de até duas (2) semanas. Esse prazo foi dado em função de que com vinte (20) computadores disponíveis, para pelo menos trinta e cinco (35) alunos, na menor turma, para a grande maioria o trabalho ficaria mais prático se feito em casa (pois a maior parte deles tem Internet na sua casa).

A metodologia, inicialmente não previa que aquele aluno que fizesse seu trabalho em casa e tivesse alguma dúvida não teria como saná-la. Isto foi considerado uma dificuldade de interpretação e ou compreensão, essa postura foi adotada, pois não chegaram a 10 alunos que não entenderam o que deveria ser feito num total de 156 alunos.

Não foram priorizados problemas com cálculos numéricos por ser considerada a grande dificuldade dos alunos para interpretar os valores. Numa única turma onde foi aplicado um problema numérico foi grande a quantidade de alunos que acertaram a resposta, mas não conseguiram expressar o que significavam os números obtidos (também abordado em Costa e Moreira, 1997).

Mesmo tendo uma liberdade de ação dentro da Escola, não podemos deixar de mencionar que os alunos realizam no final de cada série uma prova na universidade federal

(PEIES) e, portanto existiam prazos e conteúdos mínimos a serem dados, mais as atividades extras que compõem o currículo da Escola que tem cunho confessional voltado à formação do ser, indivíduo como um todo. Desta forma, certamente não é possível trabalhar todos os conteúdos de uma série desta forma deixando o aluno realizar, no colégio e no período de aula essas atividades, pois muitas vezes as páginas demoram a serem operacionais. Houve dias em que seu acesso não era permitido por falhas no sistema, enfim problemas de natureza extraclasse.

Esse trabalho pode ser adaptado a qualquer conteúdo específico, basta para isso uma pesquisa de simulações, sites ou páginas disponíveis que contemplem o tipo de problema a ser abordado, que se sugere que seja o mais próximo do aluno possível, de sua vivência, mas que trabalhe o conceito da fenomenologia, tanto teórico quanto prático.

É bom lembrar que os alunos avaliados neste trabalho fizeram este tipo de atividade pela primeira vez. Desta forma, podemos considerar que o resultado foi satisfatório, pois os alunos aceitaram esta nova metodologia com grande interesse demonstrando que foi uma atividade diferenciada e que por si só foi mais estimulante ao invés de simplesmente responder à exercícios em uma folha de caderno ou apostila.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S. e VEIT, E. A., **Uma análise preliminar do uso de tecnologias de informação e comunicação e como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Alagoas, v. 4, p. 1, 2004.

ARAÚJO, M. S. T. e ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, pág. 176, 2003.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

BLEICHER, L.; DA SILVA, M. M.; RIBEIRO, J. W. e MESQUITA, M. G. **Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, pág. 129, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília, MEC/SEMT, 2000.

BUTELER, L.; GANGOSO, Z.; BRINCONES CALVO, I. y GONZÁLEZ MARTINEZ, M. **La resolución de problemas em física y su representacion: Um estúdio em la escuela media.** Revista Enseñanza de las Ciencias, vol.19, pág. 285, 2001.

CARCAVILLA CASTRO, A. y ESCUDERO ESCORZA, T. **Los conceptos em lá resolución de problemas de física “bien estructurados”:** Aspectos identificativos y aspectos formales. Revista Enseñanza de las Ciencias, vol. 22, pág.213, 2004.

CHAMPAGNE, A.; KLOPFER, L.e ANDERSON, J., **Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics.** American Journal of Physics, vol.48, pág.1074, 1980.

COSTA, S.S.C. e MOREIRA, M.A. **Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas.** Investigações em Ensino de Ciências, vol.1, n.2, ago, 1996.

COSTA, S.S.C. e MOREIRA, M.A. **Resolução de problemas II: Propostas de metodologias didáticas.** Investigações em Ensino de Ciências, vol.2, n.1, mar, 1997^a.

COSTA, S.S.C. e MOREIRA, M. A. **Resolução de problemas III: Fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula.** Investigações em Ensino de Ciências, vol.2, n.2, ago, 1997^b.

COSTA, S.S.C. e MOREIRA, M.A. **Resolução de problemas IV: Estratégias para a resolução de problemas.** Investigações em Ensino de Ciências, vol.2, n.3, dez, 1997^c.

DA SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; SILVA, D. D. P. S. e SILVA, C. D. P. S. **Um Software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras.** Cad. Bras. Ens. Fís., vol. 21, pág. 103, 2004.

DA SILVA, L.F. e VEIT, E. A. **Ondas Mecânicas**. In:
<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/ondas/>. Mar. 2006.

HARASIM, L., **Learning Networks**, MIT Press, Cambridge, 1995.

HEWITT, PAUL G. **Física Conceitual**, Ed. Bookman. Porto Alegre, 9ª edição, 2002.

KANDUS, A; GUTMANN, F. W. e DE CASTILHO, C. M. C. **A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: Exemplo do berimbau**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28, pág. 427, 2006.

