

*RECURSOS VISUAIS E COMPUTACIONAIS
NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO
SIMPLES, INTERFERÊNCIA
E EFEITO DOPPLER.*

*JORGE LUÍS DE ARAÚJO COELHO
FABIO FERREIRA MONTEIRO*

MNPEF-UnB

INTRODUÇÃO

A prática docente carece de guias capazes de orientar o professor na utilização de materiais ou recursos auxiliares em sua ação de ensino-aprendizagem. Nesse caderno apresentamos sequências didáticas que utilizam vídeos, softwares de simulação e laboratórios virtuais na construção de Sequências Didáticas para o Movimento Harmônico Simples, Fenômeno de Interferência na Ondulatória e Efeito Doppler. Grande parte desses materiais é de utilização pública o que facilita o acesso por parte do professor e aluno para o desenvolvimento da aula.

MNPEF-UnB

O MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES DESCRITO POR VÍDEO, SIMULAÇÃO E LABORATÓRIO VIRTUAL.

MNPEF-UnB

A compreensão do movimento harmônico simples pelos estudantes do segundo ano do ensino médio apresenta grande dificuldade em virtude de sua descrição matemática depender de funções trigonométricas. A fim de contornar essa barreira cognitiva apresentamos uma proposta de sequência didática que utiliza um vídeo capaz de ser organizador prévio que contextualize o fenômeno oscilatório e traga subsunçores claros para o professor conduzir sua prática. Posteriormente, é aplicado um simulador para explicitar a estrutura matemática que descreve o movimento harmônico simples. Em seguida, por meio de outra simulação computacional, mostramos diferentes objetos que realizam tal movimento.

Vídeo como organizador prévio

O primeiro elemento da sequência didática traz um vídeo onde é apresentada uma máquina a vapor em funcionamento a qual representa uma situação-problema simplificada do fenômeno (figura 2.1). Recomenda-se utilizar o vídeo do site www.youtube.com disponível gratuitamente no endereço www.youtube.com/watch?v=oWt7fHbLx30.

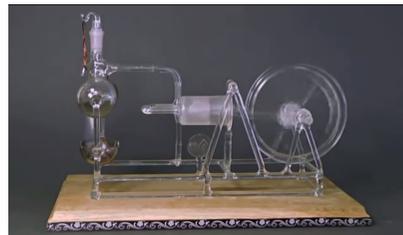


Figura 2.1: Máquina a Vapor de Vidro

No situação do vídeo a máquina é colocada em funcionamento pela combustão de um material, de forma que se pode observar o movimento do mecanismo. Após os estudantes assistirem o vídeo serão submetidos a uma série de indagações a fim de relizar um diagnóstico e simultaneamente instigar os alunos sobre o fenômeno observado de forma interativa e mediada pelo professor.

Questões sobre a máquina a vapor e o Movimento Harmônico Simples:

1. Qual(is) o(s) tipo(s) de movimento(s) observado(s) na máquina a vapor?
 - (A) Movimento Retilíneo.
 - (B) Movimento Circular.
 - (C) Movimento Circular Uniforme.
 - (D) Movimento Harmônico Simples.
 - (E) Não sei informar.
2. Existe alguma relação entre os movimentos das partes da máquina a vapor?
 - (A) Não.
 - (B) Sim.
 - (C) Não sei informar.
3. A descrição desse(s) movimento(s) pode ser realizada por qual(is) função(ões) matemática(s)?
 - (A) Função do 1º grau.
 - (B) Função do 2º grau.
 - (C) Funções trigonométricas.
 - (D) Não sei informar.

As respostas as essas perguntas devem ser registradas e analisadas para guiar o professor no decurso da sequência didática.

O MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES DESCRITO POR VÍDEO, SIMULAÇÃO E LABORATÓRIO VIRTUAL.

