

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

APRENDENDO ONDAS COM O ZUM

JÉSSICA MARTINS

Sumário

1. AO PROFESSOR	2
2. INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS, ENSINO SOB MEDIDA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....	3
3. JOGO ZUM	5
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	7
Aula 1	8
Aula 2	8
Aula 3	10
Aula 4	11
Aula 5	12
Aula 6	14
Aula 7	15
Aula 8	17
Aula 9	17
Aula 10.....	17
REFERÊNCIAS	19
APÊNDICE A	20

1. AO PROFESSOR

Este material constitui uma proposta de uma sequência didática para o estudo de ondulatória, com a utilização de um jogo digital e de metodologias que pretendem colocar o aluno como ser ativo no processo de ensino aprendizagem.

As aulas foram planejadas de forma que os alunos possuam uma maior autonomia e com o professor atuando como mediador do processo de ensino-aprendizagem.

A sequência didática proposta faz uso de recursos tecnológicos em momentos extraclasse e durante as aulas. Portanto, o professor deve verificar a viabilidade de sua aplicação com antecedência.

A princípio será apresentada uma breve explicação das metodologias Instrução pelos Colegas (IpC) (MAZUR, 2015), Ensino sob Medida (EsM) (ARAÚJO; MAZUR, 2013) e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) (BENDER, 2014), que fundamentam esse Produto Educacional e, posteriormente, é descrita a sequência didática.

2. INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS, ENSINO SOB MEDIDA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.

A técnica instrução pelos colegas (*Peer Instruction*), foi desenvolvida por Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, ao perceber a dificuldade dos alunos em compreender conceitos físicos. Essa técnica tem dois objetivos: o primeiro, consiste em promover a interação entre os estudantes durante as aulas e o segundo, diz respeito ao foco dos estudantes nos conceitos fundamentais (MAZUR, 2015).

Assim, as aulas se iniciam com uma breve apresentação do professor dos conceitos chaves a serem compreendidos naquela aula e, ao final, são apresentados testes conceituais aos estudantes.

Estes testes deverão ser respondidos individualmente, a princípio. Em seguida, os estudantes devem discutir com seus colegas sobre a resposta que consideraram correta.

Os alunos podem responder utilizando cartões de respostas (*flash cards*) construídos de cartolina e contendo as possíveis alternativas de respostas. Após a discussão os estudantes devem apresentar suas novas respostas ao professor. Esse processo permite que o professor consiga obter a quantidade de alunos que responderam corretamente ou não as perguntas. Caso a porcentagem de respostas corretas da sala seja menor que 30%, o professor deve retomar o conteúdo e abordá-lo com maior detalhe. Posteriormente, deve apresentar um novo teste conceitual. Caso a porcentagem de respostas corretas seja maior do que 70% ele prosseguirá com o próximo tópico a ser estudado, entre 30% a 70% de acertos a discussão entre os colegas deve acontecer, se a quantidade de acertos for menor que 30%, o professor deve retomar o conceito de uma forma mais aprofundada e aplicar outro teste conceitual.

A metodologia intitulada Ensino sob Medida (*Just-in-time Teaching*), criada na década de 90 por Gregor M. Novak juntamente com seus colegas Andrew D. Gavrín, Evelyn T. Patterson e Wolfgang Christian, leva em consideração o conhecimento prévio dos estudantes, organizando a aula conforme as dificuldades específicas detectadas previamente nos alunos (ARAÚJO; MAZUR, 2013). Para tanto, utiliza recursos das tecnologias da informação e comunicação (como a plataforma Moodle, o WhatsApp, o *e-mail* ou o Facebook) para postar o material que deve ser estudado

previamente pelos estudantes, estendendo o espaço de aprendizagem para além da sala de aula.

Essa técnica é composta por três etapas: na primeira, os estudantes devem resolver tarefas que o professor irá indicar antes da aula, em um tempo hábil para o professor receber e corrigir as tarefas. Essas tarefas podem ser de autoria do professor, de alguma referência na internet, ou de um capítulo de livro. Após o estudo do material, os estudantes devem responder algumas questões dissertativas que envolvam os principais tópicos da aula, denominados testes de leitura. As respostas deverão ser enviadas ao professor via *e-mail* ou em uma plataforma de aprendizagem, como a Moodle, em um prazo estipulado pelo professor e bem anterior à aula.

A segunda etapa é aquela em que o professor deverá analisar as respostas dos estudantes às tarefas propostas, com a intenção de identificar os pontos nos quais os alunos apresentaram maior dificuldade. Por fim, o professor montará a sua aula levando em consideração os pontos de maior confusão por parte dos alunos e, em sala, deverá apresentar breves explicações desses pontos, intercalando-as com atividades de fixação ou experimentais, que provoquem interação entre os educandos.

A terceira metodologia empregada é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que é uma técnica de ensino, cuja concepção baseia-se em propor uma tarefa, problema ou questão que seja envolvente e motivadora para os alunos (BENDER, 2014). Assim, os alunos deverão trabalhar cooperativamente, em pequenos grupos, ao longo do processo da aprendizagem. Outro ponto importante é em relação à questão motriz, já que esta deve manter o aluno focado durante a abordagem. O auxílio e o feedback do professor ao longo do processo também é extremamente relevante e devem ser proporcionados períodos de reflexão aos alunos. Para o encerramento da técnica é fundamental que os estudantes tenham oportunidade de apresentar os resultados do projeto, seja na forma oral ou escrita.

