

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO



Lâminas em Alto Relevo para o Ensino de Ondas e Fenômenos Ondulatórios a Deficientes Visuais

Alexandre Chaves da Silva
Autor

Carlos Alberto dos Santos
Orientador

2018

Sumário	
Introdução	4
Informações básicas sobre a produção das lâminas	4
Sobre o método braille	4
Ferramentas e materiais para a confecção das lâminas	6
Glossário	8
Lâminas	8
Guia do professor - AULA 1	9
LÂMINA 1	10
LÂMINA 2	11
LÂMINA 3	12
Guia do professor - AULA 2	13
LÂMINA 4	14
LÂMINA 5	15
LÂMINA 6	16
LÂMINA 7	17
Guia do professor - AULA 3	18
LÂMINA 8	19
LÂMINA 9	20
LÂMINA 10	21
LÂMINA 11	22
LÂMINA 12	23
LÂMINA 13	24
Guia do professor - AULA 4	25
LÂMINA 14	26
LÂMINA 15	27
LÂMINA 16	28
LÂMINA 17	29
Guia do professor - AULA 5	30
LÂMINA 18	31
LÂMINA 19	32
LÂMINA 20	33

LÂMINA 21	34
Guia do professor - AULA 6.....	35
LÂMINA 22	36
LÂMINA 23	37
Guia do professor - AULA 7.....	38
LÂMINA 24	39
LÂMINA 25	40
LÂMINA 26	41
LÂMINA 27	42
LÂMINA 28	43
LÂMINA 29	44
Guia do professor - AULA 8.....	45
LÂMINA 30	46
LÂMINA 31	47
LÂMINA 32	48
LÂMINA 33	49
Guia do professor - AULA 9.....	50
LÂMINA 34	51
LÂMINA 35	52
LÂMINA 36	53
LÂMINA 37	54
LÂMINA 38	55
LÂMINA 39	56
LÂMINA 40	57
LÂMINA 41	58
LÂMINA 42	59
Guia do professor - AULA 10.....	60
LÂMINA 43	61
LÂMINA 44	62
LÂMINA 45	63
LÂMINA 46	64
LÂMINA 47	65
Referências	66

Introdução

Este produto educacional é constituído de lâminas produzidas em alto relevo para uso de estudantes de física da educação básica com deficiência visual, e de um guia de utilização das lâminas por parte do professor. Para esta versão impressa, as lâminas em alto relevo foram transcritas em português.

As lâminas apresentam textos e imagens elaboradas para a descrição conceitual e a compreensão de fenômenos ondulatórios, sem vinculação específica a qualquer teoria de aprendizagem. Trata-se de um produto elaborado ao estilo dos livros-textos usuais, de modo que pode ser usado com diferentes abordagens pedagógicas. No caso de seu uso vinculado a uma determinada teoria de aprendizagem, caberá ao professor estabelecer o cenário pedagógico apropriado. Por exemplo, se o texto for usado de acordo com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel(MOREIRA; MASSONI, 2015), o professor pode dedicar um período inicial para averiguar a apropriação por parte dos alunos, de subconres pertinentes ao conteúdo, ou seja ondas e fenômenos ondulatórios. A partir dessa averiguação o professor definirá a forma de trabalhar com as lâminas. Procedimentos similares poderão ser adotados se Paulo Freire(FREIRE, 2008) ou Vygotsky(IVIC, 2010) forem usados como referenciais teóricos.

Conforme será detalhado a seguir, as lâminas foram produzidas por meio de recursos absolutamente artesanais, desenvolvidos pelo autor. Embora trabalhosos tais recursos podem ser facilmente reproduzidos. Ainda não temos uma solução definitiva para produção em série desse material, mas quando estávamos testando o produto, tomamos conhecimento da existência do Monet, um aplicativo para desenhar gráficos em uma impressora Braille. Usar o aplicativo para a produção em série de nosso produto será nosso próximo desafio.

Informações básicas sobre a produção das lâminas

Sobre o método Braille

Apenas por uma questão de completeza apresentaremos aqui noções do método Braille, uma vez que seu domínio foi indispensável para a elaboração do produto em pauta. Para uma leitura mais detalhada recomenda-se o livro editado pela Secretaria de Educação Especial do MEC(Brasil, 2006).

A unidade básica do método Braille, conhecida como célula Braille é composta de duas colunas, cada uma com três pontos (Figura 1a). A combinação desses pontos forma os símbolos alfanuméricos que conhecemos: as letras do alfabeto, os números e os sinais ortográficos. Por exemplo, a letra A equivale ao ponto 1, mas o “ponto 1” de quem escreve não é o mesmo “ponto 1” de quem lê. Para quem escreve, o “ponto 1” é o número 4 na célula Braille. Ou seja, para que a letra A seja lida através do Método Braille, o número 4 deve ser marcado com alguma ferramenta (geralmente uma máquina Braille), de modo que seja produzida uma protuberância para ser percebida pelo tato. Então, ao marcar o ponto 4 (Figura 1b), uma protuberância é produzida no verso da folha. Ao se inverter esta folha, a marcação aparecerá na posição do ponto 1 (Figura 1c). Seguindo essa mesma lógica, para quem escreve, a letra B é representada pela marcação dos pontos 4 e 5, que corresponderá aos pontos 1 e 2 para quem lê. O código completo pode ser visto no livro supra mencionado (Brasil, 2006) ou na Wikipedia¹.

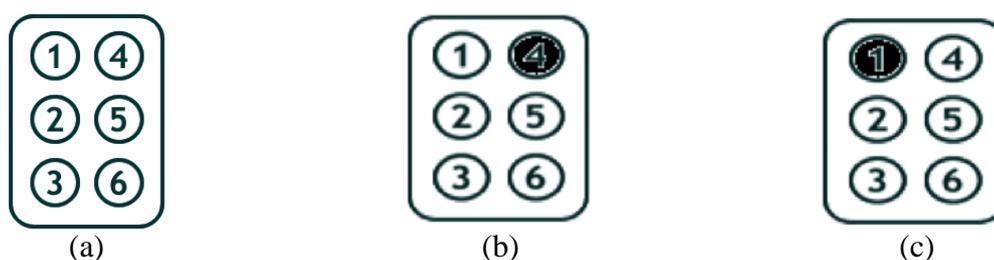


Figura 1 – (a) Célula Braille; (b) Marcação da letra A; (c) Leitura da letra A. Extraída e adaptada de <http://www.aaica.pt/sservicos/braille.php>. Acesso em 5/1/2018.

Essas ilustrações foram apresentadas para destacar o fato de que qualquer elemento gráfico (código de letras ou desenho) para ser acessado pela via do tato deve ser produzido no sentido inverso. É por isso que (4,5) transforma-se em (1,2). Além disso, na redação os textos devem ser escritos da direita para a esquerda, de modo que ao se inverter o meio em que foi produzido a escrita apareça na forma habitual, da esquerda para a direita.

Eventualmente, alunos cegos no ensino médio têm domínio limitado do código Braille. Geralmente dominam bem o alfabeto, mas muitos desconhecem alguns códigos especiais, que têm significados diferentes quando usados em vocabulários numéricos e alfabéticos, bem como em indicação de direção. Por exemplo, no vocabulário de operações numéricas, o sinal de soma (+) é representado pelo código (2-3-5), mas no alfabeto esse

¹ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Braille>. Acesso em 5/1/2018.

mesmo código representa o sinal de exclamação (!). Para indicar direção à esquerda, usa-se o código (2-4-6)(2-5), que representa a união dos códigos (õ) e (:) do alfabeto Braille, respectivamente. Portanto, convém apresentar ao aluno os códigos especiais relacionados na Tabela 1.

	SINAL	CÓDIGO	EQUIVALENTE ALFABÉTICO
NUMÉRICO	=	2-3-5-6	não há
	+	2-3-5	!
	-	3-6	-
	x	2-3-6	“
	÷	2-5-6	/
	(1-2-6	ê
)	3-4-5	ã
DIREÇÃO	direita	(2-5)(1-3-5)	:o
	esquerda	(2-4-6)(2-5)	õ:
	esquerda e direita ↔	(2-4-6)(2-5)(1-3-5)	õ:o
	para dentro	1-3-4-6	x
	para fora	3	•
	para cima	não há	⋮
	para baixo	não há	⋮
Tabela 1. Códigos Braille especiais, e seus equivalentes alfabéticos.			

Ferramentas e materiais para a confecção das lâminas

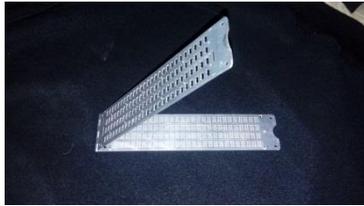
Pela opção que fizemos de confeccionar lâminas no formato paisagem, tivemos que trabalhar com a reglete, uma vez que as máquinas de escrever códigos Braille só o fazem no formato retrato. Todos os símbolos (letras e gráficos) foram produzidos com punções comerciais: punção de centro de 5 mm (utilizada para o contorno das imagens), PZ1 (utilizada

para representação de curvas) e T10 (utilizada para salientar pontos ou estruturas diferentes das anteriores).

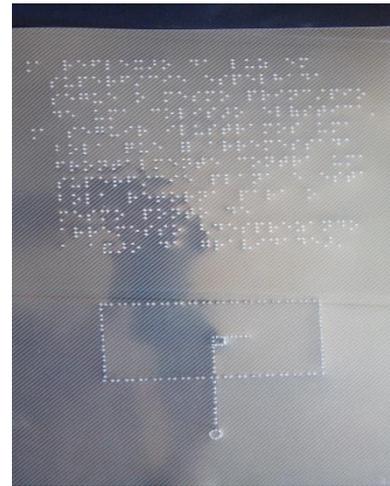
As lâminas foram confeccionadas com o plástico transparente utilizado em encadernação, por ser de fácil obtenção, baixo custo, boa visibilidade ao transcritor, longa durabilidade, pequeno volume e peso, fácil perfuração pela punção e ótima leitura ao deficiente visual. A Figura 2 ilustra os materiais utilizados.



(a)



(b)



(c)

Figura 2 – (a) Punções PZ1 (esquerda), P5 (centro) e T10 (direita); (b) Reglete; (c) Lâmina com texto em braile e imagem produzida por um dos autores.

Glossário

É próprio do conteúdo tratado neste produto, o uso de terminologia não usual no cotidiano, de modo que convém apresentar aos alunos um glossário de termos importantes utilizados no material, como este apresentado na Tabela 2.

Termo importantes	Significado
Adjacente	Situado junto a outro.
Consecutivos	Que se segue imediatamente.
Espectro	Registro da dispersão ou distribuição de energia ou radiação.
Longitudinal	Colocado ao comprimento ou no sentido do eixo principal.
Paralelas	Linha ou superfície equidistante de outra em toda a sua extensão.
Perpendicular	Linha ou plano que no encontro com outra linha ou plano formam ângulo de 90°.
Prisma	Cristal que decompõe a luz.
Pulso	Mover com um impulso.
Senóide	Função trigonométrica que têm como pontos críticos 0, 1, 0 e -1.
Simetria	Relação de tamanho ou de disposição que entre si devem ter as coisas ou as partes de um todo em relação a um ponto, eixo ou plano.
Sincronia	Ocorrência ou realização em simultâneo.

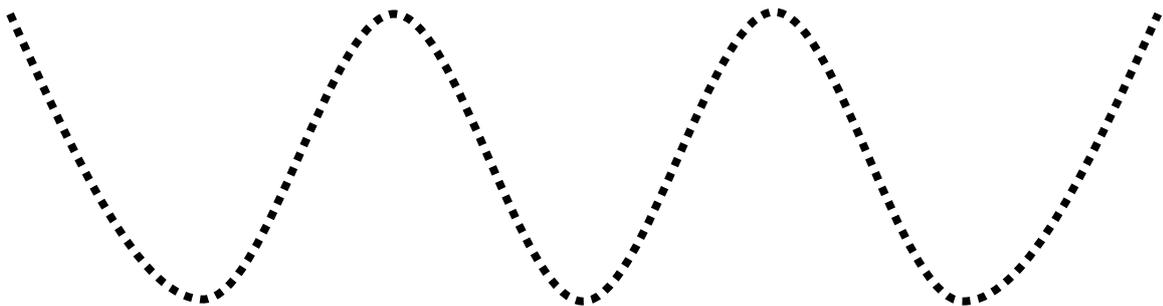
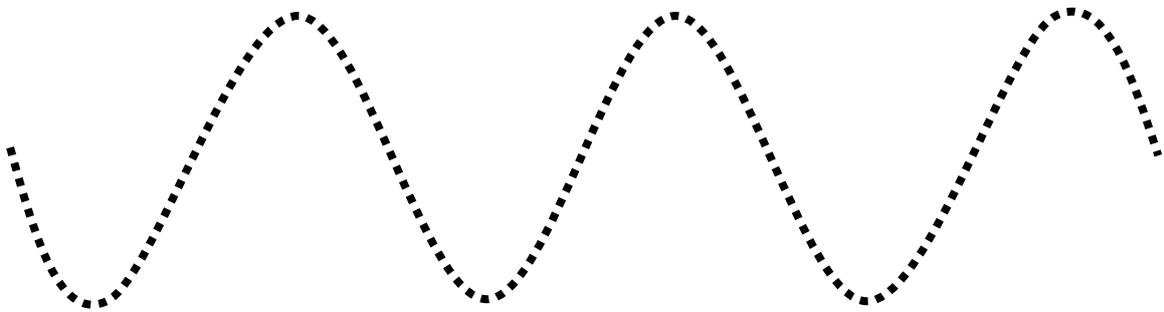
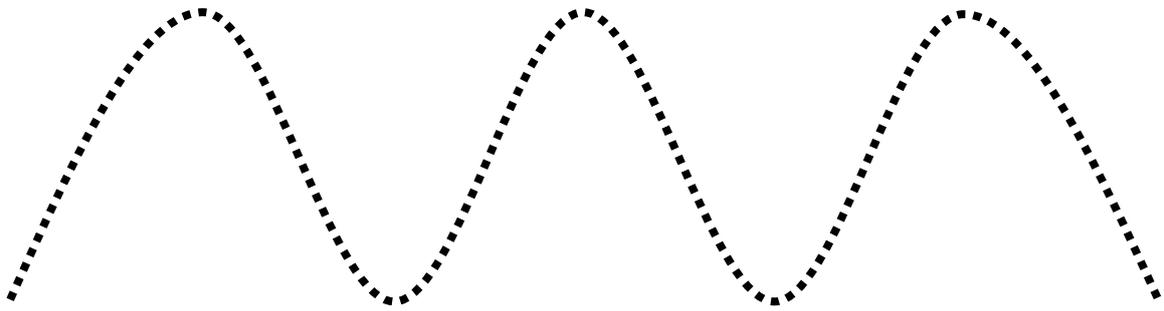
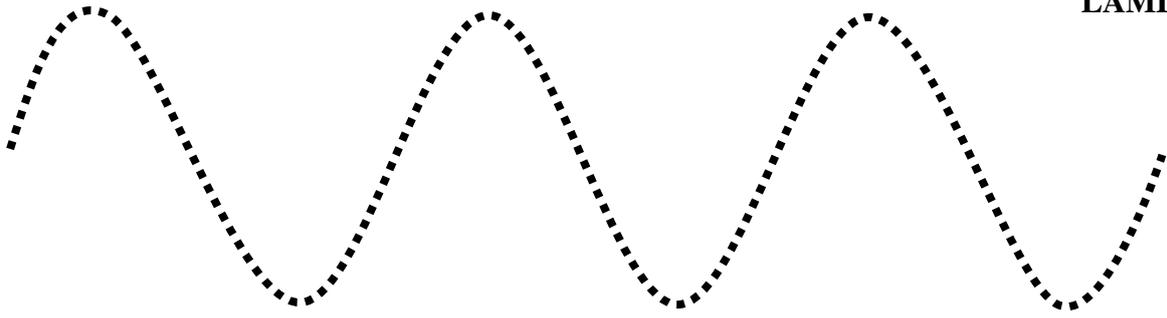
Tabel 2. Significados adaptados pelo autor a partir do dicionário Aurélio da língua portuguesa (FERREIRA, 2010).