Software Modellus e a Diferenciação progressiva

Após consolidar os dados do questionário a fim de entender a percepção dos discentes o professor faz a abordagem dos movimentos das partes móveis da máquina a vapor por meio do software livre *Modellus X* (Figura 2.2) disponível no site <http://modellus.co/index.php?lang=pt>. O download do programa e sua instalação são simples, requerendo poucos conhecimentos de informática, o que sugere ao professor que oriente seus alunos a instalarem o software em seu computador pessoal a fim de refazerem a tarefa em casa.

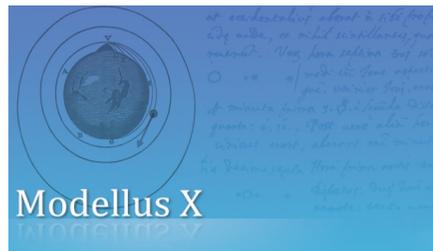


Figura 2.2: Abertura do software Modellus X

Em sala de aula o docente apresenta a forma de simular os movimentos das partes da máquina a vapor por meio do software. Nessa discussão, caracteriza o movimento da roda na máquina a vapor ressaltando a utilização das funções trigonométricas e cada parâmetro significativo: ângulo, amplitude, frequência, velocidade... Faz o destaque de como as coordenadas do objeto servem para realizar a descrição do movimento circular (figura 2.3).

Desta maneira, espera-se que o discente esteja

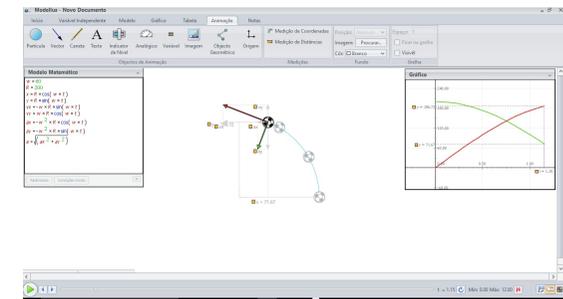


Figura 2.3: Tela de configuração para simulação do movimento circular

realizando a ancoragem dos conceitos de funções trigonométricas ao subsunçor movimento circular. Em seguida, o professor introduz outro objeto na simulação associando o movimento harmônico simples a uma projeção do movimento circular (figura 2.4).

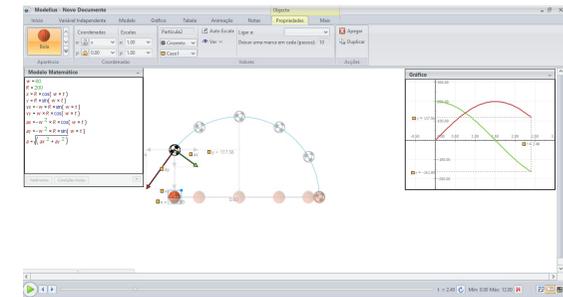


Figura 2.4: Movimento circular e sua projeção

Assim aborda conceitos do movimento harmônico simples como fase inicial, amplitude e pulsação por meio da posição do objeto oscilante em relação ao centro do círculo.

MNPEF-UnB

O MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES DESCRITO POR VÍDEO, SIMULAÇÃO E LABORATÓRIO VIRTUAL.

Aula ativa como reconciliação integrativa

Ao prosseguir com a discussão deve mobilizar conceitos já conhecidos: força elástica, energia potencial elástica, energia cinética, conservação de energia; a fim de realizar uma reconciliação integrativa por meio da recombinação desses elementos no contexto do movimento harmônico simples. O software comercial Newton (figura 2.5) que trabalha como um laboratório virtual, dispõe de um módulo capaz de relacionar esses elementos com vários dispositivos que apresentam distintos movimentos.