MOREIRA, M.A. **O mapa conceitual como recurso didático**. Melhoria do Ensino, nº.2. Porto Alegre. PADES/UFGRS, 1979.

MOREIRA, M.A. **Ensino e Aprendizagem: Enfoques Teóricos**. Ed. Moraes. São Paulo, 3ª edição, 1983.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EDU, 1999.

MOREIRA, M.A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área**. Investigações em Ensino de Ciências, vol.7, n.1, mar, 2002.

NETO, A.J e VALENTE, M. O. **Dissonancias Pedagógicas em la resolucion de problemas de física: Uma proposta para su superacion de raiz Vygotskiana.** Enseñanza de lãs Ciências, vol. 19, pág. 21, 2001.

PIRES, M. A. e VEIT, E. A. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28, pág. 241, 2006.

POZO, Juan I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: ArtMed,1998.

RILEY, D. Computers & Education. vol.15, pág..255, 1990.

RIVED – **Rede Interativa Virtual de Educação a Distância**, Ministério da Educação e Cultura/Brasil. Disponível em http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php em nov/2006.

ROGERS, C.R. **Liberdade para aprender.** Belo Horizonte. Ed: Interlivros, 1971.

SANTOS, C.; BORGES, A., FERRARI, A. e RAMOS, F. **Programação assistida por computador: a experiência na Universidade de Aveiro**, 1996. Disponível em <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/simposio.htm> em mar/2005.

VALENTE, J., **Logo Update** vol.4, pág.18, 1995.

VEIT, E. A. e TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 24, pág. 87, 2002.

TEODORO, V.D.; VIEIRA J.P.D. e CLÉRIGO, F.C. **Modellus 2.01: interactive modelling with mathematics.** Monte Caparica: Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2000.

VERGNAUD, G. **Teoria dos campos conceituais.** NASSER, Anais do 1º Seminário Internacional de Matemática do Rio de Janeiro.1993.

VIGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente.** 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

ANEXO I: MÓDULO DIDÁTICO – PLANO DE AULAS

TEMA GERAL: OSCILAÇÕES E ONDAS

TÓPICOS A SEREM ABORDADOS:

- **Movimento Harmônico Simples (MHS)** – conceito, exemplos, deduções matemáticas da cinemática, dinâmica e energia mecânica em um sistema que realiza o MHS.
- **Ondas** – conceito, características, tipos de ondas, elementos, equação fundamental; princípio de Huygens; ondas estacionárias; e fenômenos ondulatórios; ondas sonoras, qualidades fisiológicas; fenômenos e efeito Doppler e ondas eletromagnéticas.

PRÉ-REQUISITOS:

- Conhecimentos básicos em trigonometria: funções seno e cosseno.
- Movimento circular uniforme: conceito, elementos e equações.

SÉRIE A SER IMPLEMENTADO:

- Segunda Série do Ensino Médio.

NÚMERO DE HORAS-AULA AS ATIVIDADES:

- MHS: São necessárias entre nove (9) e doze (12) horas-aula;
- Ondas: São necessárias entre sete (9) e nove (11) horas-aula;

RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO:

Mestrando Harnye Del Nero e Profa. Dra. Solange Binotto Fagan

1ª TEMA: MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES - MHS

Para este tema foram desenvolvidos os conteúdos referentes ao: conceito; exemplos; deduções matemáticas da cinemática, dinâmica e energia mecânica em um sistema que realiza o MHS. Descreveremos a seguir um resumo sobre os conteúdos abordados e no final as questões e sites selecionados para realizar as atividades.

MHS – Conceito

O MHS se caracteriza por ter um corpo que oscila variando suas condições de energia potencial e cinética ao longo do tempo. Exemplo: um corpo de massa m sujeito ao movimento elástico de uma mola de constante elástica k ; um pêndulo de massa m e comprimento L ; ou um corpo em movimento circular uniforme com velocidade v , como mostrado na Figura I.1.

Em qualquer um dos três casos citados o movimento é oscilatório, ou seja, repete o movimento a cada "período".

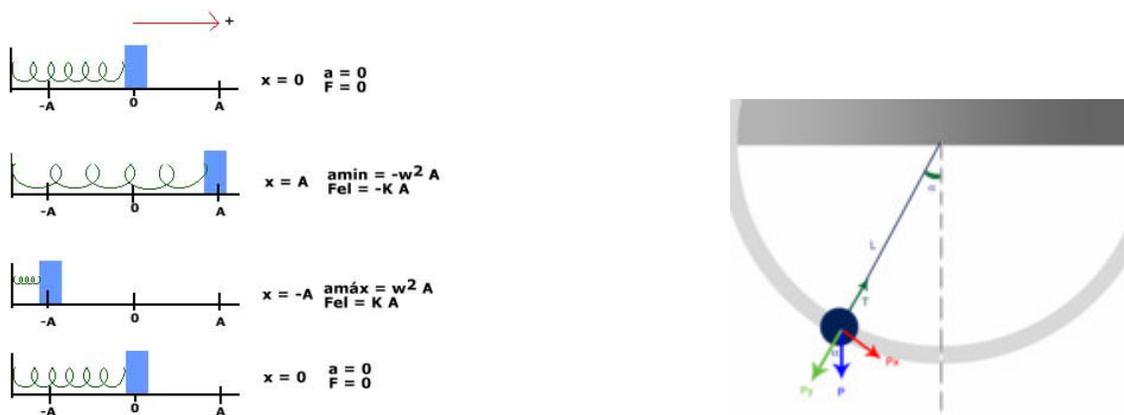


Figura I.1. Exemplo de um sistema massa-mola e um pêndulo simples.