Lâminas

No canto inferior direito de cada lâmina há uma seta. Se ela estiver desenhada para a esquerda significa que o texto e as figuras estão dispostos na orientação paisagem. Se a disposição do conteúdo for na orientação retrato, a seta indicativa é desenhada para cima. Essas setas não foram reproduzidas nas transcrições apresentadas a seguir.

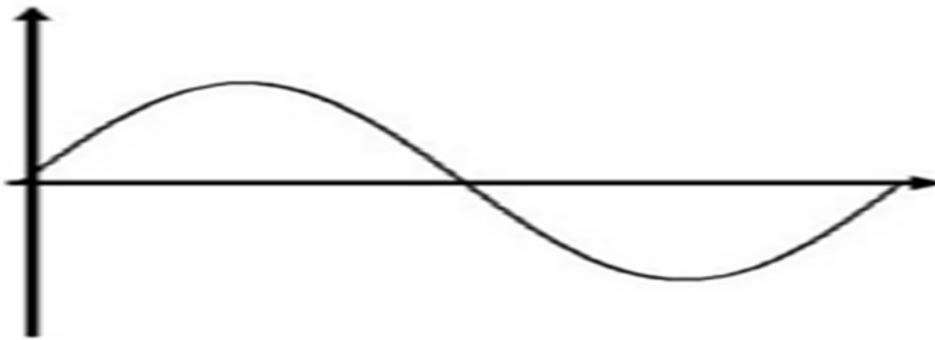
Lâminas em Alto Relevo para o Ensino de Ondas e Fenômenos Ondulatórios Guia do Professor	
AULA 1	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Ondas:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição e exemplificação; 2. Classificação das ondas, quanto à natureza, em: mecânica ou eletromagnética. 	
OBJETIVOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir os limites para propagação de uma onda de acordo com o meio de propagação. 2. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 3. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 4. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução do conteúdo de ondas perguntando aos estudantes quais os exemplos de ondas conhecidos por eles, como uma forma de checar quais os conhecimentos prévios que eles já trazem sobre o assunto. Aproveite os exemplos citados para separá-los de acordo com a sua classificação. 2. Como as ondas se apresentam em nosso meio: visível ou invisível, audível ou inaudível, ou até sensibilizadoras. 3. Esclarecimento dos mitos e verdades sobre o transporte de matéria através de ondas. (LÂMINA 1) 4. Apresentação das formas de ondas mais cobradas em concursos e vestibulares, inseridas no plano cartesiano. (LÂMINA 2) 5. Apresentação do número de ondas a partir da repetição periódicas das revoluções. (LÂMINA 3) 	
LÂMINAS 1 a 3	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Neste processo recomenda-se apresentar diversas formas de revoluções periódicas e não periódicas para identificação do número de ondas. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
Devido à forma de onda mais utilizada em materiais didáticos e avaliativos ser a senóide, se faz necessário a revisão trigonométrica da função seno.	

LÂMINA 1

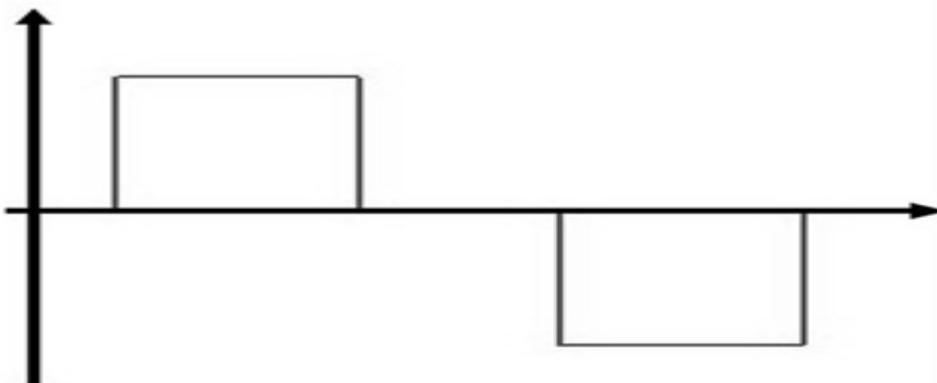


LÂMINA 2

Aqui estão representadas
as formas de ondas mais
cobradas em concursos e
vestibulares.



SENOIDAL



RETÂNGULAR

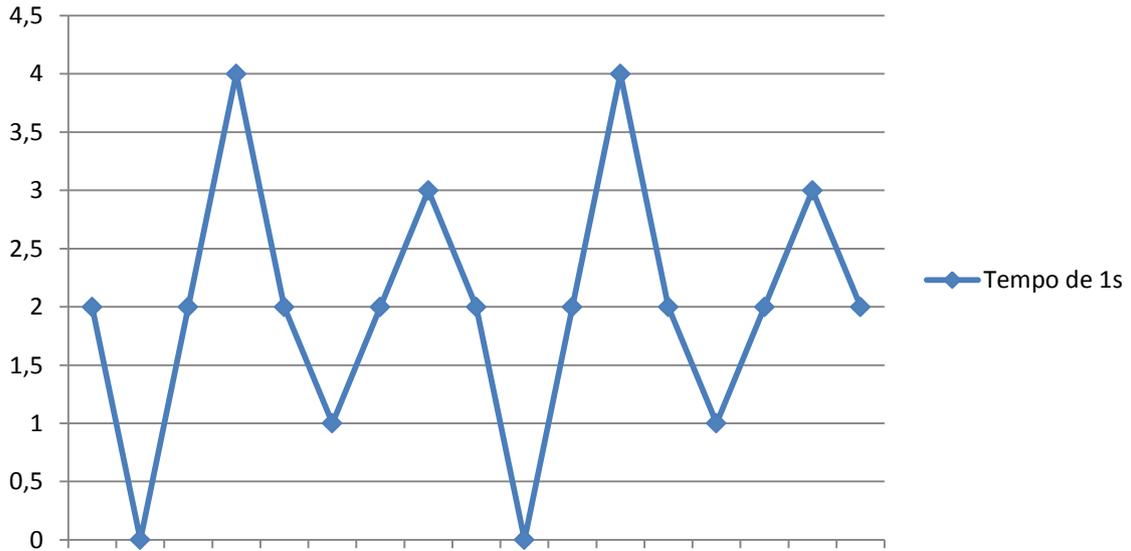


TRIÂNGULAR

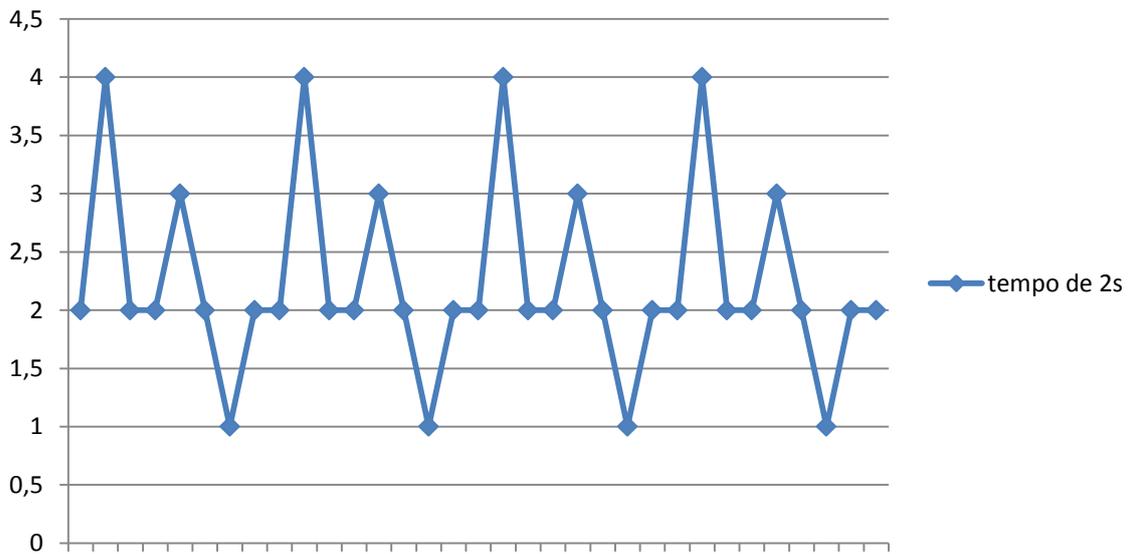
Formas de ondas com
números de ondas
diferentes.

LÂMINA 3

Tempo de 1s



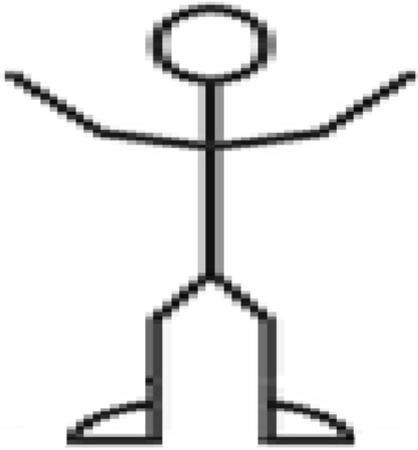
tempo de 2s



AULA 2	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Classificação das ondas quanto à direção de propagação, em: longitudinais e transversais.	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar qual a classificação correta das ondas, a partir da análise geométrica das direções de vibração das partículas e da direção de propagação da onda. 2. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 3. Ensinar que complexidade não pode se tornar dificuldade de acessibilidade ao conhecimento. 4. Por meio de imagens do ENEM, mostrar que este exame pode estar ao alcance de qualquer candidato resolvê-lo independente de sua limitação, para isto basta ter recursos apropriados. 5. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 6. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicação das funções seno e cosseno no círculo trigonométrico. 2. Simplificação de imagens complexas, separando os referenciais e componentes ilustrativos. 3. Exemplificação da onda transversal por meio da ola, onda espanhola, trabalhada no ENEM. (LÂMINAS 4 a 6) 4. Exemplificação da onda longitudinal representada por pulso em mola. (LÂMINA 7) 	
LÂMINAS 4 a 7	
AValiação	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Neste processo recomenda-se apresentar diversas ondas e pedir que classifique-as quanto a direção de propagação. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
Mesmo o conteúdo de funções trigonométricas fazendo parte da grade de matemática e não de física, recomenda-se que antes do início do conteúdo programado para esta aula, seja realizada uma revisão desse conteúdo para que quando necessário o uso desta ferramenta, isto não seja motivo para quebra de raciocínio ou mesmo a interrupção do conteúdo de ondas senoidais.	

LÂMINA 4

Podemos classificar as
ondas quanto à direção
de propagação em:
transversal ou
longitudinal.



A imagem acima ilustra
uma pessoa.

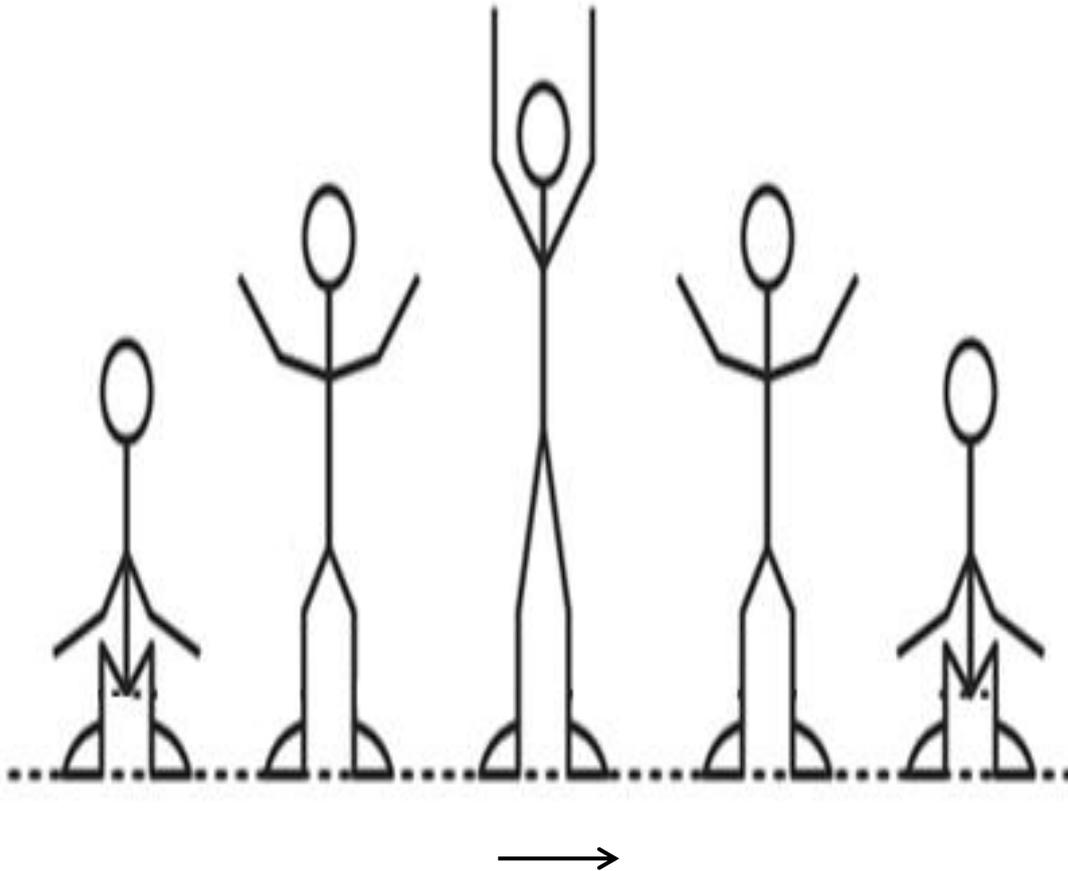
As pessoas que seguem
ilustradas
representam as
partículas que vibram
na direção vertical,
subindo e descendo.