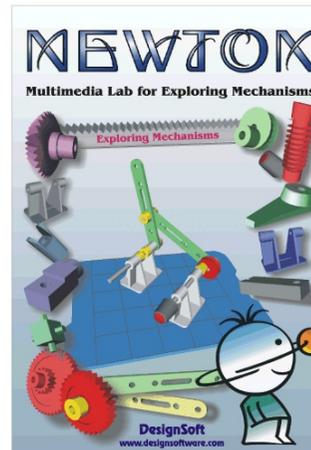


Figura 2.5: Software comercial Newton

Desta forma, pode abordar que a dinâmica do movimento harmônico simples se manifesta no sistema massa-mola e também no pêndulo. Sendo assim, é possível se caracterizar conceitos como amplitude e frequência por meio da visualização

do movimento de tais objetos no software Newton (figura 2.6).

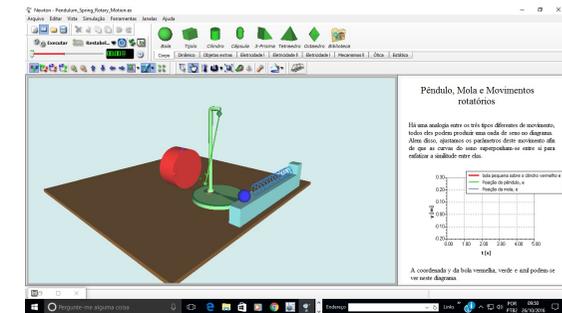


Figura 2.6: Sistema massa-mola, pêndulo e corpo girante no software Newton

A manipulação dos objetos nesse laboratório virtual proporciona a realização da reconciliação integrativa dos conceitos da dinâmica no movimento harmônico simples. O laboratório virtual Newton apresenta versão demonstrativa e pode ser adquirido no site <http://www.microgenios.com>.

MNPEF-UnB

O EFEITO DE INTERFERÊNCIA EM ONDAS POR MEIO DE VÍDEO, LABORATÓRIO VIRTUAL E SIMULAÇÃO.

MNPEF-UnB

O fenômeno de interferência certamente é um dos efeitos mais característicos da ondulatória. Sua compreensão fornece indícios sobre a capacidade dos estudantes em identificar objetos que manifestam o comportamento ondulatório, o qual está presente numa gama variada de aplicações e construções teóricas. Assim, a sequência didática proposta mobiliza uma série de instrumentos orientados que podem proporcionar uma aprendizagem significativa. Iniciamos com um vídeo que ilustra o efeito de interferência em duas dimensões, depois abordamos sua descrição por meio de um software capaz de destacar vários aspectos de uma onda, em seguida analisamos a interferência de ondas em uma superfície realizando uma comparação com o mesmo efeito produzido por ondas sonoras também por meio de simulações.

Vídeo como organizador prévio

Ao abordar esse assunto os alunos detêm alguns conceitos subsunçores do tema pois o professor já apresentou o que é uma onda e suas características gerais: propagação, efeitos de reflexão e superposição em meios unidimensionais como uma corda. Assim, utilizando a filosofia do produto educacional, foi selecionado um vídeo que aborda o assunto de maneira que seja um organizador prévio. Novamente indicamos o site www.youtube.com como fonte e destacamos o vídeo (figura 3.1) que pode ser acessado pelo endereço www.youtube.com/watch?v=Po4JREyUDYc. Nessa filmagem, o apresentador destaca o padrão de propagação de uma onda produzida por uma única fonte destacando o formato circular que se origina. Em seguida, introduz outra fonte de on-



Figura 3.1: Propagação de ondas na superfície de um lago.

das que produz mudanças perceptíveis nas frentes de ondas que se propagam na superfície do lago.



Figura 3.2: Interferência em ondas na superfície de um lago.

Em virtude de se tratar de um objeto do conhecimento seletivo que se insere num momento mais geral é proposta uma aplicação de perguntas diagnósticas para compreensão e elaboração de subsunçores.

O EFEITO DE INTERFERÊNCIA EM ONDAS POR MEIO DE VÍDEO, LABORATÓRIO VIRTUAL E SIMULAÇÃO.