3. JOGO ZUM

O desenvolvimento do jogo digital ZUM (Figura 1) foi realizado de forma colaborativa com os integrantes do Núcleo de Pesquisa em Tecnologias (NUTEC) da Universidade Federal de Uberlândia. Este foi construído com o uso da plataforma de desenvolvimento de jogos Unity em sua versão gratuita.



Figura 1-Imagem inicial do Jogo.

O personagem do jogo é um celular (Figura 2), que dá o nome ao jogo, e que tem como objetivo inicial escapar do vilão “Gaiola”, cujo nome faz referência ao princípio da Gaiola de Faraday.

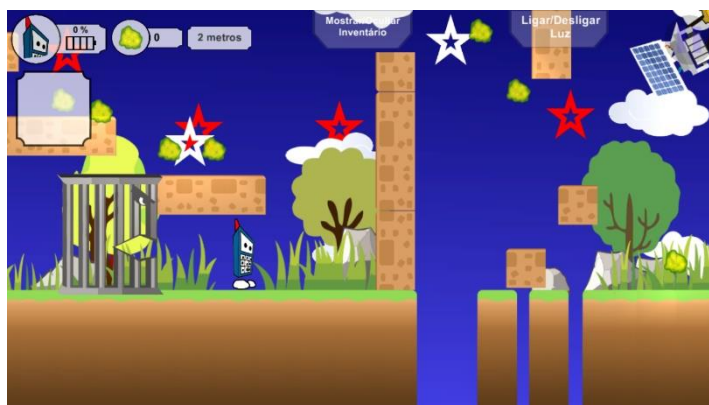


Figura 2-Visualização dos personagens e cenário do jogo.

À medida que avança no cenário, ZUM deve coletar fótons, impedindo que sua bateria descarregue e que, conseqüentemente, seja capturado pelo vilão. O personagem apresenta como característica a capacidade de emitir diferentes frequências, o que lhe permite superar desafios utilizando a interação da radiação

emitida com o obstáculo material, adquirindo a capacidade de destruir caixas confeccionadas de vidro, de metal, ou de madeira e aquecer um recipiente com água ao entrar em ressonância com esses materiais. O jogador poderá alterar a frequência emitida pelo Zum trocando a antena de acordo com o material que deverá ser destruído.

O jogo apresenta duas versões para download: uma versão Android e outra Windows, o que amplia sua possibilidade de aplicação. A fase inicial do jogo pode ser instalada a partir do link <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git>.

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática propõe 10 aulas presenciais em sua utilização.

A aula 1 deve ser destinada para apresentação da proposta para os alunos e explicação de como as aulas irão funcionar. Durante a exposição da proposta, o professor deve levar em consideração as falas dos alunos, permitindo que eles se sintam parte integrante e central do processo.

As aulas 2 a 4 propõem a utilização das metodologias EsM e IpC. Portanto, o professor deverá postar o material de estudo, sugestão de material elaborado pelo professor Apêndice A, para os alunos com antecedência, para que eles possam enviar em tempo hábil ao professor o questionário respondido. O material poderá ser colocado em uma plataforma, Moodle, ou enviado por email. Nos momentos em sala o professor poderá utilizar *flash cards*, ou o aplicativo *Plickers*¹. Caso opte pela utilização de cartões o professor poderá confeccioná-los anteriormente da forma que achar melhor.

Se optar pela utilização do aplicativo, o professor deverá fazer um cadastro, conforme solicitado após download do aplicativo, e assim pode montar questionários de múltipla escolha. Os alunos portando os cartões, próprios para serem utilizados com o aplicativo, responderam às perguntas. O professor, utilizando seu celular, faz a leitura dos códigos impresso nos mesmos, permitindo assim uma análise dos números de respostas corretas.¹

¹*Plickers* é um aplicativo que pode ser utilizado em sistemas operacionais Android e iOS além da web. Permite a elaboração de questionários de múltipla escolha e que professores visualizem as respostas dos alunos imediatamente.



Figura 3 - Cartões respostas.

Aula 1

Na primeira aula presencial, o professor deverá apresentar a proposta das aulas e as metodologias Ensino sob Medida, Instrução por pares e Aprendizagem baseada em projetos, que vão ser utilizadas e também o tema que será trabalhado: Ondulatória. Esta apresentação preparara os alunos para a alteração do formato das aulas, deixando-os informados sobre o processo.

O professor deverá falar sobre o Jogo Zum rapidamente, sem muitos detalhes do que se passa no jogo e os conceitos que possui. A apresentação deverá apenas enfatizar que eles criarão um roteiro de sequência para o jogo, envolvendo o conteúdo trabalhado.

Nesta aula o professor deve informar os alunos sobre o material que utilizarão e a forma que terão acesso, já que eles deverão estudá-lo anteriormente às aulas presenciais.

O material de estudo poderá ser preparado pelo professor, ou ele poderá indicar um material que tenha selecionado sobre os conceitos a ser estudado naquela aula. Caso o professor escolha produzi-lo em *Power Point*, ou outro recurso de sua preferência, é importante colocar o conteúdo de forma clara, com imagens e, se possível, utilizar recursos que complementem o material.

Aula 2

Objetivo: Definir o conceito de onda, suas características e sua classificação em relação à natureza de propagação.

Conceitos: Ondas, velocidade de propagação, comprimento de onda, período, frequência, amplitude, classificação em relação a natureza da onda: onda eletromagnética e mecânica.

Em um momento anterior à aula presencial os estudantes deverão realizar as atividades propostas abaixo:

1. Fazer uma representação do que entendem por Onda e enviar para o e-mail informado na plataforma Moodle do Nutec (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou pelo e-mail.
2. Estudar a apresentação de slides (material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle ou pelo e-mail.
3. Responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou pelo e-mail.