No caso da ola, onda

LÂMINA 5

espanhola, as pessoas
realizam este movimento
em sincronia, de modo
que o adjacente
posterior levanta-se
enquanto o anterior já
está a se baixar.

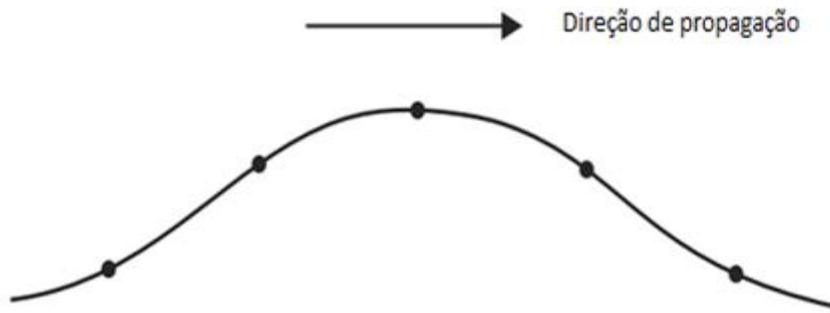


Direção de propagação da
ola.

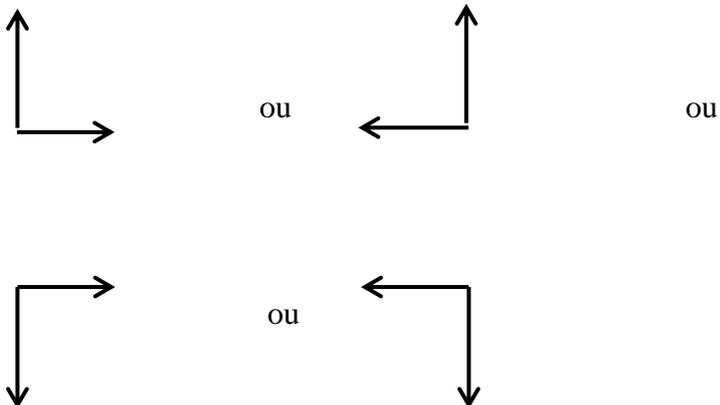


LÂMINA 6

Substituiremos as posições
das pessoas pelos
pontos e os
interligaremos de modo a
formar uma curva.



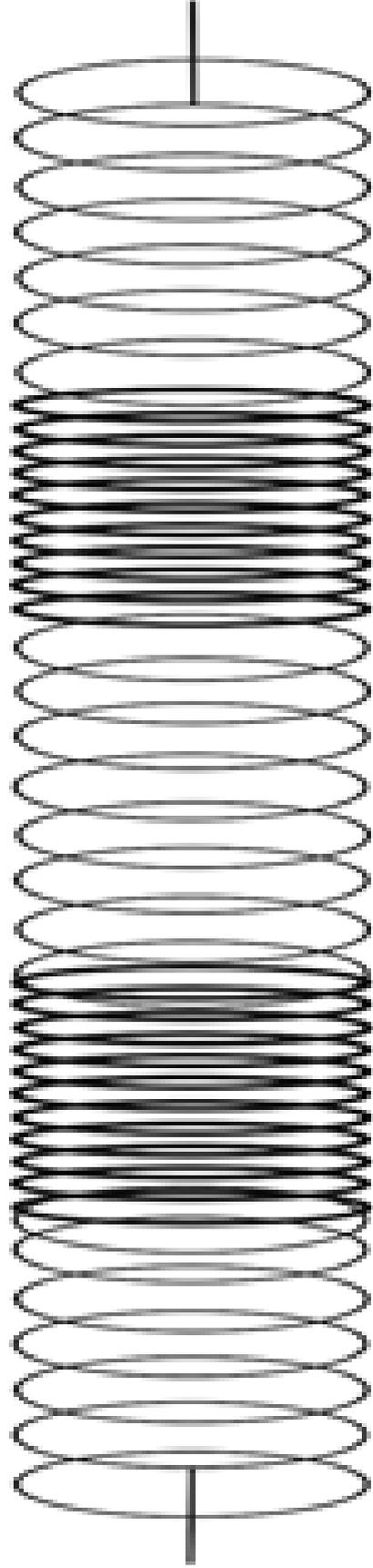
A onda transversal é
aquela cuja direção de
propagação da onda é
perpendicular à direção
de vibração das
partículas, como
ilustrado abaixo.



LÂMINA 7

Quando à onda longitudinal aqui
representada a partir do pulso em mola,
tem sua direção de propagação paralela
à direção de vibração das partículas,
notada pelas zonas de compressão e
depressão na mola.

Direção de: propagação → vibração ↔



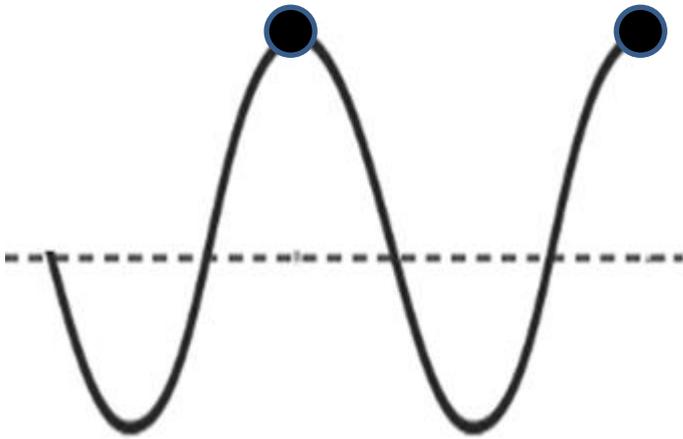
AULA 3	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementos de ondas 2. Fase e oposição de fase 	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 2. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 3. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação dos elementos de uma onda. (LÂMINAS 8 a 10) 2. Resolução de questões com um bom nível de dificuldade, a fim de treinar a resolução de questões deste assunto num tempo não superior a 3,0 minutos. (LÂMINA 11) 3. Apresentação de pontos e pulsos em fase e fora de fase. (LÂMINAS 12 e 13) 	
LÂMINAS 8 a 13	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Para fixação de conteúdo e avaliação do mesmo recomenda-se que seja resolvido o maior número de questões possíveis sobre este conteúdo. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>Por se tratar de um tópico bastante cobrado nos concursos, o ideal é que o conteúdo seja bastante saturado com resoluções de questões de níveis e contextualizações diferentes. Alguns livros não dão relevância ao estudo da fase de uma onda, porém a utilizam quando tratam dos fenômenos ondulatórios, por este motivo recomendamos atenção à este tópico.</p>	

LÂMINA 8

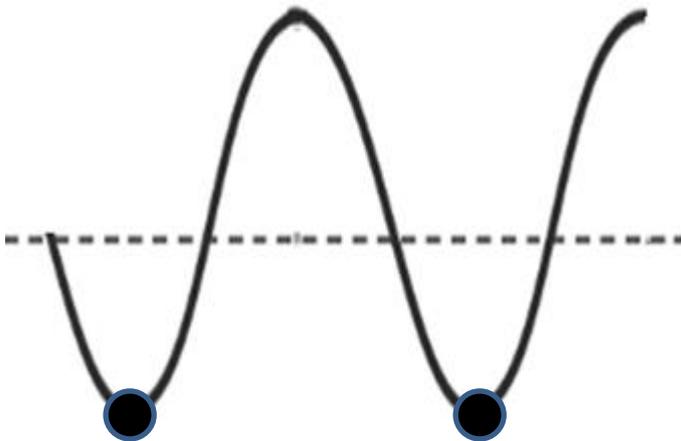
Vamos agora conhecer os
elementos de uma onda:

Observação: onde tiver

este símbolo  será a
localização do elemento
conceituado.



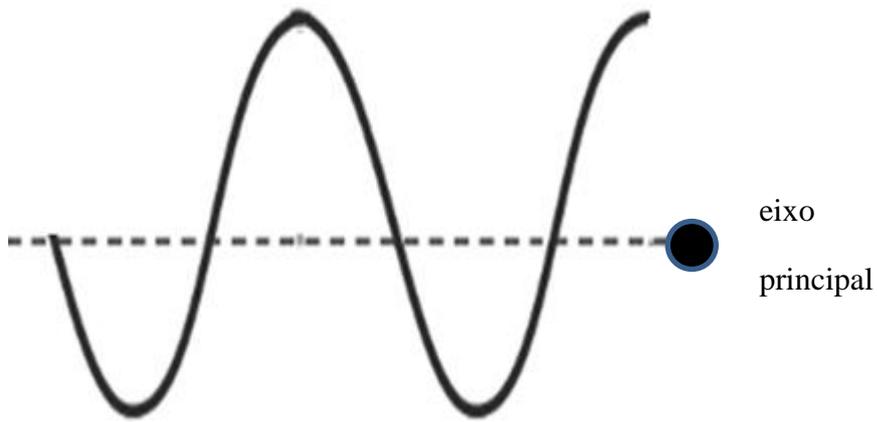
Crista, parte mais alta da onda.



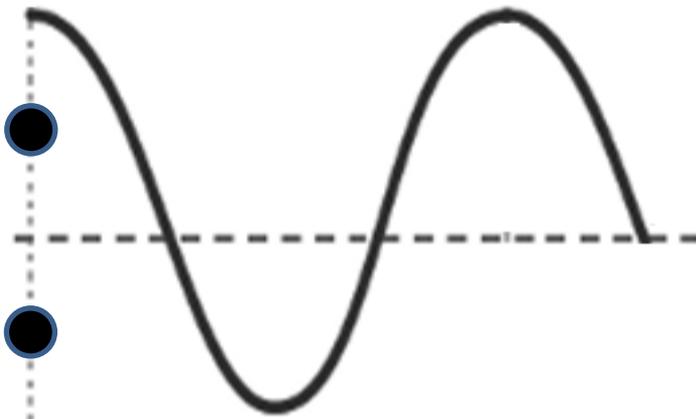
Vale ou depressão, parte
mais baixa da onda.



LÂMINA 9



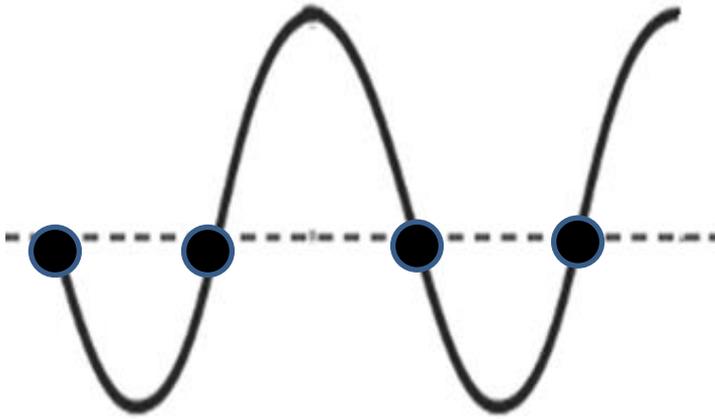
Este elemento demarca o
meio longitudinal da
onda.



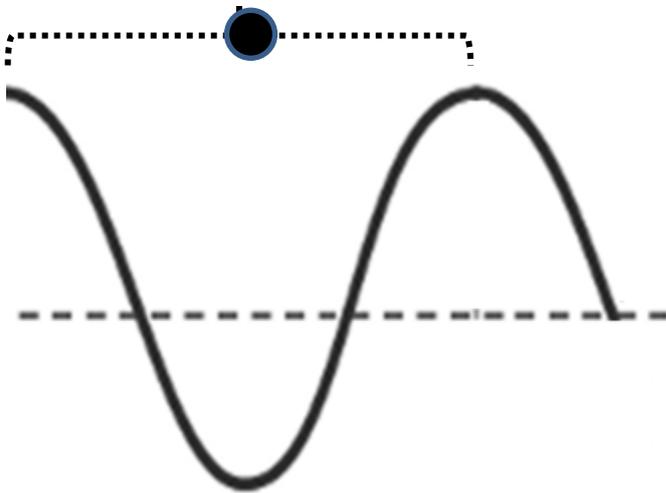
A amplitude é a distância
compreendida entre o
eixo principal e o vale
ou entre o eixo
principal e a crista.



LÂMINA 10



Nós são os pontos que
representam o encontro
da onda com o eixo
principal.