MNPEF-UnB

Questões sobre a propagação das ondas na superfície do lago e interferência:

1. Qual(is) o(s) tipo(s) de onda(s) observado(s) na superfície do lago?
 - (A) Longitudinais em uma dimensão.
 - (B) Transversais em uma dimensão.
 - (C) Longitudinais em duas dimensões.
 - (D) Transversais em duas dimensão.
 - (E) Não sei informar.
2. Qual(is) o(s) elemento(s) da onda pode(m) ser nitidamente observado(s)?
 - (A) Comprimento.
 - (B) Amplitude.
 - (C) Frequência.
 - (D) Não sei informar.
3. Qual(is) o(s) fenômeno(s) observado(s) quando é introduzida a segunda fonte?
 - (A) Batimento.
 - (B) Ondas Estacionárias.
 - (C) Interferência.
 - (D) Não sei informar.

Desta forma, o professor deve expor o assunto ativando os alunos e seus conhecimentos prévios, fazer anotações e provocar inquietação nos discentes a fim de expressarem suas percepções. Assim, poderão perceber coletivamente, pela mediação do professor, a diferença no resultado de superposição de ondas em fase a qual produzir interferência construtiva em comparação com a superposição de ondas em oposição fase que produz interferência destrutiva.

Software Ondas e a Diferenciação progressiva

A fim de manipular o fenômeno de maneira controlada, evidenciando várias propriedades para os estudantes, o professor deve realizar nova abordagem utilizando o software gratuito Ondas 2.2 (figura 3.3), elaborado pelo Professor Pedro Rodrigues Porca, disponível para download no site <http://www.xente.mundo-r.com/explora/ondas/ondas-es.htm>, o qual pode ser utilizado para rever as características de ondas unidimensionais: comprimento, amplitude, frequência entre outros; e destacar as características de interferência.

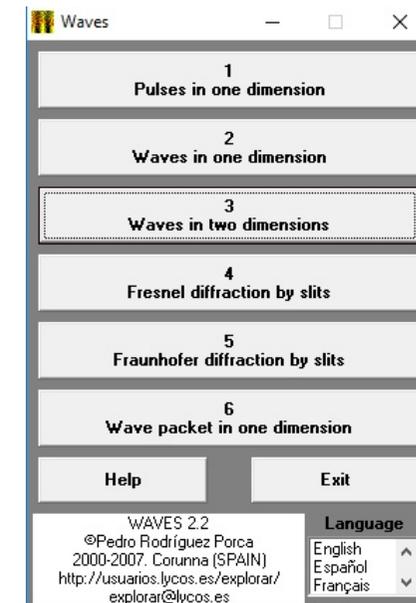


Figura 3.3: Tela inicial do software Ondas.

O EFEITO DE INTERFERÊNCIA EM ONDAS POR MEIO DE VÍDEO, LABORATÓRIO VIRTUAL E SIMULAÇÃO.

No caso de ondas bidimensionais o software permite realizar variações das posições das fontes, amplitude e diferença de fase. O padrão de interferência pode ser verificado e analisado conforme a figura 3.4. Desta forma, o software se torna um instrumento manipulável de bastante utilidade para proporcionar compreensão do fenômeno e assim exercer a diferenciação progressiva dos sub-sonçores na estrutura cognitiva do aprendiz.

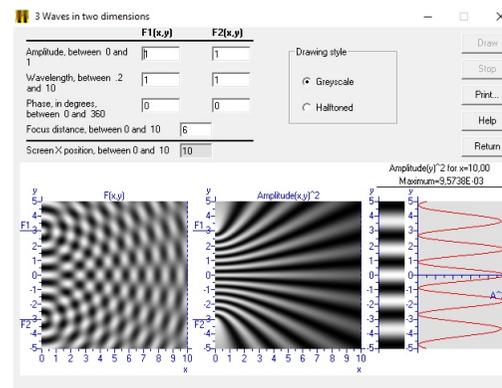


Figura 3.4: Padrão de interferência em superfícies.