Sugestão

O professor pode criar os questionários que serão utilizados ao longo das aulas pelo Moodle, ou através do Google Formulários². As questões dos questionários extraclasse podem ser retiradas de algum material, ou de provas de vestibular.

Com o acesso às respostas, o professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, assim como testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Discussão do princípio de onda a partir das representações feitas pelos estudantes.

Questão geradora
Por que você representou uma onda desta forma?

2. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.

² Google Formulários (*Google Forms*) é uma ferramenta do *Google Docs*, que permite criar e analisar questionários.

3. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.
4. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
5. Discussão em grupo da pergunta conceitual.
6. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
7. Mostra do vídeo “Som no vácuo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rEGO8-zUcEI> . O professor pode utilizar o vídeo para retomar a discussão sobre a classificação da natureza da onda.

O professor deve encerrar ressaltando mais uma vez os conceitos apresentados e complementando as discussões em sala.

Sugestão

O professor pode escolher a quantidade de perguntas conceituais a ser discutidas pelos alunos, conforme o tempo disponibilizado. Essas questões podem ser elaboradas pelo professor, retiradas de algum material ou mesmo utilizar questões de vestibular. As questões devem também abordar o conteúdo no qual os alunos apresentaram maior dificuldade.

Aula 3

Objetivo: Definir sua classificação ao modo de propagação e dimensão de propagação da onda, sua fase, interferência construtiva e interferência destrutiva.

Conceitos: Classificação das ondas, interferência, fase da onda.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. O professor deverá orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide (Material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou enviado por e-mail.
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviado por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Sequência da aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual

O professor deve encerrar enfatizando mais uma vez os conceitos apresentados complementando as discussões em sala.

Aula 4

Objetivo: Compreender os conceitos de refração, reflexão, difração e polarização. Perceber aplicação desses conceitos em objetos no cotidiano.

Conceitos: Reflexão e Refração, Difração e Polarização.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. Orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide (Material de Estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou por e-mail.
2. Solicitar que os estudantes respondam ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviado por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.

Sugestão

Em sua explicação sobre o conteúdo abordado nesta aula, o professor pode utilizar-se de recursos, como simuladores, que complementem a explicação dada. As simulações abaixo:

- *Desvio da Luz*
- *Onda em uma corda*

Estão disponíveis no site Phet-Interactive Simulations no link:
<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/physics/sound-and-waves>

Elas podem auxiliar na explicação sobre reflexão e refração de ondas.

2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Apresentação do vídeo “Reflexão e Refração” disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=N7NilzmSfwk>
7. Mostra do vídeo “Óculos Escuro Polarizado e Não Polarizado” disponível em
<https://www.youtube.com/watch?v=TjItXUJsgwY>

O professor deve encerrar enfatizando mais uma vez os conceitos apresentados, complementando as discussões em sala.

Aula 5

Objetivo: Compreender os conceitos relacionado às ondas sonoras.

Conceitos: Qualidades fisiológicas do som, Efeito Doppler, Ressonância, Efeito Doppler da luz, Batimento, ondas estacionárias.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou enviada por e-mail.
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviada por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e formular teste conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor (Material de estudo).
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Apresentação do vídeo “Frequência, Ressonância e Batimento” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8>

Sugestão

O professor pode realizar nesta aula uma atividade experimental simples para que os alunos consigam visualizar uma onda estacionária.

Material necessário

Uma espiral de encadernação.

Instruções

O professor deve solicitar ajuda de um aluno para que ele segure e mantenha uma das extremidades da mola fixa.

Em seguida o professor deve mexer em movimentos verticais na outra extremidade da mola, até que a onda estacionária se forme.

Esse experimento foi adaptado conforme mostrado no vídeo “Mago da Física - Ondas estacionárias” no link: <https://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k>

O professor deve encerrar ressaltando mais uma vez os conceitos apresentados e complementando as discussões em sala.

Nas aulas 6 a 10 da sequência proposta os estudantes irão trabalhar com o jogo digital ZUM (Figura 1). Ao abrirem o jogo, os estudantes terão a possibilidade de encontrar informações acerca de como jogá-lo no tópico Treinamento (Figura 4 e 5).



Figura 4 - imagem do início do jogo



Figura 5 - Imagem treinamento do jogo.

Aula 6

Atividades anteriores à aula presencial:

O aluno irá acessar a plataforma Moodle ou o e-mail, onde estará a seguinte atividade:

1) Você deverá jogar observando com atenção os acontecimentos ao longo do percurso. Você deve registrar em vídeo, de curta duração, o momento em que estiver jogando, colocando-o em anexo.

Após o aluno entrar em contato com o jogo ele deverá responder o questionário com as perguntas abaixo, essas questões podem estar colocadas no Moodle ou no e-mail, utilizando o Google Formulários:

QUESTÕES PROPOSTAS

- 1) Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
- 2) Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta 1 com o fenômeno que permite o acionamento da ponte.
- 3) Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para o funcionamento do celular.

Aula presencial:

Em sala, os estudantes serão divididos em grupos para discutirem as perguntas respondidas extraclasse, possibilitando-os refletir e argumentar sobre os possíveis conceitos de ondas contidos no jogo. É importante que durante as aulas, caso os alunos sintam necessidade, eles tenham acesso ao jogo, ou por meio dos celulares pessoais ou por meio de um computador.

Sugestão

A divisão em grupos pode ser realizada previamente pelo professor, ou deixar livre para os alunos. Caso o professor faça a divisão, é importante montá-los de forma eclética. Esse grupo deve permanecer até o final da sequência metodológica.