MHS - Características

O MHS possui variação constante da velocidade e realizando movimento periódico. A posição de elongação máxima neste movimento é chamada amplitude. Cada ida e volta do corpo (oscilação) é chamada de ciclo. Desta forma:

- **Período** (T) é o tempo de duração de um ciclo. Unidade em segundo (s) no sistema internacional (SI).

- **Frequência** (f) é o número de ciclos que o corpo realiza na unidade de tempo. A unidade no SI é Hertz (Hz).

Relacionam-se a frequência e o período da seguinte forma: $T = 1 / f$.

MHS - Equações Horárias

Por meio do movimento circular uniforme (MCU) (Figura I.1) com de velocidade angular ω e raio $r = A$ é possível estudar o movimento da projeção do ponto P.

Enquanto o ponto com massa m descreve um MCU em torno da circunferência, o ponto P oscila na horizontal em MHS. As funções horárias do movimento são:

$$x = A \cos (\omega t + \theta) \text{ - elongação}$$

$$v = - \omega A \text{ sen } (\omega t + \theta) \text{ - velocidade}$$

$$a = - \omega^2 A \cos (\omega t + \theta) \text{ - aceleração}$$

MHS - Gráficos

A elongação (x), velocidade (v) e aceleração (a) no MHS segue as equações horárias citadas anteriormente, variando em função do tempo com equações do tipo $\text{sen}(t)$ e $\text{cos}(t)$, conforme o gráfico presente na Figura I.2.

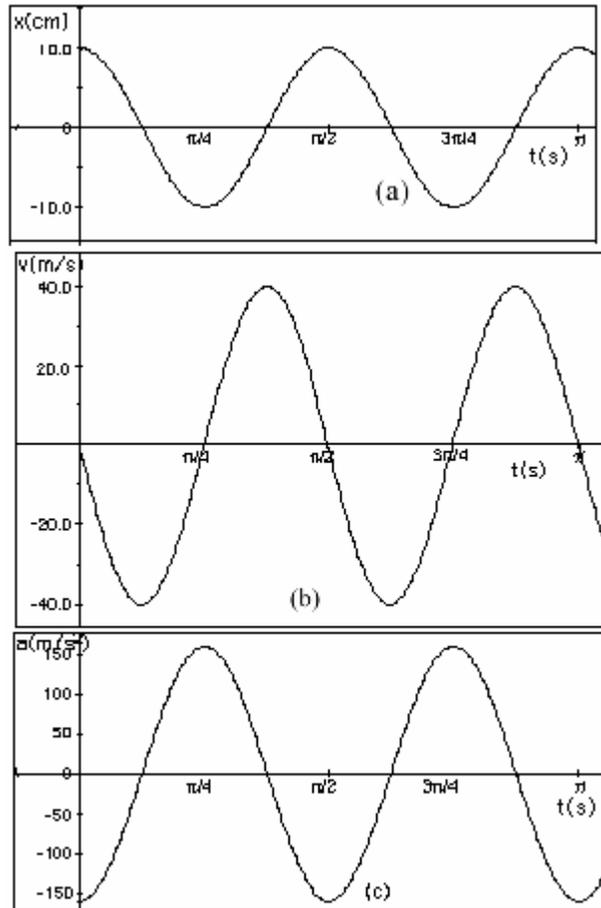


Figura I.2: Elongação (x), velocidade (v) e aceleração (a) para um MHS.

MHS – Estudo da Força

Considerando o oscilador harmônico, observa-se que a força resultante é a própria força restauradora da mola.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad \text{logo: } |\vec{F}_R| = |\vec{F}_{el}| \text{ em um sistema de um oscilador harmônico.}$$

$$F_{el} = -k \cdot x$$

MHS – Energia

Energia potencial (E_p)

Depende diretamente da força elástica e a elongação sofrida pela mola ou relacionada com a configuração do sistema.

$$E_p = \frac{1}{2}.k.\Delta x^2$$

Energia cinética (E_c)

Depende diretamente da massa e do quadrado da velocidade.

$$E_c = \frac{1}{2}.m.v^2$$

Em qualquer posição a energia mecânica total (conservação de energia) é igual a:

$$E_m = E_c + E_p$$

MHS: Exemplos – Pêndulo Simples

É um sistema formado por um corpo de massa m puntiforme, suspenso por um fio de comprimento l inextensível e de massa desprezível. O pêndulo executa um movimento periódico de período T que independe da amplitude A , só para pequenos ângulos, e da massa m do pêndulo. O período T do pêndulo é dado pela equação:

$$T = 2.\pi.\frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}} : \text{onde: } l = \text{comprimento do fio e } g = \text{aceleração da gravidade.}$$

Para o tema oscilações propõem-se uma simulação interativa com um pêndulo (http://www.walter-fendt.de/ph11br/pendulum_br.htm), onde são usados todos os elementos de um MHS, citados anteriormente, conforme mostra a Figura I.3.