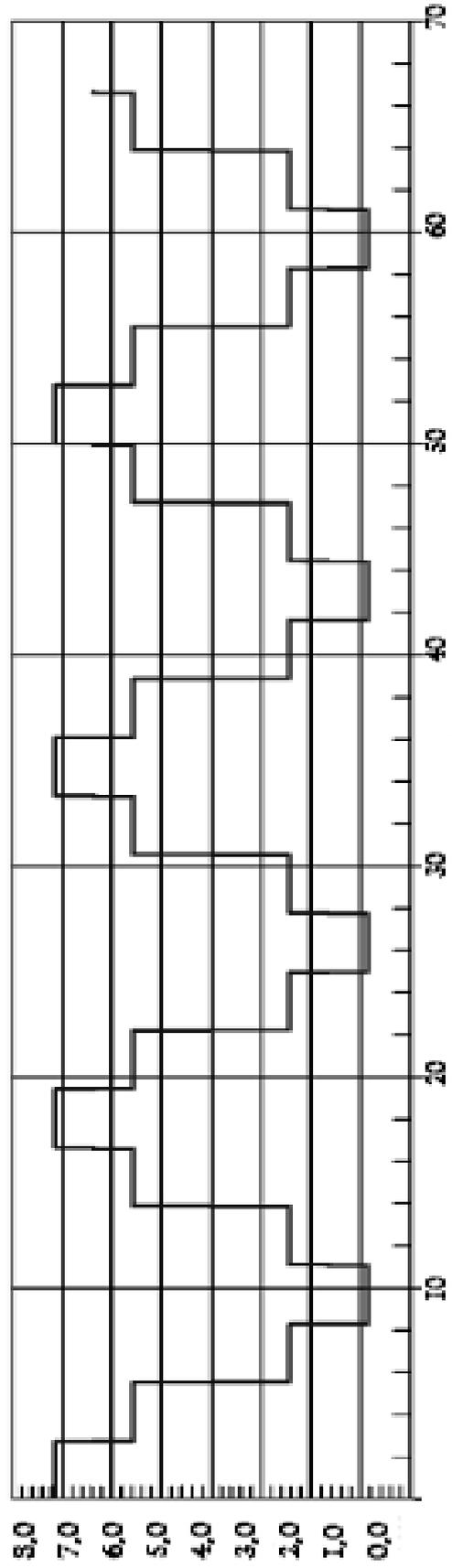
Comprimento de onda é a
medida compreendida
entre: duas cristas, ou
dois vales, ou dois nós
não consecutivos.



LÂMINA 11

Vamos exercitar para melhor fixar!

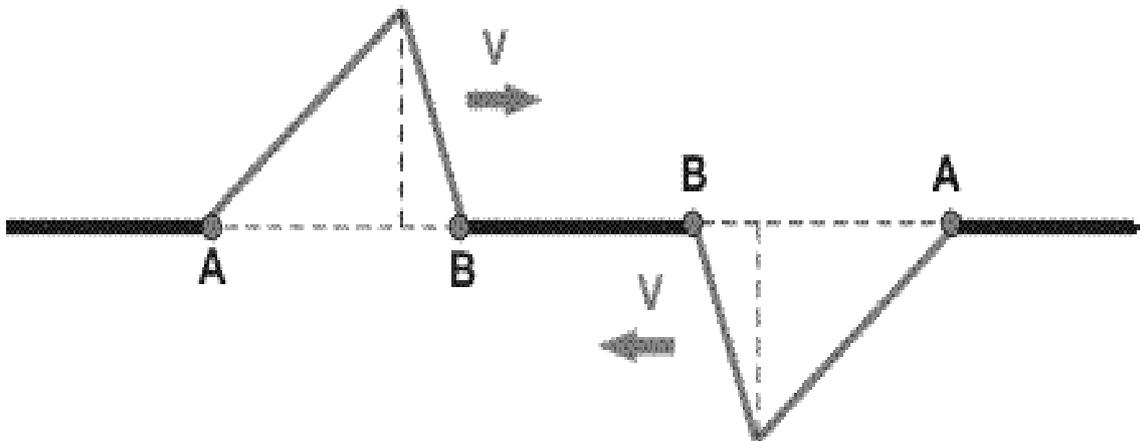
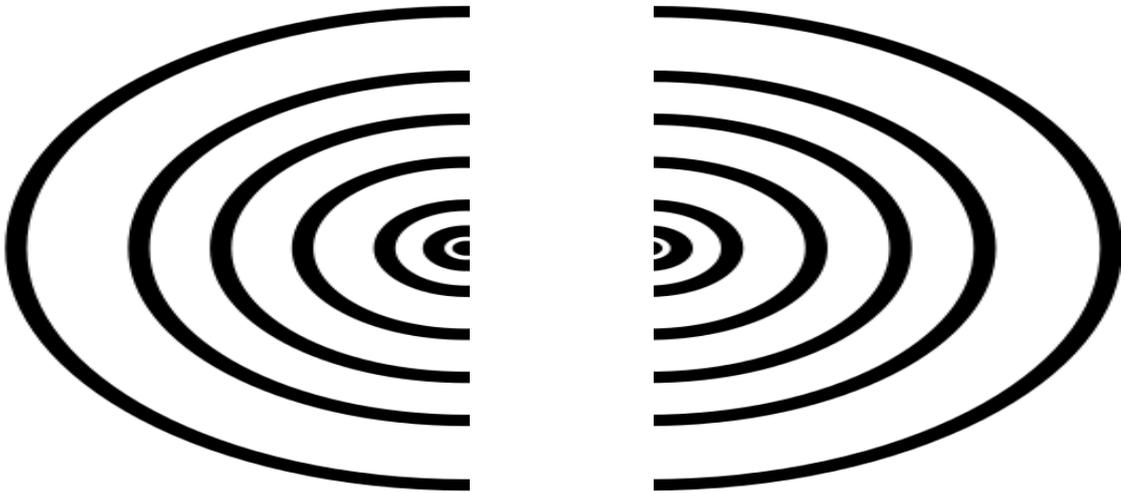
Encontre o valor da amplitude, do comprimento de onda, da frequência e do período da onda ilustrada abaixo, sabendo que representa o pulso que se propaga em um segundo. As unidades de comprimento estão expressas em centímetros.



Segue abaixo duas

LÂMINA 12

ilustrações de pulsos
de ondas em oposição
de fase, ou seja,
seguem a mesma direção,
porém com sentidos
opostos.



Quanto aos pares de

pontos BD, DF e FH,

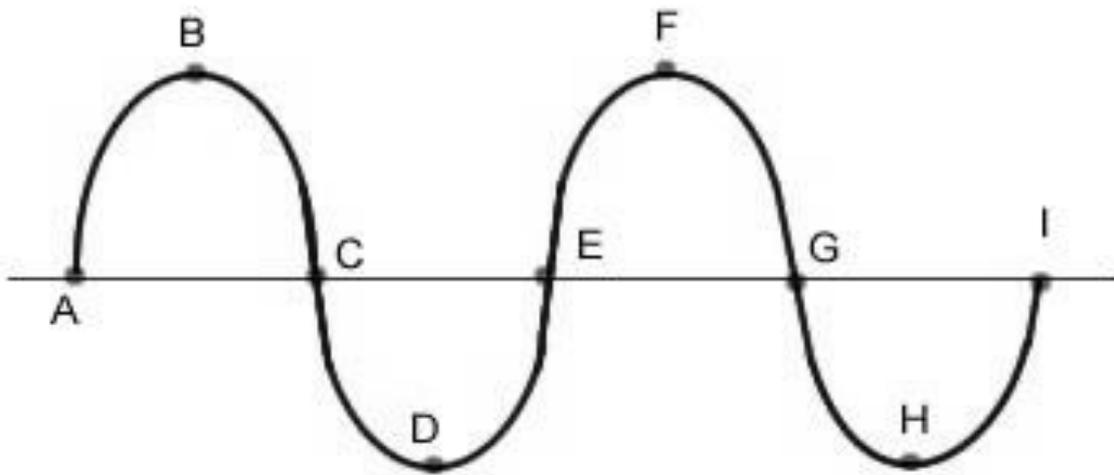
note que estão em

oposição de fase mesmo

pertencendo à mesma

onda.

LÂMINA 13



AULA 4	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Fenômeno ondulatório: Reflexão	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar o eco como um exemplo de reflexão de som. 2. Ressaltar a simetria existente entre o objeto e sua imagem refletida num espelho plano, quando necessário identificar a imagem formada em um espelho plano conhecendo-se a forma do objeto. 3. Associar a reflexão de pulso em corda como uma onda qualquer refletida, e que pode sofrer mudança de fase. 4. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 5. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 6. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer a condição para ocorrer o eco. (LÂMINA 14) 2. Evidenciar que não é necessário ocorrer o eco para que haja reflexão. 3. Mostrar que através da 2ª Lei da Reflexão podemos demonstrar a simetria existente entre um objeto e sua imagem. (LÂMINAS 16 e 17) 4. Para não redesenhar várias vezes a situação do eco, represente a fonte e receptor por dois pontos e construa situações onde ocorre reflexão do som, mas não necessariamente o eco. 5. Evidenciar a mudança de fase ocorrida por conta da reflexão, lembrando que no pulso em corda com extremidade livre o mesmo não ocorre. (LÂMINA 15) 	
LÂMINAS 14 a 17	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Neste processo recomenda-se: apresentar diversas formas frente a um espelho plano e pedir que desenhem a imagem formada, e trabalhar com distância fonte-receptor diferente de zero para que ocorra o eco. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
Devido à reflexão da luz ser um fenômeno puramente visual, logo não há outro sentido que o substitua, temos que fazer analogias para que a compreensão deste fenômeno possa ser atingida.	

LÂMINA 14

Iniciaremos agora os

fenômenos ondulatórios
com a reflexão do som
com formação do eco,
ocorrido quando o som
bate num obstáculo e
retorna para o mesmo
meio, porém para
perceber a repetição do
som a distância fonte-
antepero-receptor deve
ser maior ou igual a
34m.



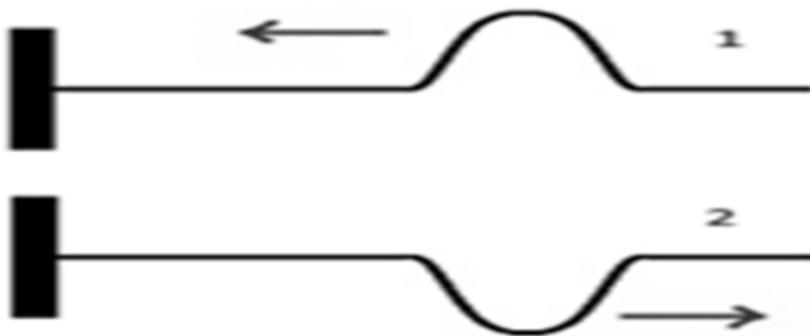
São 17m de ida e 17m
de volta.



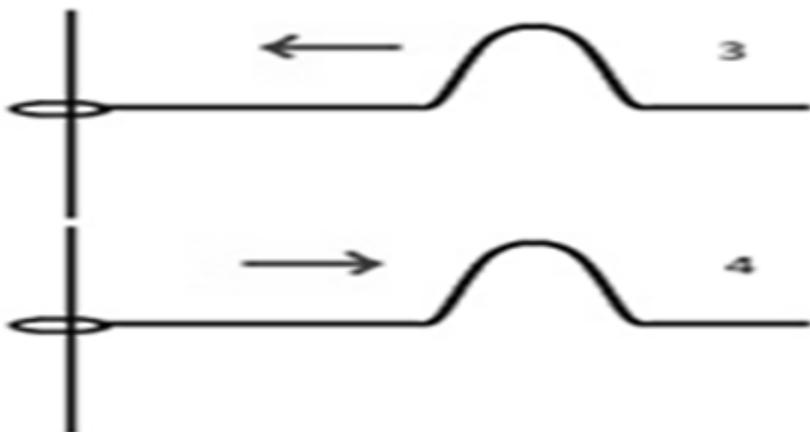
Reflexão de pulso em
corda com:

LÂMINA 15

Extremidade fixa, o pulso
retorna em 2, pós a
colisão, com inversão
de fase;



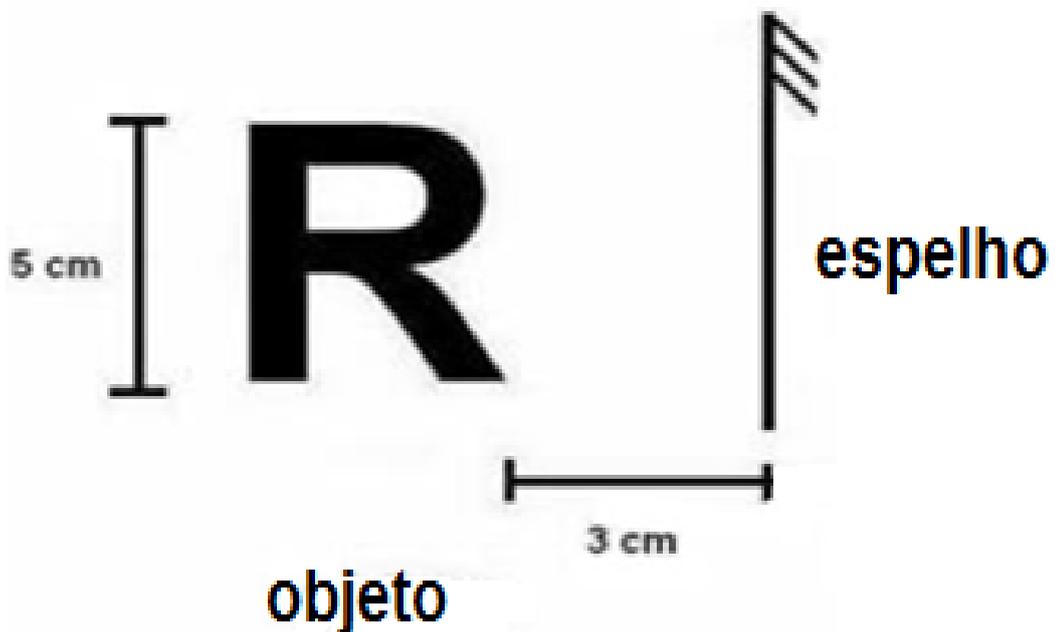
Extremidade livre o pulso
retorna em 4, pós a
colisão, em fase.



Segue abaixo a ilustração

LÂMINA 16

de um objeto com forma
de R, cuja altura é de
5cm e está em frente
a um espelho plano,
distantes de 3 cm um
do outro.