Cada grupo fará um breve relato sobre a conclusão das perguntas apresentadas e, ao final de cada apresentação, o professor fará um fechamento, apontando os equívocos e acertos sobre as questões que foram apresentadas.

Após a apresentação das respostas pelos grupos, o professor faz a explanação de alguns conceitos importantes abordados no jogo como: Fóton, Funcionamento do Painel solar e aparelho de micro-ondas.

Aula 7

Atividades anteriores à aula presencial:

Nesta aula os estudantes serão estimulados a montar uma sequência para o jogo utilizando conceitos que foram trabalhados ao longo das aulas. Eles postarão suas propostas na plataforma Moodle, ou no Google formulários, permitindo o acesso

do professor às suas ideias anteriormente à aula; assim, os eventuais equívocos dos estudantes poderão ser trabalhados durante a aula, otimizando o tempo em sala.

Aula presencial:

Em sala, o professor fará um experimento com os alunos que remete a um conceito abordado no jogo, conforme apresentado no Quadro 1 e com base no artigo de Pelizer (2016).

Quadro 1 - Atividade Experimental.

Atividade Experimental – Celular fora de área	
Materiais: <ul style="list-style-type: none">• Dois celulares• Uma folha de papel alumínio	Instrução: <ul style="list-style-type: none">• O professor deve solicitar a um aluno da turma que venha a frente com seu celular.• O professor deverá ligar do seu telefone próprio para o aluno, afim de mostrar para a turma que o celular recebe a chamada normalmente.• Em seguida, o professor deve embrulha o celular do aluno no papel alumínio.• O professor liga novamente para ao aluno.

Após a realização do experimento o professor deve solicitar que seus alunos tragam uma possível explicação, para o acontecimento do fenômeno observado no experimento para a próxima aula.

Em seguida, os estudantes voltam a se agrupar para a discussão do roteiro do jogo. É importante que o professor fique atento às discussões que acontecem nos grupos, auxiliando-os e indagando-os sobre possíveis equívocos conceituais que podem surgir ao longo da aula.

Sugestão

O professor também pode permitir que os alunos utilizem seus celulares para fazer pesquisas sobre o conteúdo, além do material que eles possuem em sala.

Aula 8

O professor deve iniciar a aula solicitando a seus alunos a explicação sobre a atividade experimental realizada na aula 7. Ao término das apresentações das respostas pelos alunos, o professor deve fazer o fechamento a partir das explicações dos alunos sobre o fenômeno abordado na atividade experimental.

Caso os alunos não percebam a relação da atividade experimental com o jogo, o professor deverá indagar sobre uma possível relação entre o experimento e um acontecimento presente no jogo.

Em seguida, o professor deve orientar seus alunos para continuarem na elaboração do roteiro do jogo.

Aula 9

Em sala, os estudantes discutirão suas propostas das fases seguintes do jogo em grupo, para construção do roteiro.

Sugestão

A necessidade da aula nove dependerá do andamento em sala. Caso o professor perceba que os alunos precisarão de mais uma aula para a construção do roteiro do jogo, ele deve utilizar esta aula.

Aula 10

Nesta aula o professor deve organizar, conforme achar conveniente, ou deixar a cargo dos alunos, a sequência de apresentação dos roteiros pelos grupos.

Os estudantes deverão apresentar a proposta de roteiro, utilizando o recurso que achar necessário.

É importante que o professor deixe os alunos livres para fazer questionamentos nas apresentações dos roteiros mostrados.

Sugestão

Ao término das apresentações o professor pode propor aos alunos, a montagem de um único roteiro pela turma, utilizando as ideias de cada grupo.

É importante que o professor retome os conceitos abordados nos roteiros do jogo, relacionando-os com o conteúdo visto em sala. Caso seja apresentado um conceito de forma equivocada, ele deve levar seu aluno a perceber e refletir sobre tal equívoco.

REFERÊNCIAS

MAZUR, E. Peer Instruction: **A revolução da Aprendizagem ativa**. Porto Alegre. Penso. 252 p., 2015.

ARAUJO, I. S., MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: uma proposta para o engajamento dos estudantes no processo de ensino aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.30, n.2 p. 362-384, ago,2013.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2014.

PELIZER, G. **Celular fora de área**. Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/celular-fora-de-area/750> >. Acesso: em 20 de abril de 2016.

APÊNDICE A



CLASSIFICAÇÃO

- EM RELAÇÃO A NATUREZA:



CLASSIFICAÇÃO



Exemplo de onda mecânica: Onda sonora esférica no ar.



Exemplo de onda Eletromagnética: Luz

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



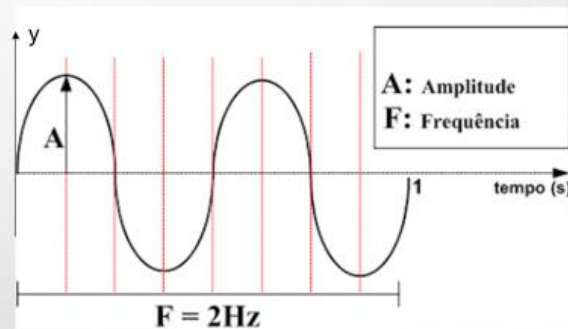
λ = distância entre duas cristas ou dois vales.

A (amplitude) = Distância que vai da linha de equilíbrio até o ponto máximo de uma crista ou até o ponto mínimo de um vale.

v = Velocidade de propagação da onda

FREQUÊNCIA

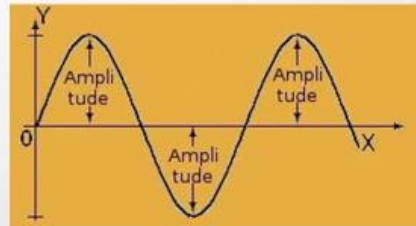
- Número de oscilações completas em uma unidade de tempo
- Uma oscilação completa é o movimento de subida e descida da onda.
- A frequência depende da fonte geradora.