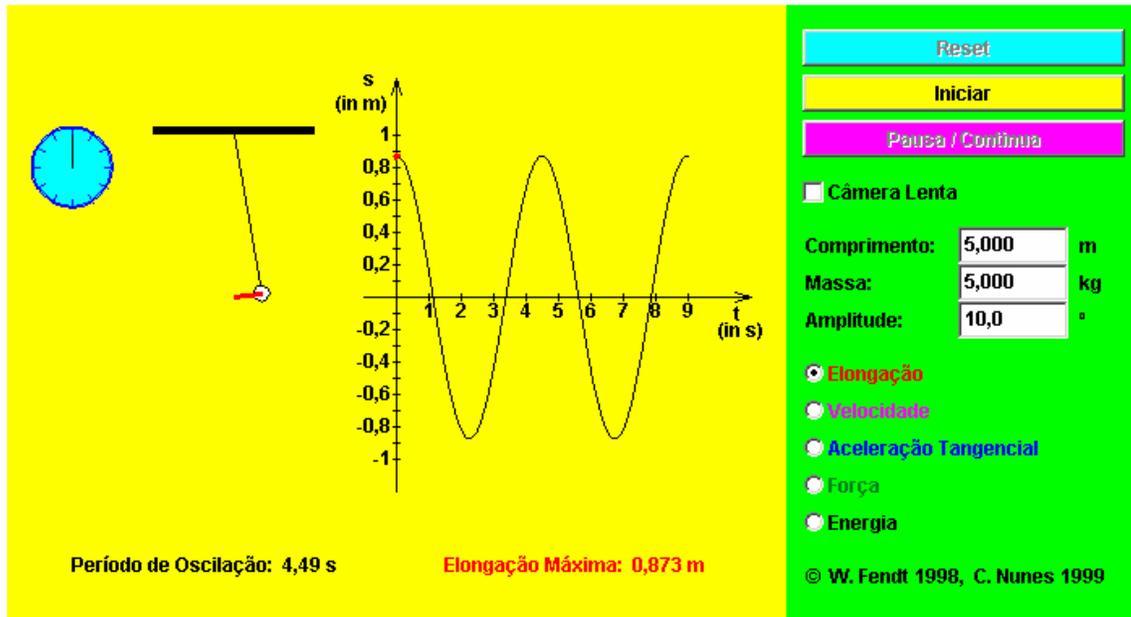


Figura 1.3.: Ilustração da simulação recomendada para responder aos problemas. In:

http://www.walter-fendt.de/ph11br/pendulum_br.htm.

Os dados podem ser alterados pelo aluno diretamente no experimento e o aluno deve responder às seguintes questões problemas:

Questão 1: Que característica do pêndulo, o torna útil em um relógio?

Questão 2: O que é o período de um pêndulo?

Questão 3: Observe as mudanças que ocorrem ao variar massa, comprimento do fio e ângulo inicial de oscilação.

Questão 4: A agulha de uma máquina de costura tem alguma relação com o pêndulo? Quais são? Comente e compare.

2ª TEMA: ONDAS

ONDA: Conceito

Onda é uma perturbação que se propaga, transmitindo energia sem transportar matéria.

Exemplos: oscilação vertical em uma corda tensa; compressão e expansão que se propagam em molas; ondas na superfície da água; ondas eletromagnéticas; ondas sonoras, entre outras.

ONDAS: Classificação

- Quanto à Natureza:

a) **Mecânicas:** precisam de um meio material para se propagar. Exemplo: ondas em corda; ondas sonoras.

b) **Eletromagnéticas:** não precisam de um meio material para se propagar. Exemplo: luz; raios x; infravermelho; ondas de rádio; etc.

- Quanto à Direção de Vibração

a) **Transversais:** A direção do movimento vibratório perpendicularmente à direção de propagação. Exemplo: ondas em cordas ou ondas eletromagnéticas.

b) **Longitudinais:** A direção do movimento vibratório coincide com a direção de propagação. Exemplo: ondas sonoras.

- Quanto à Direção de Propagação

a) **Unidimensional:** propaga-se apenas em uma direção. Exemplo: ondas em uma corda.

b) **Bidimensional:** propaga-se em duas direções. Direção x e y, por exemplo, ondas na superfície livre de um líquido.

c) **Tridimensional:** propaga-se em três direções. Direção x, y e z, ondas eletromagnéticas e ondas sonoras.