A utilização do simulador PhET a fim de realizar reconciliação integrativa

Após algumas aulas ativas onde é detalhada a matemática que descreve o fenômeno de interferência em ondas bidimensionais se faz necessário o retorno a visualização do efeito a fim de se re-

alizar a reconciliação integrativa entre ondas se propagando na superfície de um lago e ondas sonoras na atmosfera. Tal procedimento é útil pois fornece a preparação de subsunçores para o emprego da última sequência didática. Assim, é recomendado a utilização do simulador PhET, desenvolvido pela Universidade do Colorado, disponível no site <https://phet.colorado.edu/en/simulations>, cujo download é gratuito. Num primeiro momento deve-se simular a propagação de ondas em uma superfície d'água originadas pelo gotejar de uma única torneira.

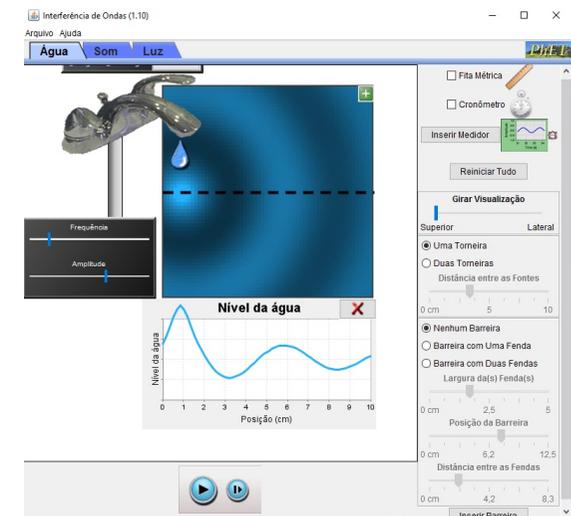


Figura 3.5: Propagação da onda em superfície.

Na simulação pode ser percebido que a frequência da onda gerada é igual a do gotejamento o que é a fonte da perturbação, destacando a assertiva que a frequência de uma onda depende da frequência da fonte. Depois, inserimos outra tor-

MNPEF-UnB

O EFEITO DE INTERFERÊNCIA EM ONDAS POR MEIO DE VÍDEO, LABORATÓRIO VIRTUAL E SIMULAÇÃO.

neira no intuito de obter o padrão de interferência pela superposição de frentes de onda (figura 3.6).

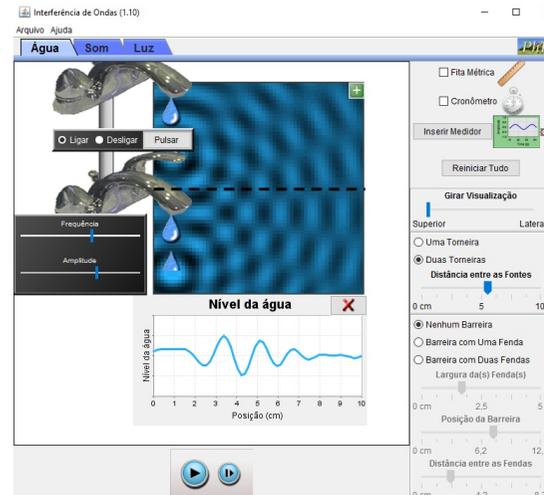


Figura 3.6: Inerferência na propagação de onda em superfície.

Assim, pode-se comparar esse padrão com o obtido pela simulação de ondas sonoras produzidas por dois alto-falantes (figura 3.7) destacando as regiões de interferência construtiva e destrutiva pelo movimento da figura que representa o ouvinte.

Por fim, deve ser destacada que a frequência da onda sonora poder ser entendida de maneira semelhante a frequência de uma onda na superfície d'água, de forma que esse momento é aproveitando para se inserir subsunçores para próxima seqüência didática.