Fonte: <http://fabrisco.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>

AMPLITUDE

- **RELACIONA-SE COM A ENERGIA TRANSPORTADA PELA ONDA;**
 - **QUANTO MAIOR A AMPLITUDE MAIS ENERGIA.**



Fonte: <https://anamota3.wordpress.com/2012/01/17/caracteristicas-do-som-frequencia-amplitude-e-timbre/>

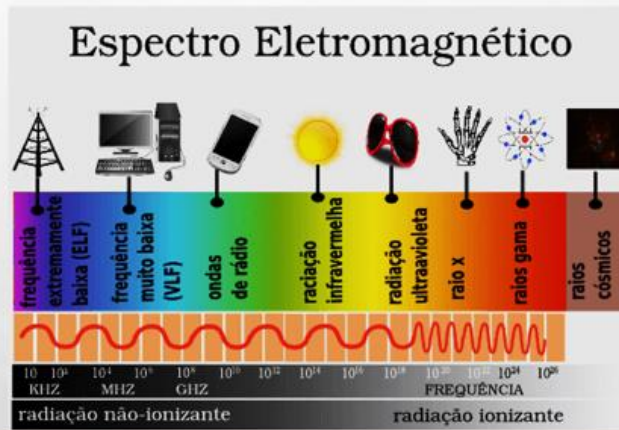
FREQUÊNCIA E CORES DA LUZ

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^4 Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranja	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelho	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

A frequência e comprimento de onda são inversamente proporcionais, quanto maior a frequência menor o comprimento de onda e vice-versa.

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

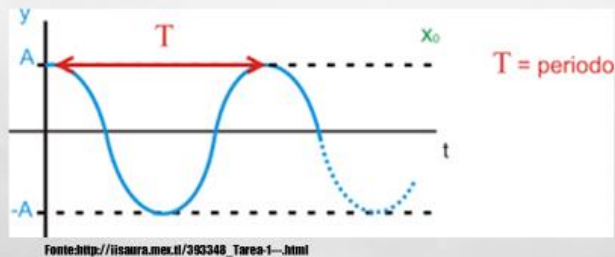
A velocidade das ondas eletromagnéticas :
 $v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
(velocidade da luz)



Fonte: <http://raios-ultravioleta.info/o-que-sao-raios-ultravioleta.html>

PERÍODO (T)

- É O INTERVALO DE TEMPO GASTO PARA UMA OSCILAÇÃO COMPLETA.



Fonte: http://iisaura.mex.it/393348_Tarea-1-.html

VELOCIDADE

- **DEPENDE DO MEIO DE PROPAGAÇÃO.**

- $v = \lambda \cdot f$

- v - VELOCIDADE

- λ - COMPRIMENTO DE ONDA

- f - FREQUÊNCIA

- $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ - Velocidade de uma onda em uma corda.

- T - TRAÇÃO.

- μ - DENSIDADE. ($\mu = \frac{m}{v}$)

ONDAS II



CLASSIFICAÇÃO – MODOS DE PROPAGAÇÃO

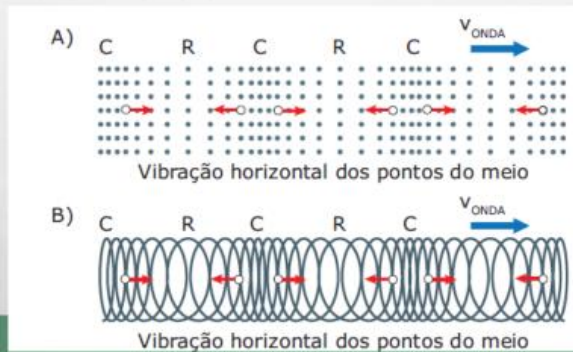
- **Ondas transversais:** os pontos de propagação oscilam perpendicular A direção de propagação da onda. Ex: Ondas em uma corda.



Fonte: Livro Bernoulli pg.48

CLASSIFICAÇÃO – MODOS DE PROPAGAÇÃO

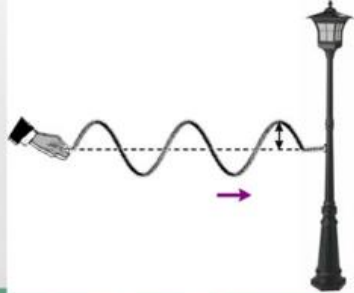
- **Ondas longitudinais:** pontos de propagação oscilam da mesma direção de propagação da onda. Ex: onda sonora



Fonte: Livro Bernoulli pg.48

CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- **Ondas unidimensionais:** propagam em uma dimensão do espaço. Ex: ondas em uma corda.



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/ondas2.jpg>

CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- **Ondas bidimensionais:** ondas que propagam em duas dimensões. Ex: ondas em um lago.



Fonte: https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/920910/mod_book/chapter/2671/mec/Books/Book1/img5.jpg

CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- Ondas tridimensionais: propagam em três dimensões. Ex: som.