ONDAS: Velocidade

A velocidade de propagação de uma onda unidimensional, em uma corda, por exemplo,

será dada por:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}},$$

onde, T = tensão e μ = densidade linear, ou seja, a quantidade de massa por unidade de comprimento da corda.

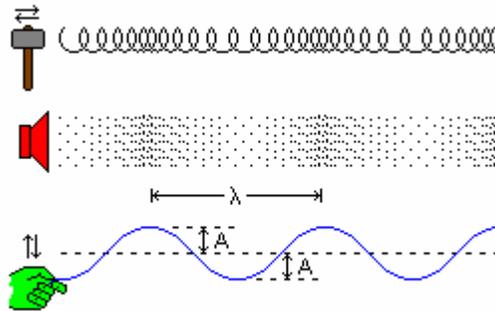


Figura I.4.: Características de propagação de uma onda.

Baseado na Figura I.4 podemos definir: **Crista** é a extremidade superior da onda. **Vale** é a extremidade inferior da onda. **Amplitude** (A) é a distância perpendicular ao eixo principal que vai deste até uma crista ou um vale. **Comprimento de onda** (λ) é a distância

longitudinal entre dois pontos consecutivos que conjugam um período. **Período** (T) é o tempo para que a onda repita uma oscilação. **Frequência** (f) é o número de oscilações da onda na unidade de tempo.

A velocidade, portanto, será dada por $v = \lambda \cdot f$ ou $v = \frac{\lambda}{T}$.

ONDAS: Fenômenos

- Reflexão em cordas

Reflexão de Pulsos em Cordas (Ondas Unidimensionais), que se propagam com uma velocidade v , ao atingir sua extremidade presa em um obstáculo, faz o pulso retornar **invertido**, fenômeno denominado **reflexão com inversão**. Veja o esquema da Figura I.5.

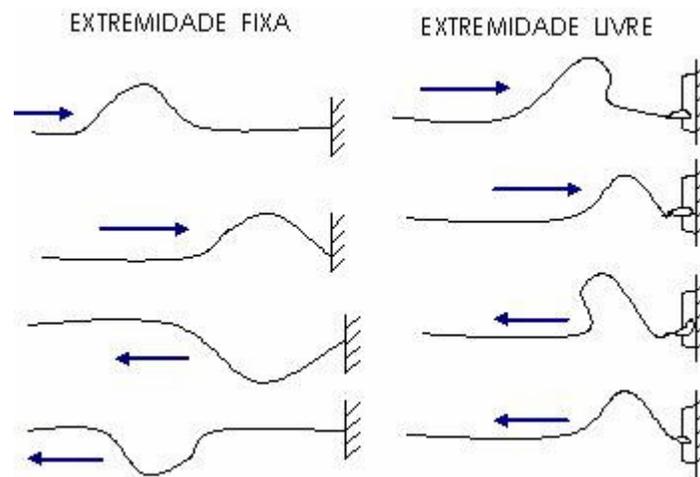


Figura I.5. Reflexão de ondas.

A extremidade fixa de uma corda determina que o pulso apresente uma reflexão com inversão de fase.

Ao atingir a extremidade móvel ou livre de uma corda, o pulso retorna da mesma forma, ou seja, ele **não se inverte**. Esse fenômeno é denominado **reflexão sem inversão**. A extremidade móvel de uma corda determina que o pulso apresente reflexão sem inversão.

No caso da reflexão, a velocidade, a frequência e o comprimento de onda permanecem constantes.

A reflexão é relacionada de acordo com as seguintes leis:

1ª Lei da Reflexão (em espelhos)

O raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície refletora no ponto de incidência estão contidos num mesmo plano.

2ª Lei de Reflexão (em espelhos)

O ângulo de incidência (em relação à normal) é igual ao ângulo de reflexão (em relação com à normal). Exemplos de reflexão: eco, reverberação, imagem em espelhos, etc.

- Refração (em ondas eletromagnéticas)

Chama-se refração de uma onda a passagem desta de um meio para outro, de características diferentes. A refração é regida pelas seguintes leis:

1ª Lei da Refração: O raio incidente, a normal à fronteira no ponto de incidência e o raio refratado estão contidos no mesmo plano.

2ª Lei da Refração: Também chamada Lei de Snell.

$$f_1 = f_2,$$
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_{2\lambda}}{n_{1\lambda}}$$

onde f_1 e f_2 são as frequências, v_1 e v_2 são as velocidades, λ_1 e λ_2 são os comprimentos de onda, n_1 e n_2 os índices de refração nos meios 1 e 2, respectivamente.

- Refração (em cordas)

O fenômeno da refração acontece quando qualquer tipo de onda passa de um meio para outro diferente, momento em que se dá uma mudança em sua velocidade de propagação.

Veja o que acontece com a propagação de um pulso numa corda ligada à outra de maior massa a partir da Figura I.6.