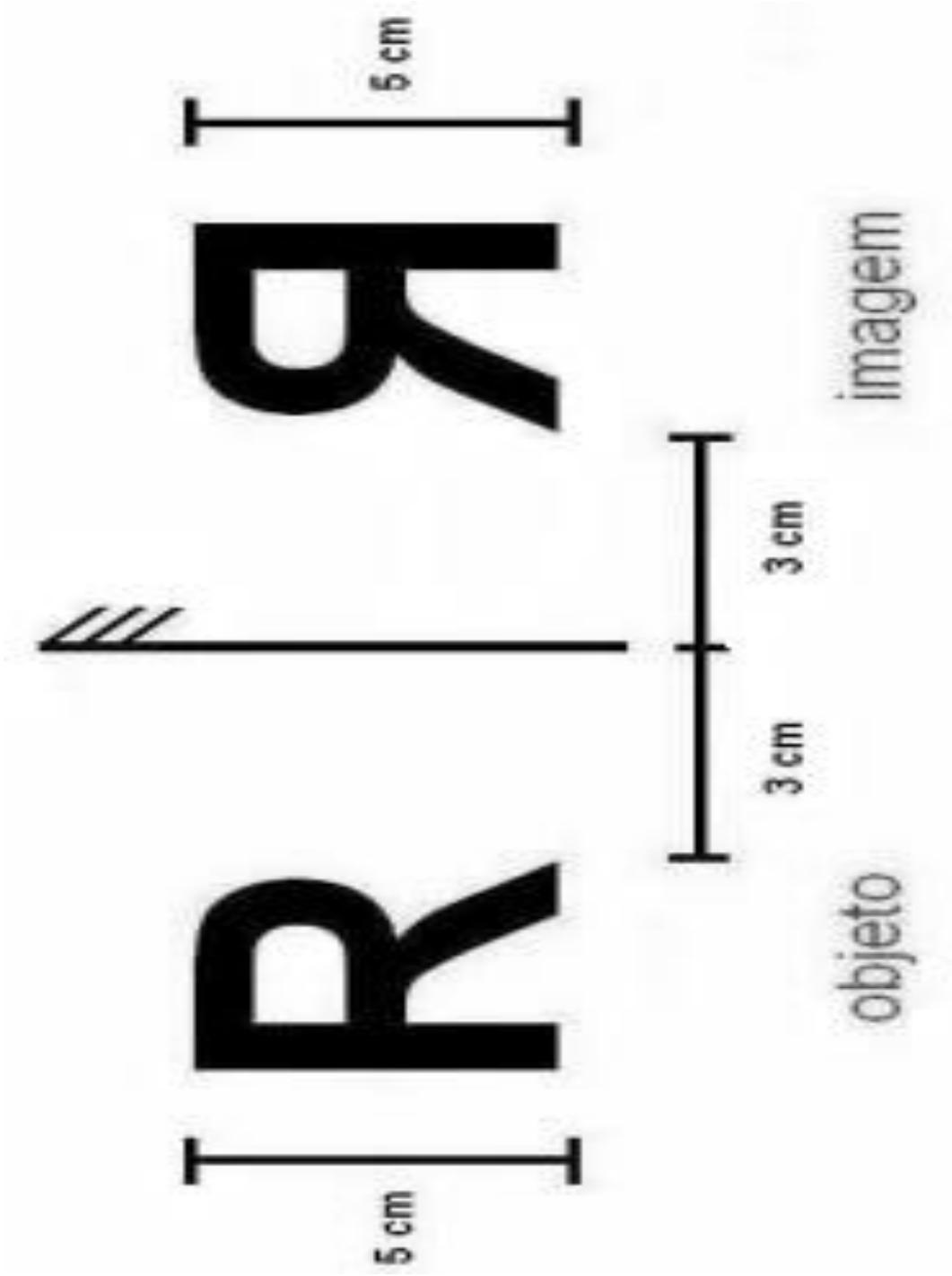


Com isso, constatamos a

formação de uma imagem
virtual, direita e
simétrica ao objeto que
dista 3 cm do espelho,
como mostra a imagem
que segue.



LÂMINA 17

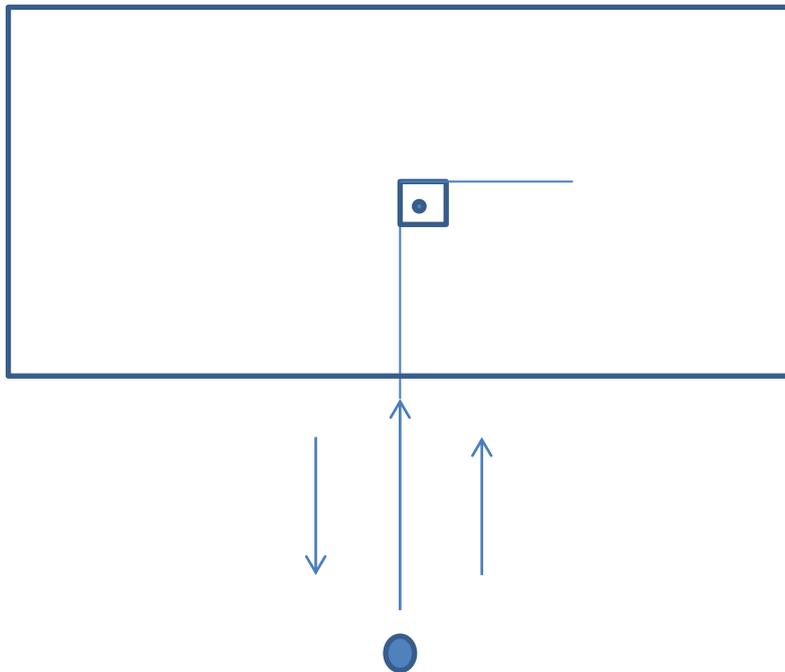


AULA 5	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Reflexão da luz <ol style="list-style-type: none"> 1. 1ª da reflexão 2. 2ª Lei da reflexão 	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir superfície refletora/espelho. 2. Compreender o raio e ângulo incidente, e o raio e ângulo refletido. 3. Compreender a 1ª e a 2ª Lei da Reflexão. 4. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 5. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 6. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<p>Definição de espelho como uma superfície polida capaz de refletir todos os raios luminosos sobre ele incididos, obedecendo a 1ª e 2ª lei da reflexão. (LÂMINAS 18 e 21)</p> <p>Através do ângulo complementar ao de reflexão descobrir qual o ângulo de incidência. (LÂMINA 19)</p> <p>Interpretação de imagens de objeto ou de palavras após dupla reflexão, como ocorrida no periscópio.</p> <p>Construir imagens seguindo a 2ª lei da reflexão, ponto a ponto das imagens. (LÂMINAS 18 a 20)</p> <p>Fazer analogia entre a reflexão da luz com a reflexão mecânica ocorrida pós colisão elástica. (LÂMINAS 18 e 19)</p>	
RECURSOS	
LÂMINAS 18 a 21 Régua com marcação em alto relevo Folha de papel A4 - 40 kg (preferencialmente)	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerer dos alunos a construção de imagens por um espelho plano, ponto a ponto, seguindo a 2ª lei da reflexão. (destinar tempo suficiente para desenvolvimento da habilidade motora) 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
Para realização desta atividade avaliativa os estudantes podem requerer ajuda inicial para traçarem o plano cartesiano. Caso necessário elabore mais de uma LÂMINA.	

LÂMINA 18

A reflexão da luz em
superfície espelhada
segue o mesmo princípio
de uma colisão elástica.

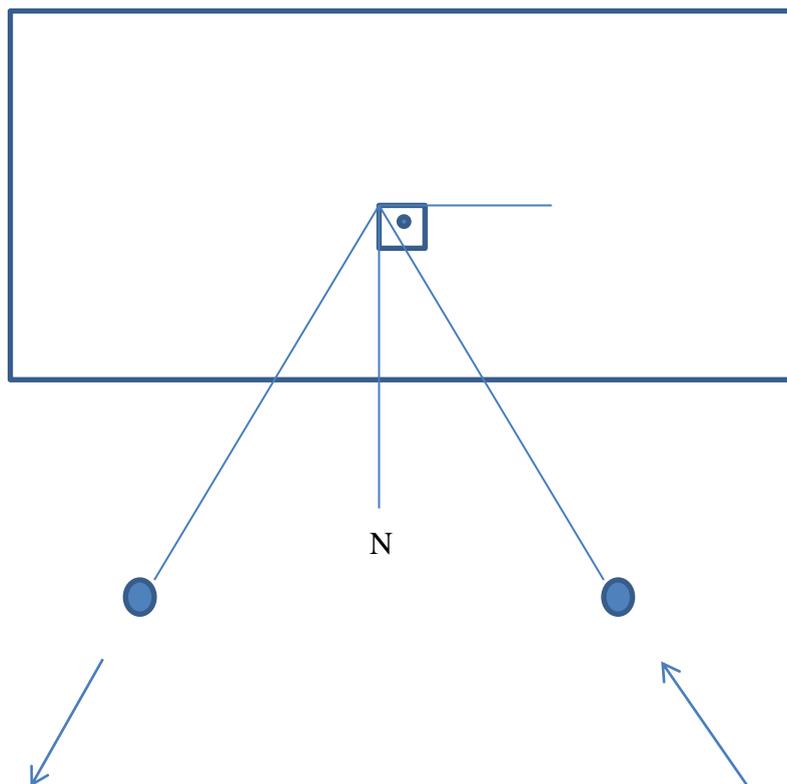
A seguir ilustramos uma
bola que é arremessada
frontalmente contra uma
superfície plana e esta
bola retorna para o
mesmo ponto de
arremesso (desprezando
a ação da gravidade).



Abaixo a ilustração

LÂMINA 19

representa a colisão
oblíqua onde pós
colisão elástica a bola
retorna para o mesmo
meio formando um ângulo
de reflexão igual ao
ângulo de incidência.



A reflexão tem duas leis.

LÂMINA 20

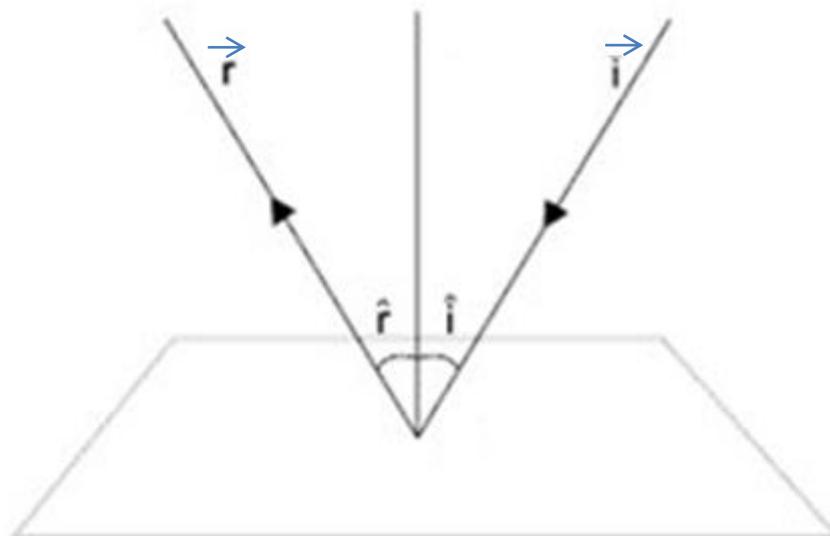
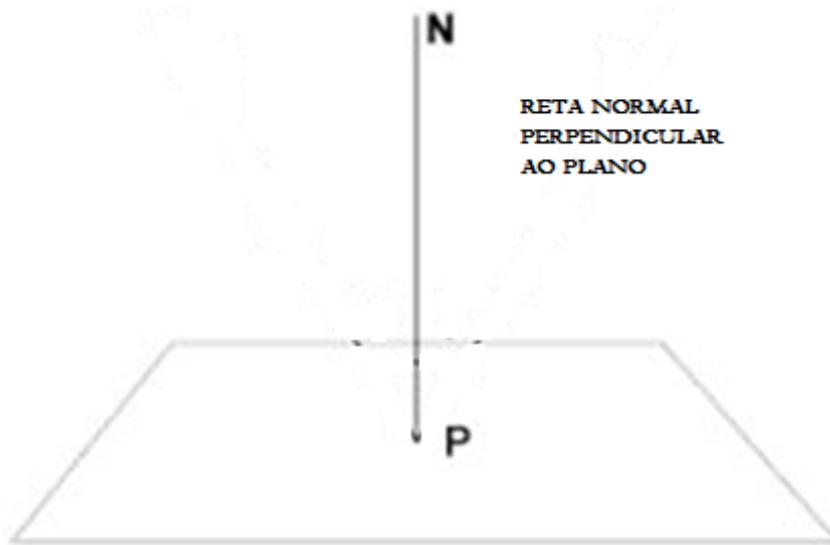
A primeira diz que o raio incidente, o raio refletido e a normal são coplanares, ou seja, estão contidas no mesmo plano. a segunda lei diz que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão, onde:

O ângulo de incidência é compreendido entre o raio incidente e a normal;

E o ângulo de reflexão é compreendido entre o raio refletido e a normal.



LÂMINA 21



Sendo que I corresponde
a incidência e R a
reflexão.



AULA 6	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
As cores dos corpos e a cor que enxergamos.	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar o espectro da onda eletromagnética. 2. Estabelecer os limites de luz visível. 3. Dar ciência ao estudante que tudo que enxergamos se deve aos fenômenos da reflexão e da absorção da luz. 4. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 5. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 6. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Para esta aula, que com certeza é a que exige maior abstração, devemos usar analogias e subsunçores essenciais, como: velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas, frequência, comprimento de onda e limites de propagação da onda eletromagnética. Estes subsunçores devem ser utilizados para relacionar as diferentes radiações e seus efeitos, como: alcance, penetração, ionização... 2. Princípio de independência dos raios luminosos. 3. Formação de cores dicromáticas (magenta, ciano e amarelo) e policromática branca. Para tanto se faz necessário a associação de claro como a incidência de energia luminosa e de escuro como a não incidência ou baixa incidência da radiação. 4. Definir os limites de cada radiação eletromagnética, frisando a ordem das mais cobradas em concursos. (22) 5. Concluir que as cores observadas são resultantes do fenômeno da reflexão e/ou absorção. (23) 6. Identificar as radiações ionizantes e seus comprimentos de onda. 	
LÂMINAS 22 e 23	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Por se tratar de muitos conceitos sugerimos fazer uma avaliação oral e contextualizada. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>Reconhecemos que para esta aula a materialização dos conceitos não é acessível, mesmo que fazendo analogias. No entanto, concretizamos o saber a partir das LÂMINAS 22 e 23 (a exemplo) quando materializamos (LÂMINA 22) o conhecimento do espectro da luz visível e quando trabalhamos a questão do ENEM de forma tátil (LÂMINA 23), e sugerimos que o mesmo seja realizado com outras questões do exame.</p> <p>A questão do ENEM de 2011, tratada na LÂMINA 23 é um perfeito exemplo de material essencial para resolução de questão interpretativa.</p>	

LÂMINA 22

Entendamos o espectro da
luz visível ao olho
humano.