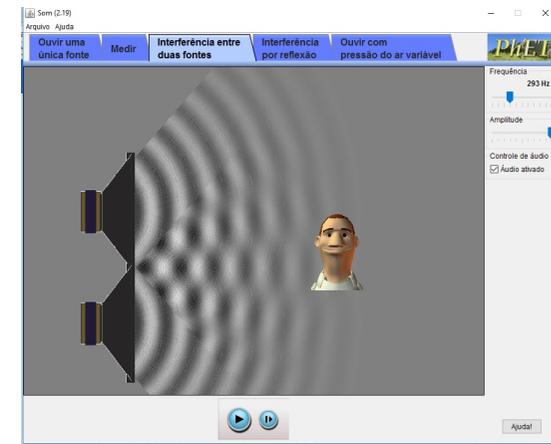


Figura 3.7: Inerferência na propagação de onda sonora.

Os módulos de simulação estão disponíveis em Java na opção Physics do site.

MNPEF-UnB

O EFEITO DOPPLER UTILIZANDO VÍDEOS E SIMULAÇÃO

MNPEF-UnB

Um dos elementos mais característicos de uma onda é sua frequência, tal propriedade está relacionada a um grande número de efeitos como sensações fisiológicas, batimentos de ondas e timbre. Desta forma, a proposta da sequência didática apresenta um conjunto de vídeos. O primeiro auxilia a percepção da frequência, abordando sons graves e agudos, o que serve de organizador prévio, noutro vídeo é abordada a forma da onda sonora no tubo de Kundts que mobiliza os subsunçores do processo, e o último vídeo mostra a influência do estado de movimento da fonte e do observador na percepção da frequência realizando uma reconciliação integrativa. Por fim a sequência didática se encerra utilizando uma simulação do efeito Doppler no software Modellus.

Vídeo como organizador prévio e mobilizador de diferenciação progressiva

Ao iniciarmos o assunto os discentes possuem os subsunçores apropriados pois o conceito de frequência já foi abordado anteriormente, logo a associação com frequência sonora pode ser realizada por meio de um vídeo demonstrativo que faz o papel de organizador prévio. A escolha novamente foi utilizar um vídeo do site youtube em virtude da facilidade de acesso e gratuidade, entre as variadas possibilidades o vídeo do endereço www.youtube.com/watch?v=HkzVxwghiik se destaca por mostrar a vibração associada a frequência sonora. Isso permite a introdução do conceito de graves e agudos (figura 4.1).

Posteriormente se apresenta um vídeo de ondas estacionárias do site youtube cujo endereço é https://www.youtube.com/watch?v=qUiB_zd9M0k. Assim, é possível associar diretamente a frequência

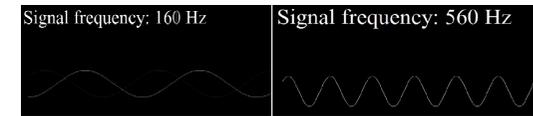


Figura 4.1: Variação de frequência sonora.

ao modo de vibração de uma onda sonora por meio de uma visualização (figura 4.2).



Figura 4.2: Modo de vibração da onda em função da frequência.

Posteriormente se realiza uma diferenciação progressiva pela aplicação de perguntas aos discentes.

Questões sobre características da frequência e Efeito Doppler:

1. Sobre frequência podemos compreender que são?
 - (A) Perturbações espaciais da onda.
 - (B) Perturbações temporais da onda.
 - (C) Agudas quando o som é fino.
 - (D) Graves quando o som é fino.
 - (E) Algo que não sei informar.
2. Ainda sobre frequência podemos dizer que depende:
 - (A) da fonte de emissão da onda.
 - (B) do meio que a onda se propaga.

O EFEITO DOPPLER UTILIZANDO VÍDEOS E SIMULAÇÃO

- (C) da fonte de emissão da onda e do meio pelo qual se propaga.
 - (D) de algo que não sei informar.
3. Caso a fonte de ondas esteja em movimento isso afeta a frequência percebida por meio
- (A) da velocidade da onda.
 - (B) do comprimento da onda.
 - (C) da própria frequência emitida.
 - (D) de algo que não sei informar.