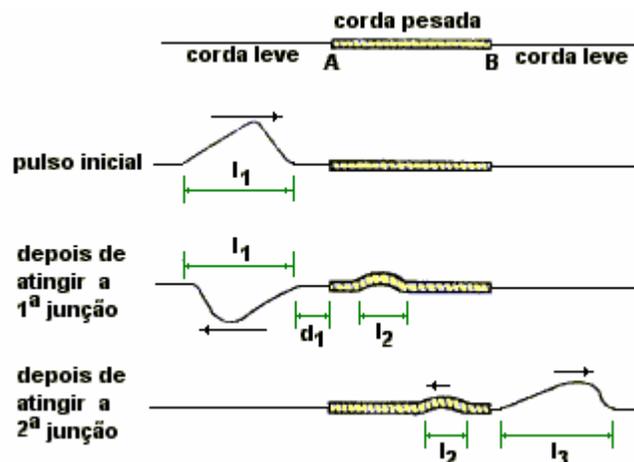


Figura I.6.: Refração em cordas.

- parte do pulso sofre uma **reflexão com inversão**, pois a corda mais "pesada" funciona como extremidade fixa para a corda mais "leve";

- parte do pulso continua a movimentar-se no **mesmo sentido e sem inversão**, pois mantém sua tendência em levantar os pontos que encontra ao longo da corda. Numa corda ligada a outra de **menor** massa, a parte do pulso que sofre **reflexão** retorna **sem inversão**, pois a corda mais "leve" funciona como extremidade livre ou móvel para a corda mais "pesada". A parte **refratada** continua seu movimento **no mesmo sentido e sem inversão**. Assim, no caso de refração de cordas: a velocidade varia; a frequência não varia e o comprimento de onda varia.

- Difração

É o fenômeno no qual uma onda tem capacidade de contornar um obstáculo, conforme mostra o esquema da Figura I.7.

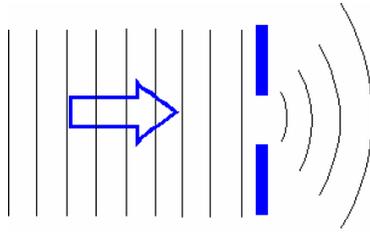


Figura I.7.: Esquema mostrando o fenômeno de difração.

- Polarização

Uma onda pode ser polarizada, ou seja, podemos orientá-la em uma única direção ou plano, conforme a Figura I.8.

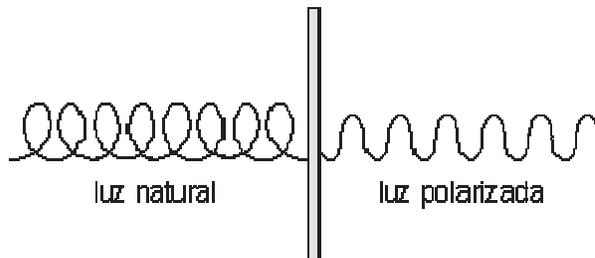


Figura I.8.: Ondas sendo polarizadas na direção vertical.

A Figura I.8 acima mostra uma onda vibrando em n direções (região 1) e após polarizada vibra numa única direção (região 2).

- Interferência

Um dos principais fenômenos que caracteriza as ondas é a interferência. Esta interferência pode ser construtiva (quando as suas amplitudes se somam) ou destrutiva (quando suas amplitudes se cancelam), como mostra o lado esquerdo da Figura I.9.

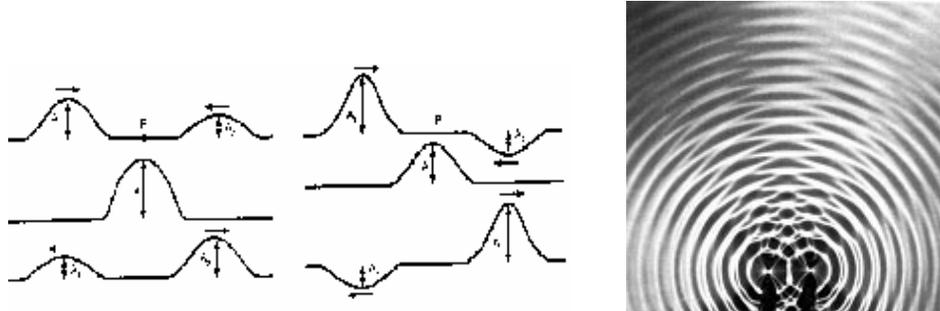


Figura I.9.: Esquema de interferência de ondas (esquerda) e de luz (direita).

A Figura I.9 (direita) representa uma imagem do fenômeno de interferência em ondas luminosas (eletromagnéticas).

- Ondas Estacionárias

As ondas estacionárias são um particular de superposição de ondas. É a onda resultante da interferência de duas ondas iguais que se propagam em sentidos opostos. As duas ondas possuem mesma frequência, amplitude e comprimento de onda. Como nos nós não há movimento, não há também transporte de energia, como mostra a Figura I. 10.