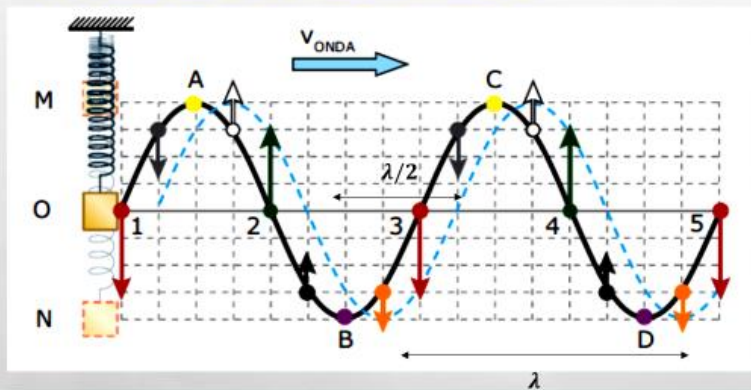


Fonte: <http://capricho.abril.com.br/blogs/techgirls/5-aplicativos-para-escutar-musica-online/>

FASE DE UMA ONDA

- PARA VERIFICAR SE DOIS OU MAIS PONTOS EM UMA ONDA ESTÃO EM FASE:
- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO.• POSIÇÃO.• ACELERAÇÃO. | } | <ul style="list-style-type: none">• Os pontos em uma onda estão em fase se a distância entre eles é um múltiplo inteiro de λ: $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots, n\lambda$.• Os pontos em uma onda estão em oposição de fase se a distância entre eles for um múltiplo ímpar da metade do comprimento de onda: $\lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2, \dots, n\lambda/2$ ($n=1,3,5,7,9\dots$) |
|--|---|---|

FASE DE UMA ONDA

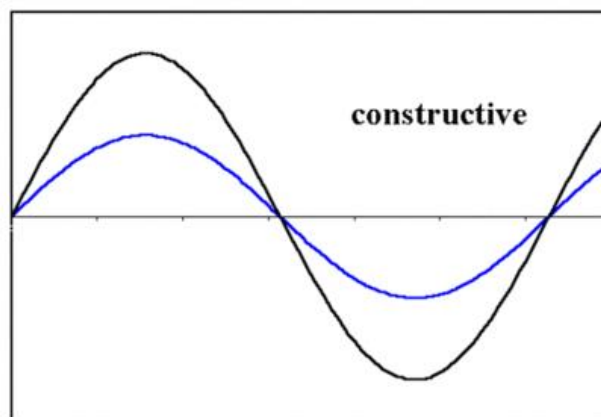


Pontos em fase: 1,3,5 ou 2 e 4
ou A e C ou B e D.

Pontos em oposição de fase: 2 e 4 com 1, 3 e 5 ou A e C com B e D.

Livro 5 Bernoulli Pg.41

SUPERPOSIÇÃO DE ONDAS

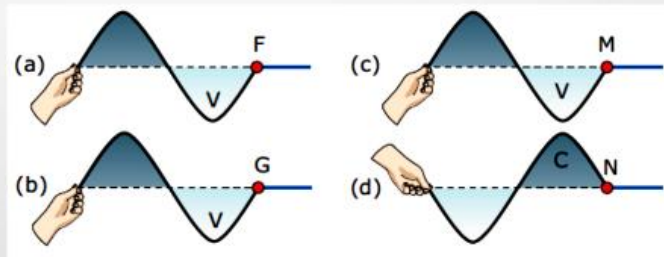


Fonte: <https://gifsdefisica.wordpress.com/gifs-de-molas-e-movimento-ondulatorio/>

FASE DE ONDA

Ondas em cordas diferentes:

- A e B estão em fase;
- C e D estão em oposição de fase;

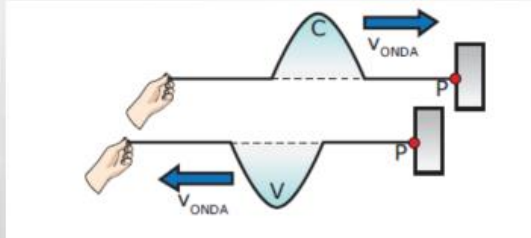


ONDAS III



REFLEXÃO

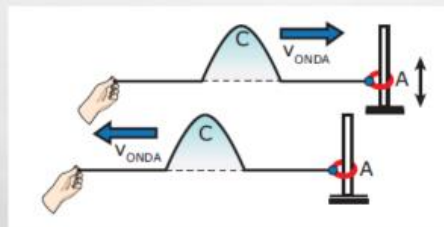
- NO PROCESSO DE REFLEXÃO NÃO HÁ MUDANÇA DE MEIO.
 - REFLEXÃO EM UMA CORDA COM EXTREMIDADE FIXA: INVERSÃO DE FASE
 - FREQUÊNCIA, VELOCIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA NÃO SE ALTERAM.



Fonte: Livro 5 Bernoulli

REFLEXÃO

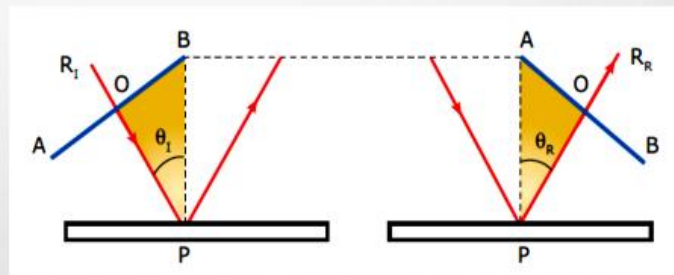
- REFLEXÃO EM UMA CORDA COM EXTREMIDADE MÓVEL:
 - FASE, FREQUÊNCIA, VELOCIDADE, COMPRIMENTO DE ONDA NÃO SE ALTERAM.