O Efeito Doppler e sua abordagem como uma reconciliação integrativa

Analisar as influências do estado de movimento de fonte e do ouvinte em relação as alterações verificadas na frequência proporciona uma das descrições mais ricas e belas da Física. Nessa construção realizamos uma série de recombinação de conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante e esta ação proporciona de maneira manifesta uma reconciliação integrativa. A filmagem produzida pelos professores Amadeu, Giovannini e Pedro aborda de maneira qualitativa o Efeito Doppler. Eles desenvolvem o vídeo realizando todas as configurações possíveis dos estados de movimento e mudança na percepção da frequência de maneira qualitativa. O vídeo está hospedado no site do youtube cujo link é www.youtube.com/watch?v=8XcJf4r0efE (figura 4.3).

Após essa visualização o professor realiza a discussão quantitativa do Efeito Doppler com apoio de uma simulação gratuita construída no software Modellus que pode ser obtida no repositório <http://fisicanalixa.blogspot.com.br> (figura 4.4)



Figura 4.3: Apresentação do Efeito Doppler pelo Mago da Física.



Figura 4.4: Site de divulgação de simulações de software Modellus.

Nessa home page estão disponíveis muitas simulações produzidas por vários autores a respeito de variados objetos do conhecimento da Física. A proposta para encerrar a sequência didática é utilização da simulação do efeito Doppler obtida por <http://fisicanalixa.blogspot.com.br/2010/09/efeito-doppler.html> (figura 4.5).

Nessa simulação se pode visualizar a dispersão das frentes no sentido contrário ao deslocamento de móvel indicando diminuição na frequência (som

MNPEF-UnB

O EFEITO DOPPLER UTILIZANDO VÍDEOS E SIMULAÇÃO

grave) e a concentração de frentes de onda no sentido de deslocamento do móvel indicando aumento na frequência (som agudo).

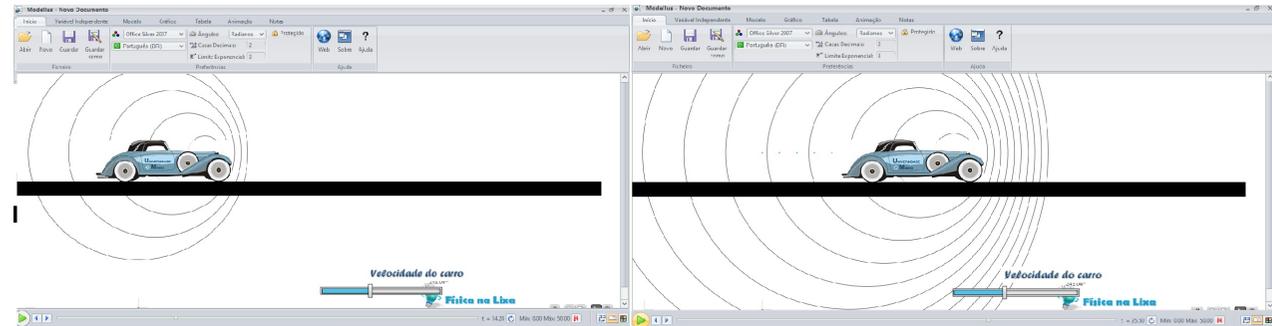


Figura 4.5: Configuração das frentes de onda no Efeito Doppler.

MNPEF-UnB

CONCLUSÃO

As seqüências didáticas ora apresentadas fornecem ao docente um instrumento moderno e de fácil acessibilidade para tornar sua prática mais atrativa ao discente em virtude de lançar mão de recursos visuais e computacionais que estão difundidos pelo cotidiano dos alunos.

MNPEF-UnB

CONTATOS

Jorge Luís de Araújo coelho : jorgeluisdeac@gmail.com
Fabio Ferreira Monteiro : fmonteiro@unb.br

MNPEF-UnB