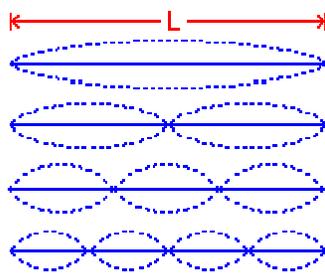


Figura I. 10.: Esquema para representação de ondas estacionárias.

ONDAS – Exemplos

- Espectro Eletromagnético

A Figura I.11 representa o espectro eletromagnético onde o meio considerado é o vácuo, portanto, todas as ondas propagam-se com a velocidade aproximada de $3 \cdot 10^8$ m/s (denominada velocidade da luz, c).

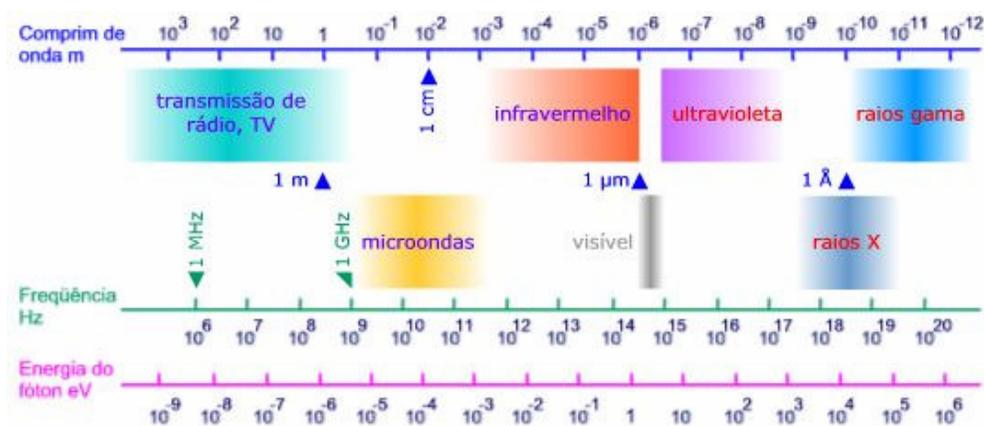


Figura I.11.: Espectro eletromagnético.

O espectro eletromagnético pode ser explorado em sala de aula fazendo uso de suas inúmeras aplicações no dia-a-dia do aprendiz.

- Ondas Sonoras

Acústica é a parte da Física que estuda as ondas sonoras. As ondas sonoras são de origem mecânica, pois são produzidas por deformações em um meio elástico. O ouvido normal é excitado por ondas sonoras de frequências entre 20 Hz e 20 000 Hz.

Quando a frequência é maior que 20 000 Hz, as ondas são ditas **ultra-sônicas**, e menores que 20 Hz, **infra-sônicas**. Os sons não se transmitem no vácuo, porque exigem um meio material para sua propagação.

Os fenômenos mais comuns são: eco, reverberação, ressonância, refração, interferência e batimento. Timbre, intensidade e altura são as qualidades fisiológicas do som.

O som é uma onda elástica ou mecânica, portanto necessita do meio. Portanto a velocidade de propagação do som depende do meio. No ar, em CNTP sua velocidade é de 346 m/s, enquanto na água, 1498 m/s.

Resumidamente explicaremos algumas qualidades fisiológicas do som:

a) **Altura:** É a qualidade que permite classificar os sons em graves e agudos. Grave ou baixa frequência (menor) e aguda ou alta frequência (maior)

b) **Intensidade:** É a qualidade que permite distinguir um som forte de um som fraco. Forte grande intensidade sonora e fraca pequena intensidade sonora

c) **Timbre:** É a qualidade que permite classificar os sons de **mesma altura** e de **mesma intensidade**, emitidos por fontes diferentes. Por exemplo, por um piano e por um violino.

- Fenômenos acústicos: Ressonância

Um sistema que oscila, passa a vibrar com amplitudes maiores que a normal, devido ao recebimento de uma energia externa de frequência igual à frequência do sistema.

Ou ainda, quando a frequência do som coincide com a frequência natural de oscilação do corpo. Assim a amplitude desta alcança valores elevados, pois a fonte cede energia ao corpo. Exemplo: passar de um avião sobre um prédio e as janelas trepidarem.

Um exemplo clássico do fenômeno da ressonância é a queda da ponte de Tacoma (Washington, Estados Unidos) que desabou devido a ressonância com o vento, quatro meses após ter sido entregue ao tráfego (Figura I.12). Ao fornecer periodicamente energia a determinado sistema, um agente externo (que é o som produzido por uma fonte) pode fazer com que o sistema vibre com grandes amplitudes, desde que a frequência da fonte seja igual à frequência natural do sistema. Sendo suficientemente grandes, essas amplitudes podem causar a ruptura do sistema.



Figura I.12.: Ponte de Tacoma (EUA) se rompendo.