Observação: os valores
abaixo são apenas
aproximados.

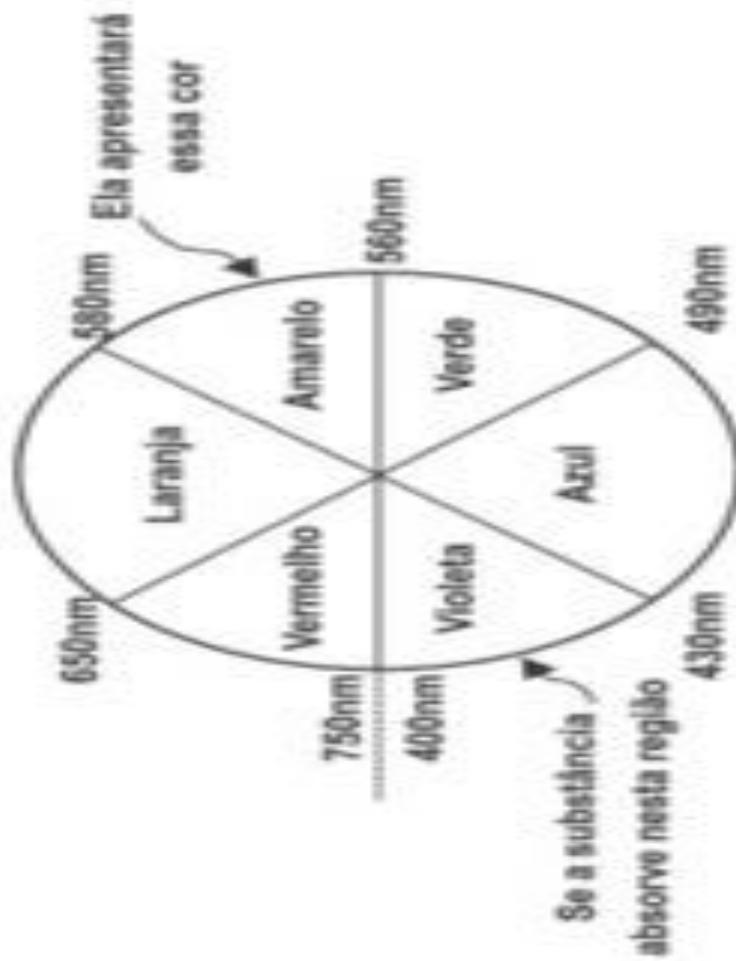
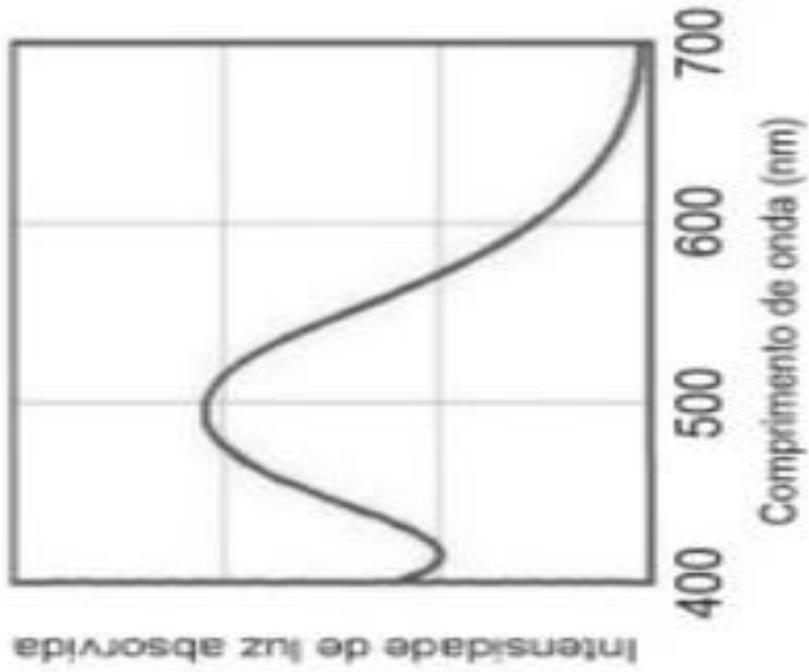
V	=	400	nm	Violeta
A	=	450	nm	Azul
A	=	500	nm	Anil
V	=	550	nm	Verde
A	=	600	nm	Amarelo
A	=	650	nm	Alaranjado
V	=	700	nm	Vermelho

Do vermelho ao violeta a
frequência cresce e na
sequência inversa se dá
o crescimento do
comprimento de onda.



LÂMINA 23

PARA O FENÔMENO DA ABSORÇÃO UTILIZAREMOS UMA QUESTÃO DO ENEM



AULA 7	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Refração	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar e reconhecer os elementos que compõem a refração: dioptra e reta normal; raio e ângulo de incidência; raio e ângulo de refração; posição real do objeto e direção do raio refratado, e a dupla refração no prisma. 2. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 3. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 4. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar diferenciando o fenômeno da refração do fenômeno da reflexão, pela mudança de meio e real necessidade de mudança do comprimento de onda. 2. Familiarizar-se com os elementos de refração citando exemplos do cotidiano (arco-íris, ilusão de profundidade na piscina, cor do céu e do mar...). (LÂMINAS 24 e 25) 3. Relacionar a mudança de meio com o índice de refração e a velocidade de propagação da onda. (LÂMINAS 26 e 27) 4. Esclarecer que ao mudar de meio a direção de propagação dos raios devem ser alteradas a menos que o raio incidente esteja sobre a normal. 5. Enunciar a Lei de Snell e exercitá-la aplicando nas questões propostas. 6. Refração no prisma e sua dupla refração. (LÂMINAS 28 e 29) 	
LÂMINAS 24 a 29	
AValiação	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resolver questões de exames diversos. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>Por se tratar de assunto bastante abordado nos exames, recomenda-se a resolução de um maior número de questões com o propósito de treino e fixação.</p> <p>As lâminas proporcionarão entendimento do fenômeno, mas deverá produzir suas próprias lâminas para reprodução das ilustrações das questões escolhidas.</p>	

Vamos tratar agora de

outro fenômeno

ondulatório importante,

a refração, e a

enunciaremos como sendo

a passagem da onda de

um meio para outro e

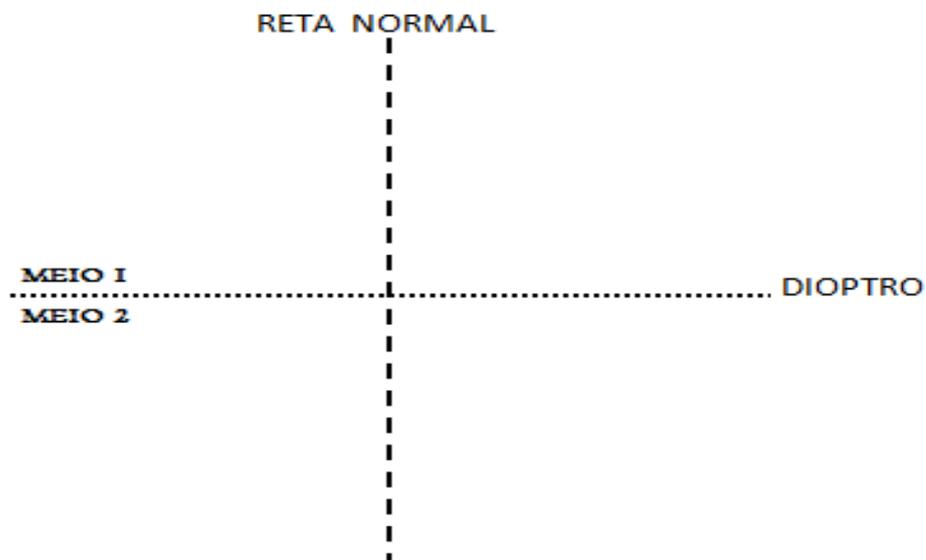
quando ocorre têm-se

sua velocidade, direção

e comprimento de onda

alterados.

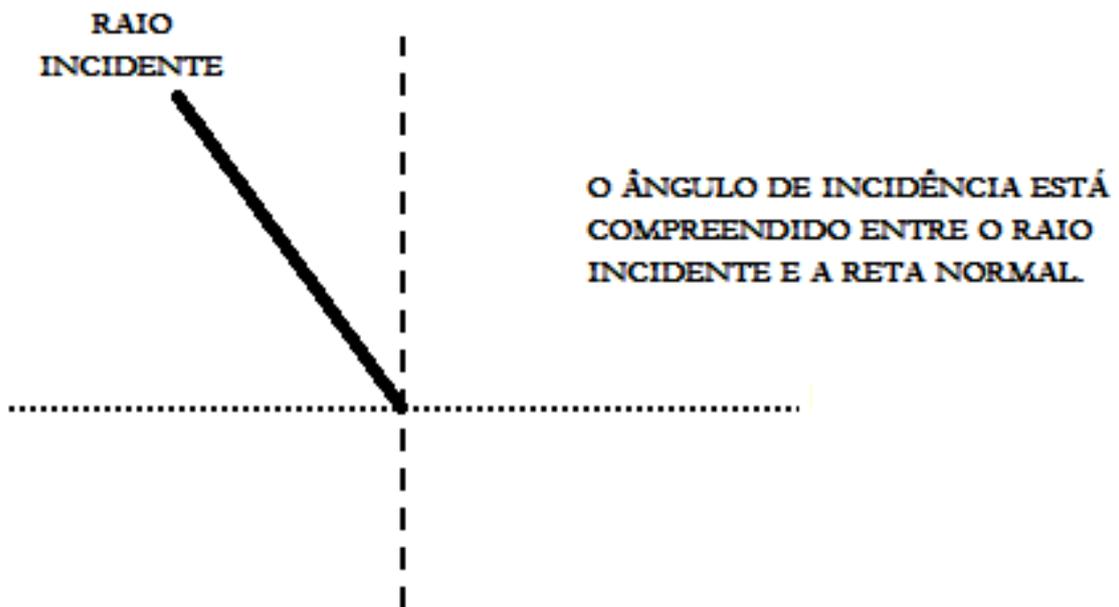
LÂMINA 24



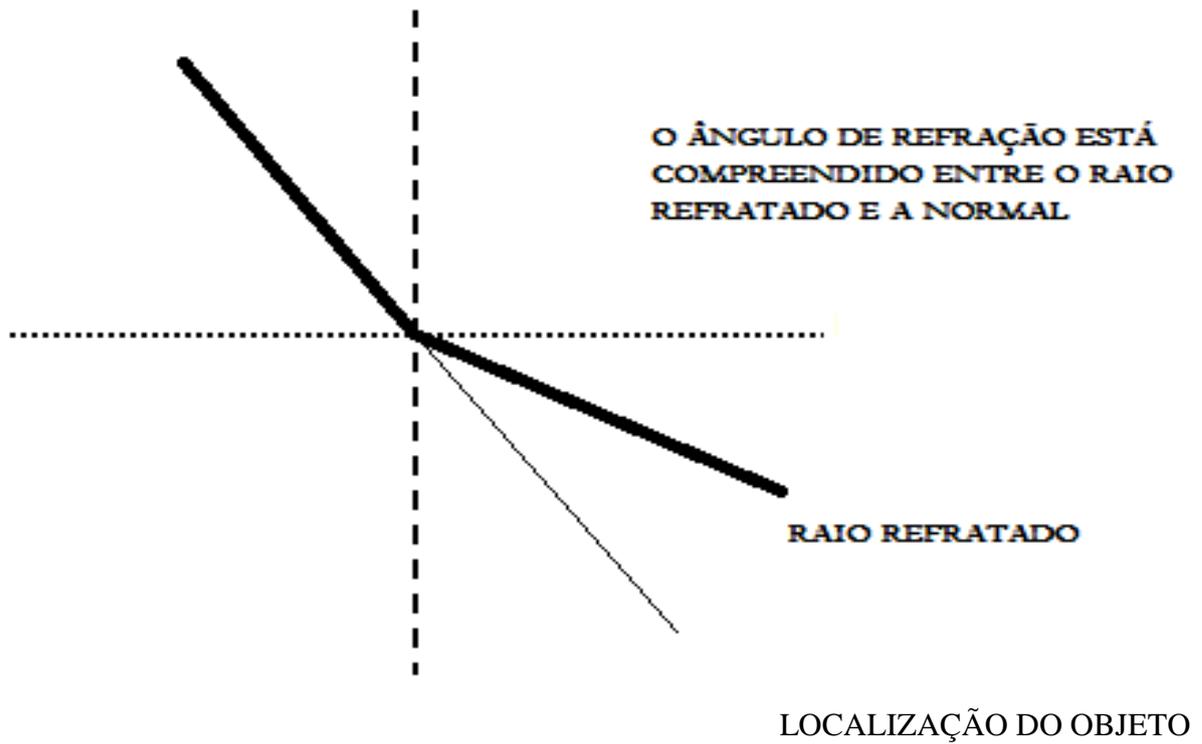
O dioptró é a

denominação para a
superfície de separação
entre os meios. A reta
normal nós já a
conhecemos como sendo
perpendicular ao plano.