Fonte: Livro 5 Bernoulli

REFLEXÃO

Ondas planas: $\theta_i = \theta_r$

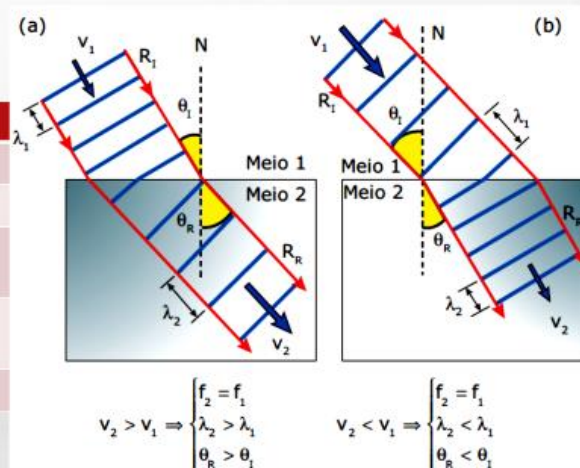


Livro 5 Bernoulli

REFRAÇÃO

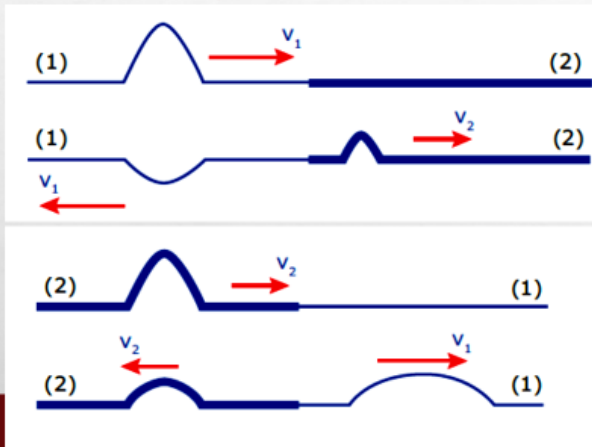
	Fig. (a)	Fig. (b)
Velocidade	Aumenta	Diminui
Frequência	Não altera	Não altera
Comprimento de onda	Aumenta	Diminui
Ângulo de refração	Aumenta	Diminui
Raio de Onda	Afasta	Aproxima

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



Livro 5 bernoulli

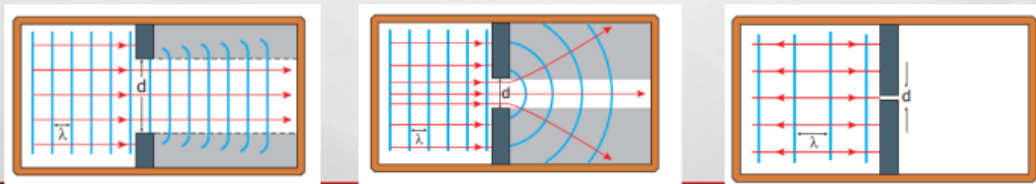
REFRAÇÃO E REFLEXÃO



- Menor a densidade da corda maior a velocidade.
- Frequência não se altera, pois depende na fonte geradora.
- Onda no ponto de encontro com a corda de densidade maior (primeira imagem), ocorre a inversão de fase da onda refletida.
- Onda no ponto de encontro com a corda de densidade menor (segunda imagem), não ocorre inversão de fase.

DIFRAÇÃO

- ALGUMAS ONDAS AO SE DEPARAREM COM ABERTURAS (ORIFÍCIOS) SE PROPAGAM EM TODAS DIREÇÕES.
- SE $\lambda \ll d$ DIFRAÇÃO POUCO ACENTUADA.
- SE $\lambda \cong d$ DIFRAÇÃO MUITO ACENTUADA.
- SE $\lambda \gg d$ NÃO OCORRE DIFRAÇÃO.
- SENDO λ COMPRIMENTO DE ONDA E d TAMANHO DO ORIFÍCIO.



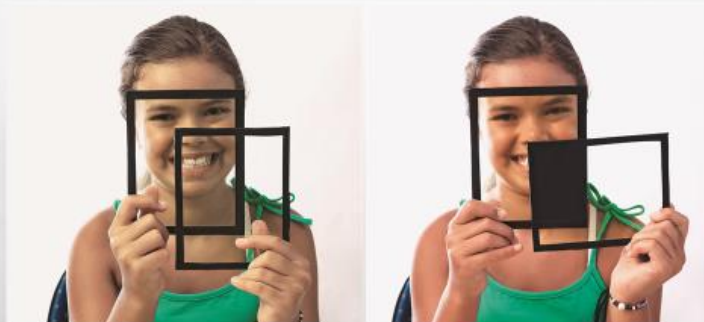
POLARIZAÇÃO

- É O PROCESSO NO QUAL A ONDA PASSA A VIBRAR EM UM ÚNICO PLANO DE VIBRAÇÃO.
- OCORRE COM ONDAS TRANSVERSAIS. EX: LUZ.



Polaroides mecânicos. As grades selecionam os planos de vibração.

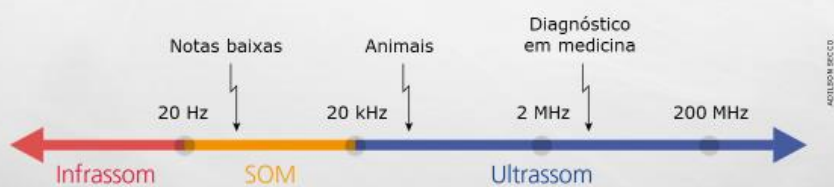
POLARIZAÇÃO



ONDASIV

ONDAS SONORAS

- **Som** é uma perturbação de pressão que pode excitar o sistema auditivo humano por vibrações produzidas no **tímpano**.