Fenômenos Acústicos: Efeito Doppler

O efeito Doppler é a elevação ou a diminuição de frequência notada por um observador em virtude de um movimento relativo de aproximação ou de afastamento entre fonte e observador. As ondas chegam ao observador com maior ou menor frequência se houver aproximação ou afastamento relativo entre eles.

A partir da exposição destes conceitos em sala de aula, foram expostos alguns sites com atividades relacionadas com o tema Ondas.

- www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/ondas/ - apresenta as propriedades de ondas mecânicas;
- http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php - ondas e suas propriedades;
- www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html – apresenta diversas simulações para oscilações e ondas;
- br.geocities.com/saladefisica3/laboratorio.htm – apresenta textos e simulações sobre ondas e som.
- http://www.terra.com.br/fisicanet/cursos/feitodoppler/feitodoppler-som_java.html – apresenta uma simulação sobre o efeito Doppler.
- <http://www.cglapocatiere.qc.ca/techno/video-physique.htm> - vídeo com o acidente na ponte de Tacoma-EUA – fenômeno da ressonância.

Desta forma, o aluno poderia utilizar estes sites previamente selecionados pelo professor como elemento adicional de busca de forma a responder às seguintes questões:

Questões para a turma B:

Questão 1- Baseado no acidente ocorrido na ponte de Tacoma nos EUA, é provável que o fenômeno de ressonância ocorra com qualquer material? Justifique e dê outros exemplos.

Questão 2- Se você disparar uma bala através de um bloco de madeira, ela será desacelerada e quando sair do outro lado sua velocidade será menor que a velocidade com que entrou. Analogamente a luz também é desacelerada ao passar

por um bloco de vidro. Ao sair do outro lado (a luz) o que ocorrerá com sua velocidade? Qual o fenômeno ocorrido? Quais as características que variam? Justifique.

Questão 3- O ser humano não consegue escutar sons de 100 kHz e 102 kHz. Se você caminhar numa sala onde existem duas fontes que estão emitindo simultaneamente 100 kHz e 102 kHz, respectivamente, você escutará um som? Por que não ouvimos o som acima de 20 kHz? Como são classificados esses sons? Qual a vantagem de não ouvirmos esse som?

Questão 4- O que significa efeito Doppler? O efeito Doppler pode ser observado em ondas longitudinais, em transversais ou em ambas? Exemplifique e justifique.

Questão 5- No efeito Doppler a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a velocidade?

Questão 6- Os itens relacionados nos sites podem de alguma forma auxiliar a compreensão de algum conceito, ou somente servem para visualização sem ser possível entender o conceito do fenômeno envolvido?

Questões para a turma C:

Questão 1- Quando você ouve rádio, por que você só escuta uma estação de cada vez ao em vez de todas simultaneamente? Explique utilizando os elementos da física.

Questão 2- Se uma onda sonora e uma onda eletromagnética possuem a mesma frequência qual delas terá o maior comprimento de onda? Considere o ar como meio de propagação. Justifique com cálculo e argumente os resultados obtidos.

Questão 3- O meio em que se propaga uma onda move-se junto com ela? Justifique e dê exemplos do seu dia-a-dia.

Questão 4- Se reproduzirmos um som instrumental dentro e fora d'água em qual dos casos o comprimento de onda seria maior? O que difere nos dois casos em relação aos elementos da física?

Questão 5- O ser humano não consegue escutar sons de 102 kHz e 100 kHz. Mas, se você caminha numa sala onde existem duas fontes que emitem simultaneamente estas duas frequências, será possível escutar algum som? Justifique com base nos fenômenos sonoros.

Questão 6- No efeito Doppler a frequência, o comprimento de onda e a velocidade se alteram? Explique como é possível a alteração desses elementos. Quando um observador se desloca em relação a uma fonte sonora ou esta se desloca em relação ao observador, ou ambos se deslocam, isto é, a distância entre eles varia, o observador percebe uma frequência diferente da verdadeira? Qual o exemplo prático que você visualiza este efeito no seu dia-a-dia?

Referencial para preparação das aulas e questões/problemas:

AMALDI, U. Imagens da física. Scipione. São Paulo, 1ªed. Curso Completo, 2002.

BONJORNO, J. R.; BONJORNO, R. A. e RAMOS, C. M. FTD. São Paulo, vol. 2 e 3, 1994.

HEWITT, P. G. Física Conceitual, Ed. Bookman. Porto Alegre, 9ª edição, 2002.

Página da Internet:

- www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/ondas/ - apresenta as propriedades de ondas mecânicas;

- http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php - propriedades de ondas;

-www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html – apresenta diversas simulações para oscilações e ondas;

- br.geocities.com/saladefisica3/laboratorio.htm – apresenta textos e simulações sobre ondas e som.

-http://www.terra.com.br/fisicanet/cursos/efeitodoppler/efeitodoppler-som_java.html – apresenta uma simulação sobre o efeito Doppler.

- <http://www.cglapocatiere.qc.ca/techno/video-physique.htm> - vídeo com o acidente na ponte de Tacoma - EUA – fenômeno da ressonância.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)