LÂMINA 25



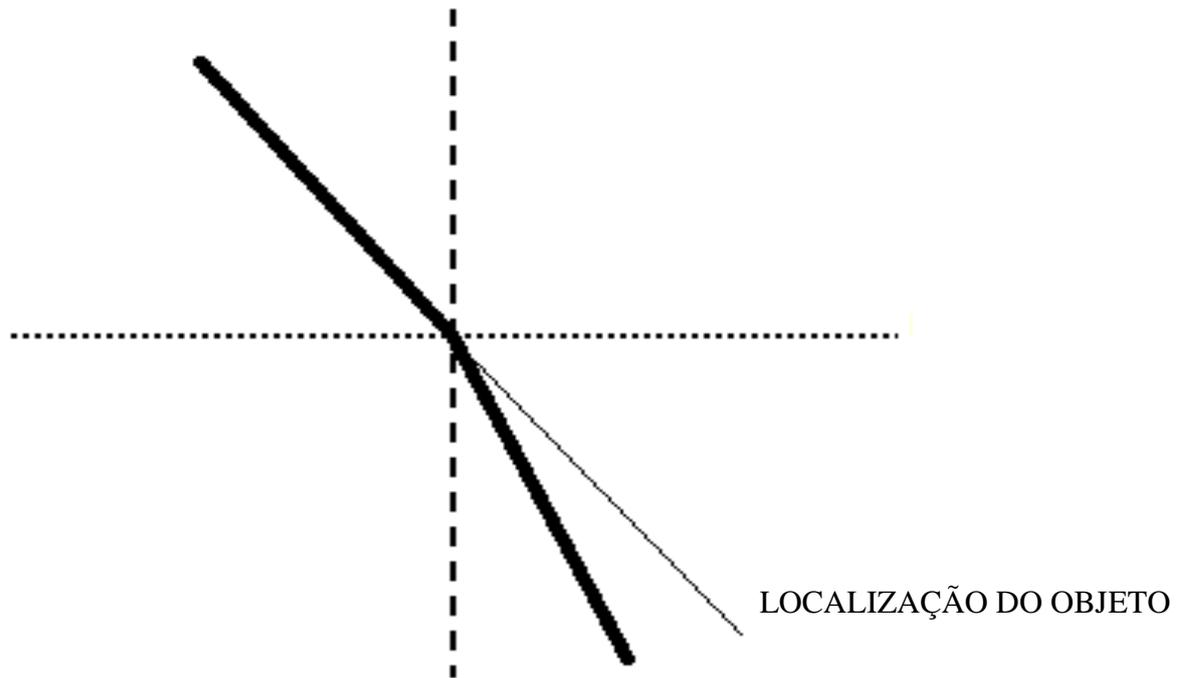
LÂMINA 26



QUANDO $i < r$, $v_1 < v_2$ E $n_1 > n_2$ O RAIOS REFRACTADO AFASTA-SE DA NORMAL, SITUANDO-SE ACIMA DA LOCALIZAÇÃO DO OBJETO

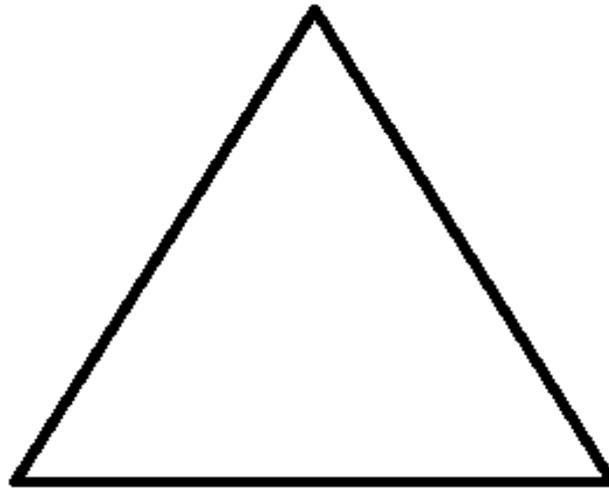


LÂMINA 27



QUANDO $i > r$, $v_1 > v_2$ E $n_1 < n_2$ O RAIOS REFRACTADO APROXIMA-SE DA NORMAL, SITUANDO-SE ABAIXO DA LOCALIZAÇÃO DO OBJETO.

Dispondo de corpo cuja
geometria permita dupla
refração como em um

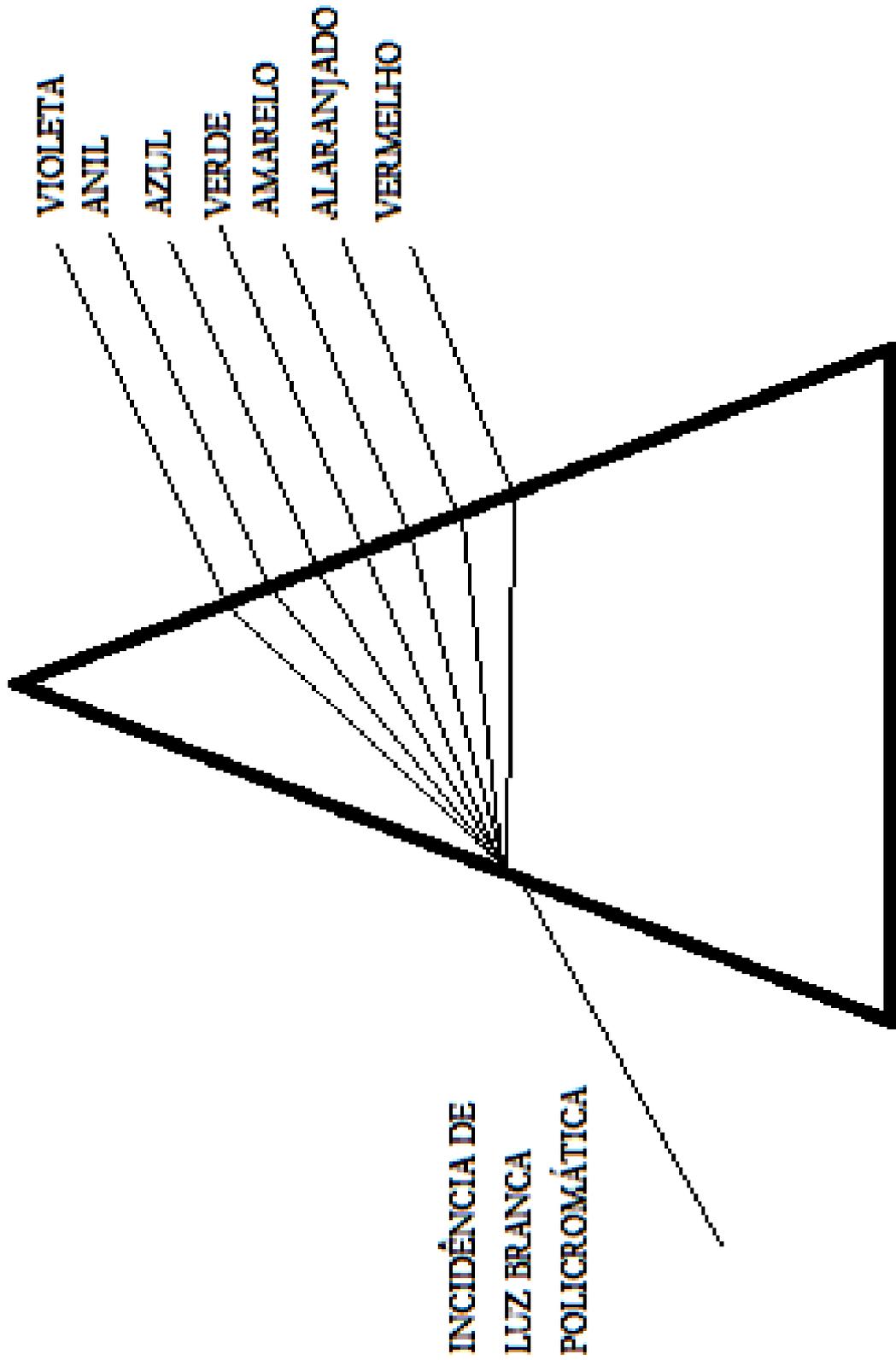
LÂMINA 28

PRISMA DE VIDRO

A luz policromática
branca se refrata
mudando então a
velocidade e o
comprimento de onda,
motivo pelo qual a luz
se espalha de acordo
com o comprimento de
onda, visível ao vidente
como as sete cores que
formam o arco-íris.



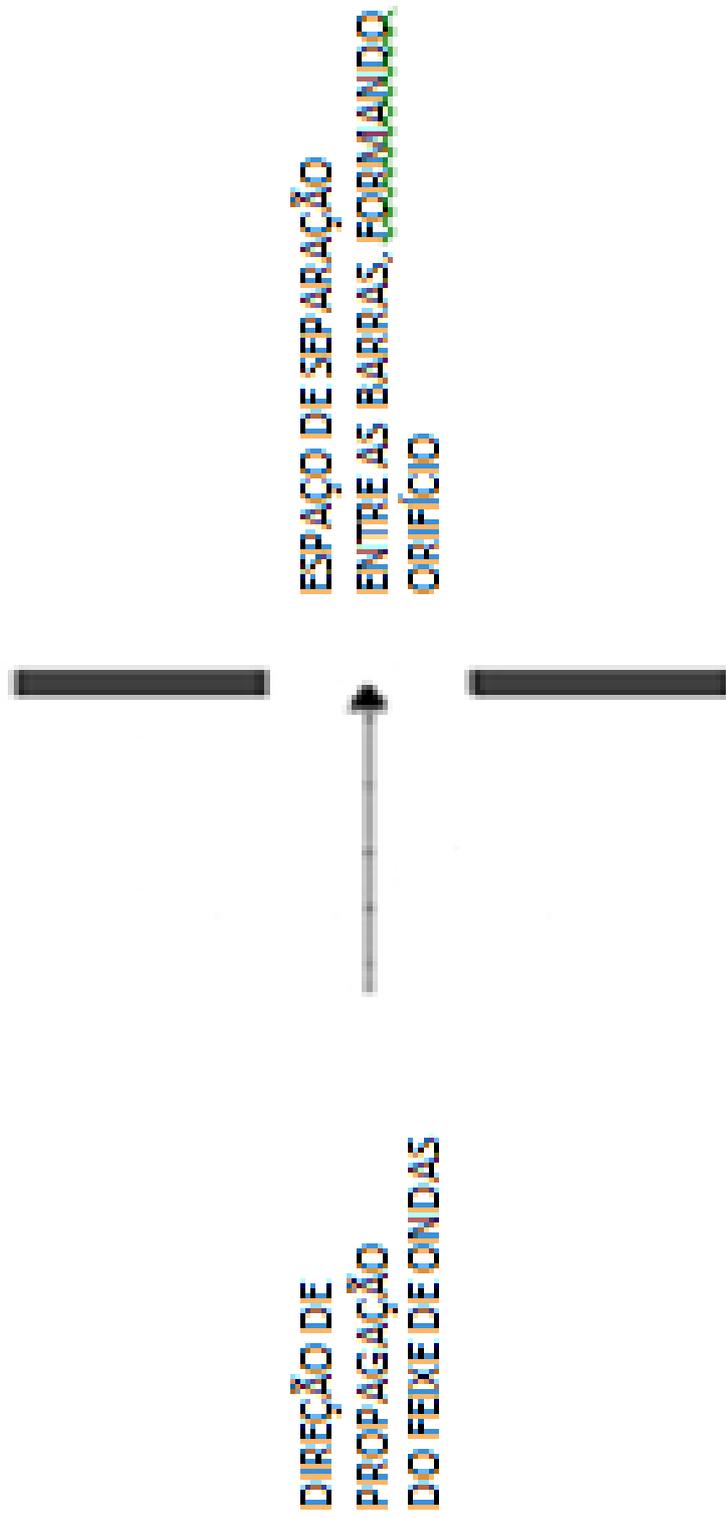
LÂMINA 29



AULA 8	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Difração	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser capaz de diferenciar a difração dos demais fenômenos estudados. 2. Ter ciência de que a difração ocorre ao transpor obstáculo e quando este for uma fenda existe limite para ocorrer. 3. Reconhecer a condição para que ocorra a difração numa fenda. 4. Identificar a finalidade do experimento de Thomas Young e sua contribuição na acústica. 5. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 6. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 7. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<p>Apresentar a difração como um fenômeno no qual a onda contorna obstáculo(s) sem a necessidade de mudar de meio, logo a velocidade, comprimento de onda e frequência permanecem inalteradas. (LÂMINAS 30 e 31)</p> <p>Salientar que há mudança na forma de onda. (LÂMINA 31)</p> <p>Demonstração do experimento de Young, dupla fenda, com a construção da figura de interferência, e esta será a deixa para o próximo assunto. (LÂMINAS 32 e 33)</p>	
LÂMINAS 30 a 33	
AValiação	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratando de comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação e formato da onda, pedir aos estudantes que criem um quadro comparativo entre os três fenômenos já estudados. 2. Verificar se os estudantes são capazes de identificar os pontos de máximos e mínimos na figura de interferência do experimento de Thomas Young. 3. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>As lâminas desta unidade são suficientes para que o estudante cego consiga compreender o fenômeno da difração, logo não há necessidade de materialização de outros conceitos. Ressalto ainda que pelo tipo de abordagem deste conteúdo nos exames a sugestão é de trabalhar questões conceituais e um maior número de exemplos deste fenômeno.</p>	

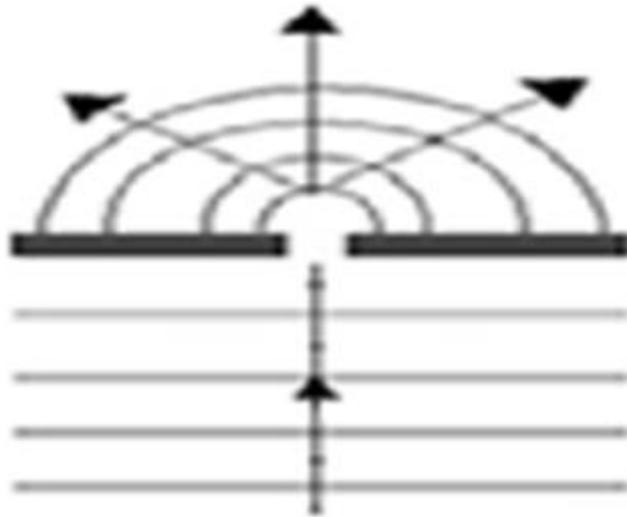
LÂMINA 30

A difração de ondas pode ocorrer ao
contornar obstáculos ou ao transpor
um orifício como o demonstrado abaixo



LÂMINA 31

Espalhamento das frentes
de onda pós difração no
orifício, ocorrida quando
o orifício tem dimensões
menores que o comprimento
de onda.