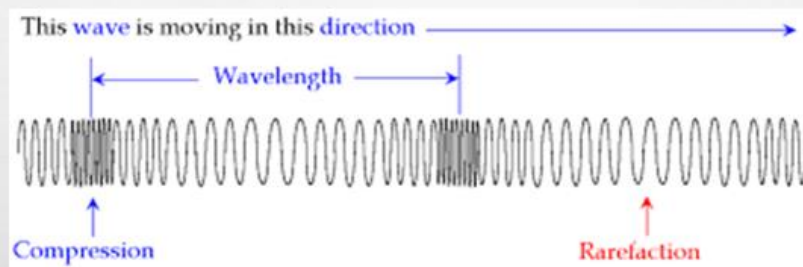
Espectro acústico audível e inaudível

Obs.: Esses valores podem variar de pessoa para pessoa ou, para uma mesma pessoa, ao longo da sua vida.

ONDAS SONORAS



ONDAS SONORAS



QUALIDADES FISIOLÓGICAS

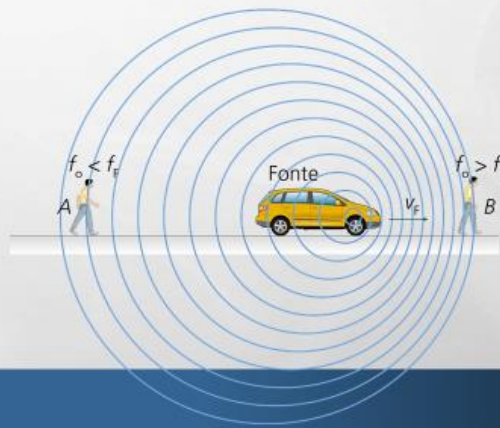


EFEITO DOPPLER

- **Efeito:** alteração na **frequência** das ondas recebidas por um observador.
- **Causa:** movimento relativo de **afastamento** ou de **aproximação** entre observador e fonte.
- O comprimento da onda também se altera quando há movimento da fonte.
- A frequência da fonte geradora não é alterada

EFEITO DOPPLER

- $f_{\text{aparente}} = f_{\text{fonte}} \left(\frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{observador}}}{v_{\text{som}} \mp v_{\text{fonte}}} \right)$
- + no numerador e - no denominador = APROXIMANDO
- - no numerador e + no denominador = AFASTANDO



EFEITO DOPPLER DA LUZ

- **SÓ É PERCEPTÍVEL PARA SE A FONTE LUMINOSA FOR VELOZ.**

Fonte se afasta	Frequência aparente < frequência da fonte	Desvio para o vermelho
Fonte se aproxima	Frequência aparente > Frequência da fonte	Desvio para o violeta

RESSONÂNCIA

- É o fenômeno no qual quando uma fonte sonora produz um som cuja frequência seja igual a frequência natural de oscilação do corpo, provocando amplitudes elevadas de oscilação aumentando a energia do corpo.



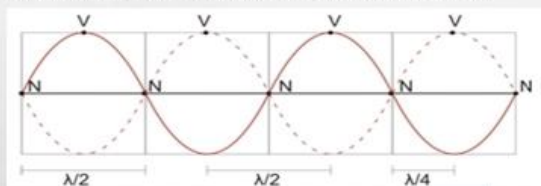
Fonte: <http://www.seara.ufc.br/tintim/fisica/ressonancia/ressonancia6.htm>

Ponte do rio Tacoma (Washington, EUA) é um exemplo do fenômeno de ressonância.

Alguns estudos apontaram que o movimento da ponte não ocorreu apenas devido ao fenômeno de ressonância.

ONDAS ESTACIONÁRIAS

- Ocorre quando duas ondas, de mesma amplitude, frequência e comprimento de onda, porém em sentidos contrários, se encontram



Distância entre dois nós ou dois ventres.

Distância entre um nó e um ventre

- Nós(N) – Pontos de amplitude nula.
- Ventres (V) – Pontos de amplitude máxima.
- Não há fluxo de energia ao longo de uma onda estacionária

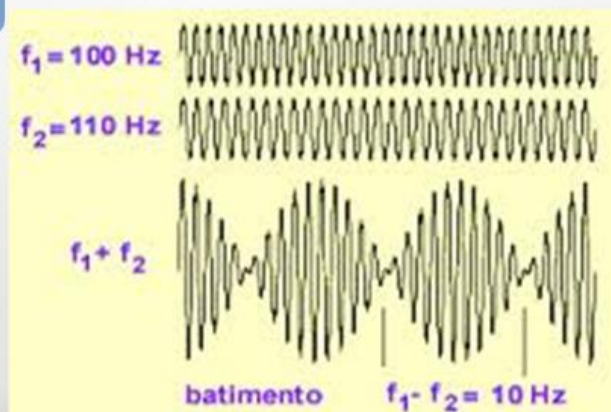
BATIMENTO

- É o fenômeno que ocorre quando duas ondas, de mesma direção, mesma amplitude e frequências ligeiramente diferentes se superpõem.
- Toda vez que a intensidade do som resultante passa por um máximo, ocorre o batimento.

ACESSE O SITE ABAIXO PARA VER UMA SIMULAÇÃO SOBRE BATIMENTO.

- [HTTP://PORTALDOPROFESSOR.MEC.GOV.BR/STORAGE/RECURSOS/923/FIS_BATIMENTO.HTM](http://PORTALDOPROFESSOR.MEC.GOV.BR/STORAGE/RECURSOS/923/FIS_BATIMENTO.HTM)

BATIMENTO



Fonte: <http://tocampos.planetaclix.pt/harmon/batimen.htm>