A partir do experimento

LÂMINA 32

da dupla fenda de

Thomas Young podemos

mostrar uma figura de

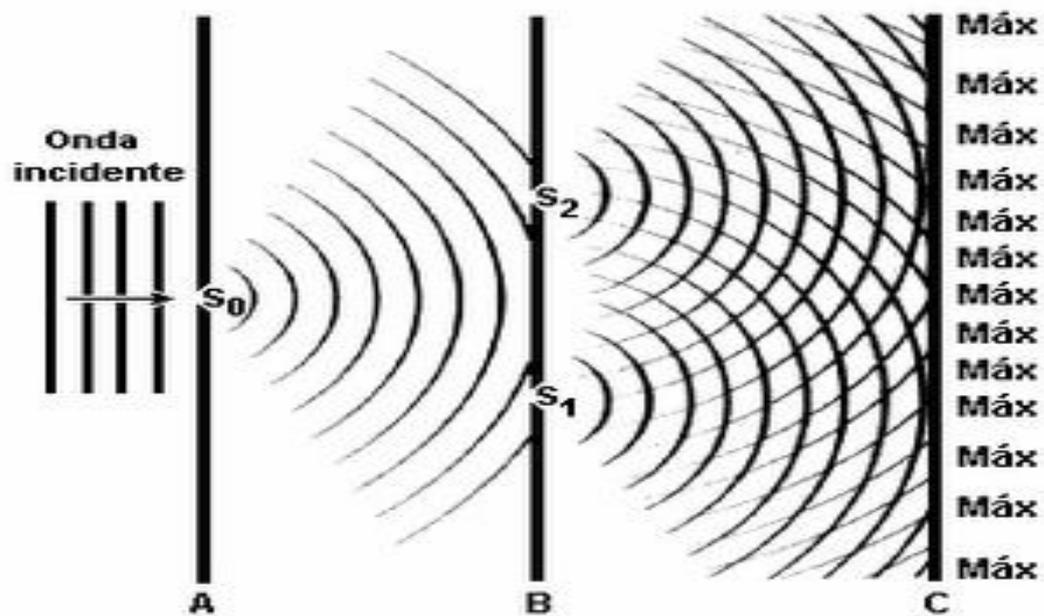
interferência com

padrões bem definidos

de amplitudes máximas e

mínimas, como

representado abaixo.



LÂMINA 33

A imagem ilustra uma

onda plana que incide
sobre um anteparo com
orifício pelo qual a
onda sofre difração,
esta nova frente de
onda formada propaga-se
até um outro anteparo
que têm dois orifícios
pelo qual sofrerá nova
difração, formando
assim duas frentes de
ondas que se sobrepõem
e constroem a figura de
interferência.

Esta interferência

mencionada será
explicada nas próximas
lâminas.

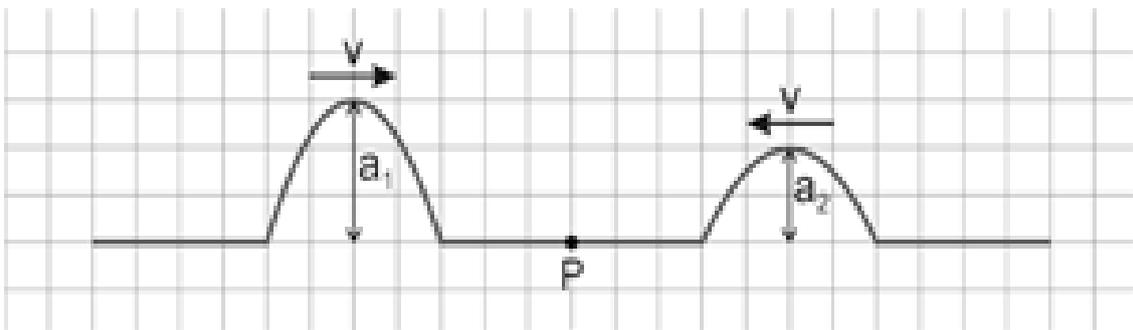


AULA 9	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interferência 2. Polarização 	
OBJETIVO(S)	
<p>Entender que a interferência é um fenômeno natural entre duas ondas de frequências próximas como explicado na aula 06 (princípio de independência dos raios de luz). Ser capaz de estabelecer claramente que a interferência é pontual ao instante de superposição. Ter ciência da função dos polarizadores e suas aplicações. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la.</p>	
METODOLOGIA	
<p>Explicar a interferência como o resultado da soma das amplitudes que ocorre quando duas ou mais ondas de comprimentos de ondas da mesma ordem de grandeza se encontram num mesmo ponto do espaço. Diferenciar a interferência construtiva da destrutiva pela sua fase inicial, final e durante a superposição. (LÂMINAS 34 a 39) Citar exemplos de polarizadores e mostrar o processo através das LÂMINAS 40 a 42 Estabelecer a condição de polarização de uma onda a partir da função de filtrar uma direção ou parte dela, logo não pode ser uma onda unidimensional.</p>	
LÂMINAS 34 a 42	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Trabalhar situações incluindo o fenômeno da reflexão para avaliar a compreensão dos estudantes, bem como a capacidade deles em relacionar numa só questão dois fenômenos. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>Por uma questão de simplificação das imagens, se fez necessário informar diretamente quanto vale as amplitudes e comprimentos de onda, ao invés de seguir a ilustração contendo os quadros de escala.</p>	

A interferência tem sua
análise realizada a
partir da amplitude
resultante no instante
de sobreposição das
ondas.

LÂMINA 34

Façamos juntos a análise
da interferência
construtiva ocorrida
entre dois pulsos
viajando com mesma
velocidade, em módulo,
que se encontrarão no
ponto P equidistantes
das frentes de ondas A
e B.



LÂMINA 35

Note como ficará a nova

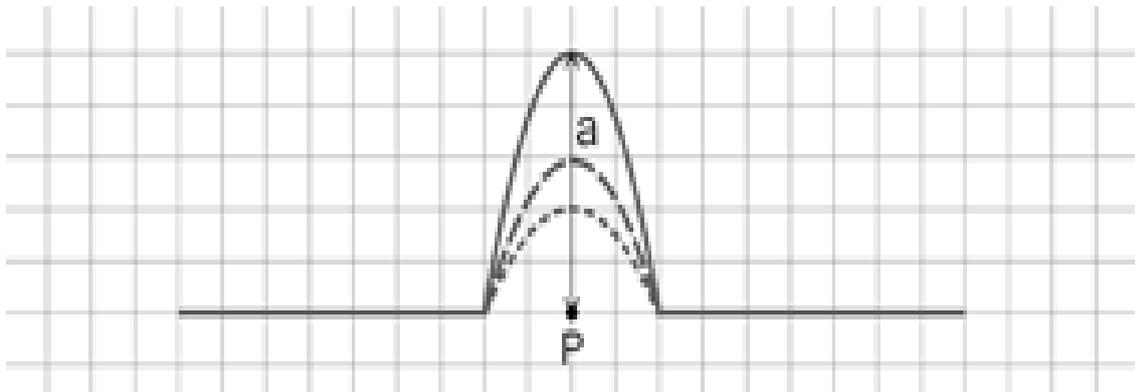
amplitude, devido a

adição das amplitudes

iniciais, no momento de

sobreposição das ondas

em P.



Sendo de 3U.C a

amplitude da onda A e

de 2U.C. a amplitude da

onda B, antes e depois

da sobreposição,

teremos em P uma

amplitude de 5U.C..

Lembrar que U.C.

significa unidade de

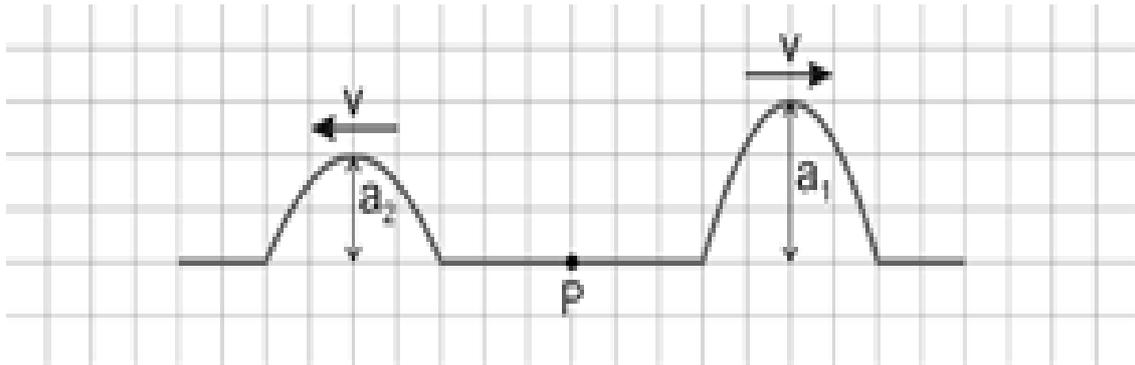
comprimento.



Depois da sobreposição

LÂMINA 36

os pulsos continuam a
propagar-se seguindo o
sentido inicial.



Com amplitude também

inalteradas, como se
nada tivesse ocorrido.



Agora façamos a análise

LÂMINA 37

da interferência

destrutiva ocorrida

entre dois pulsos

viajando com mesma

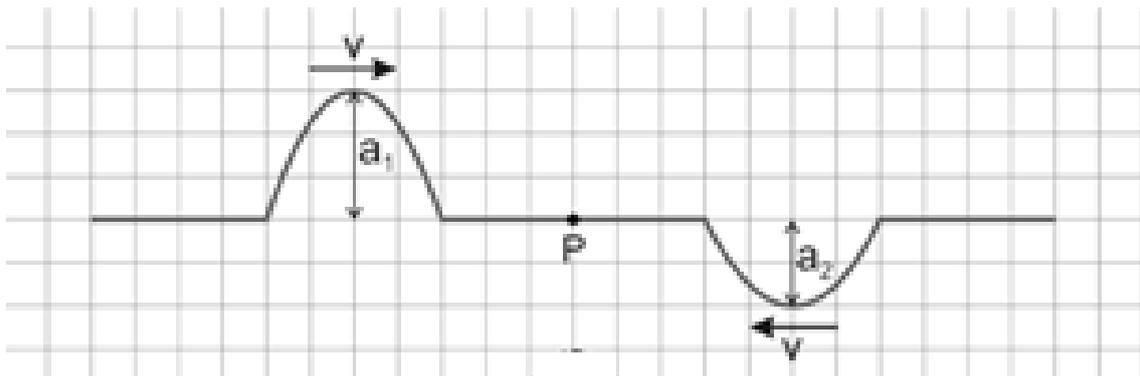
velocidade, em módulo,

que se encontrarão no

ponto P equidistante

das frentes de ondas

A e B.



LÂMINA 38

Note como ficará a nova

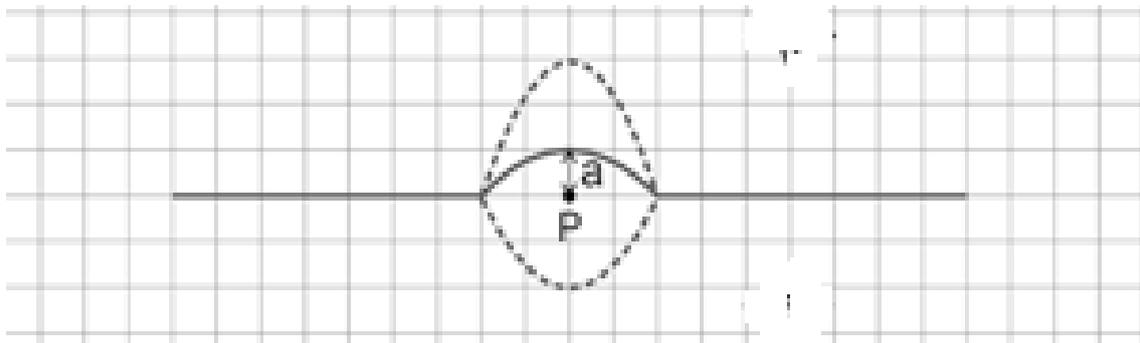
amplitude, devido a

subtração das

amplitudes iniciais, no

momento de sobreposição

das ondas



Sendo de 3U.C a

amplitude da onda A e

de 2U.C. a amplitude da

onda B, antes da

sobreposição, teremos

em P uma amplitude de

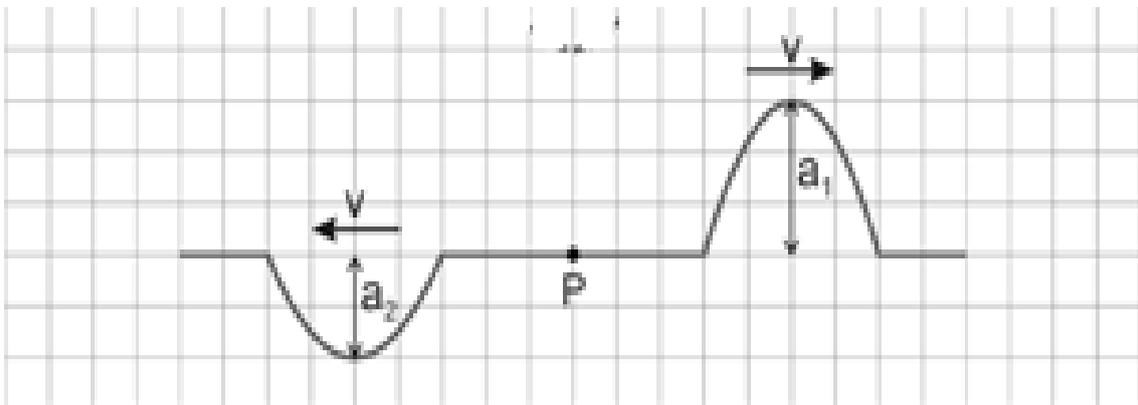
1U.C.



Agora note que pós

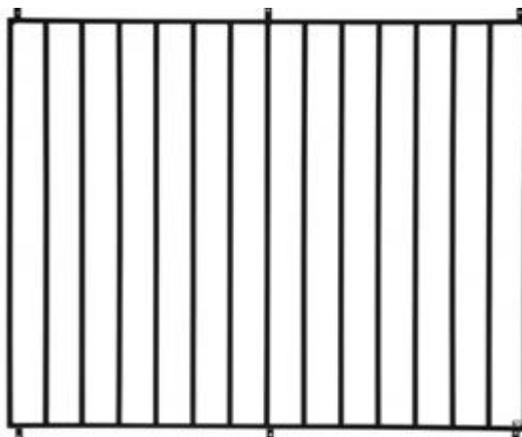
LÂMINA 39

sobreposição os pulsos
continuam a propagar-se
seguindo o sentido e
amplitudes iniciais.



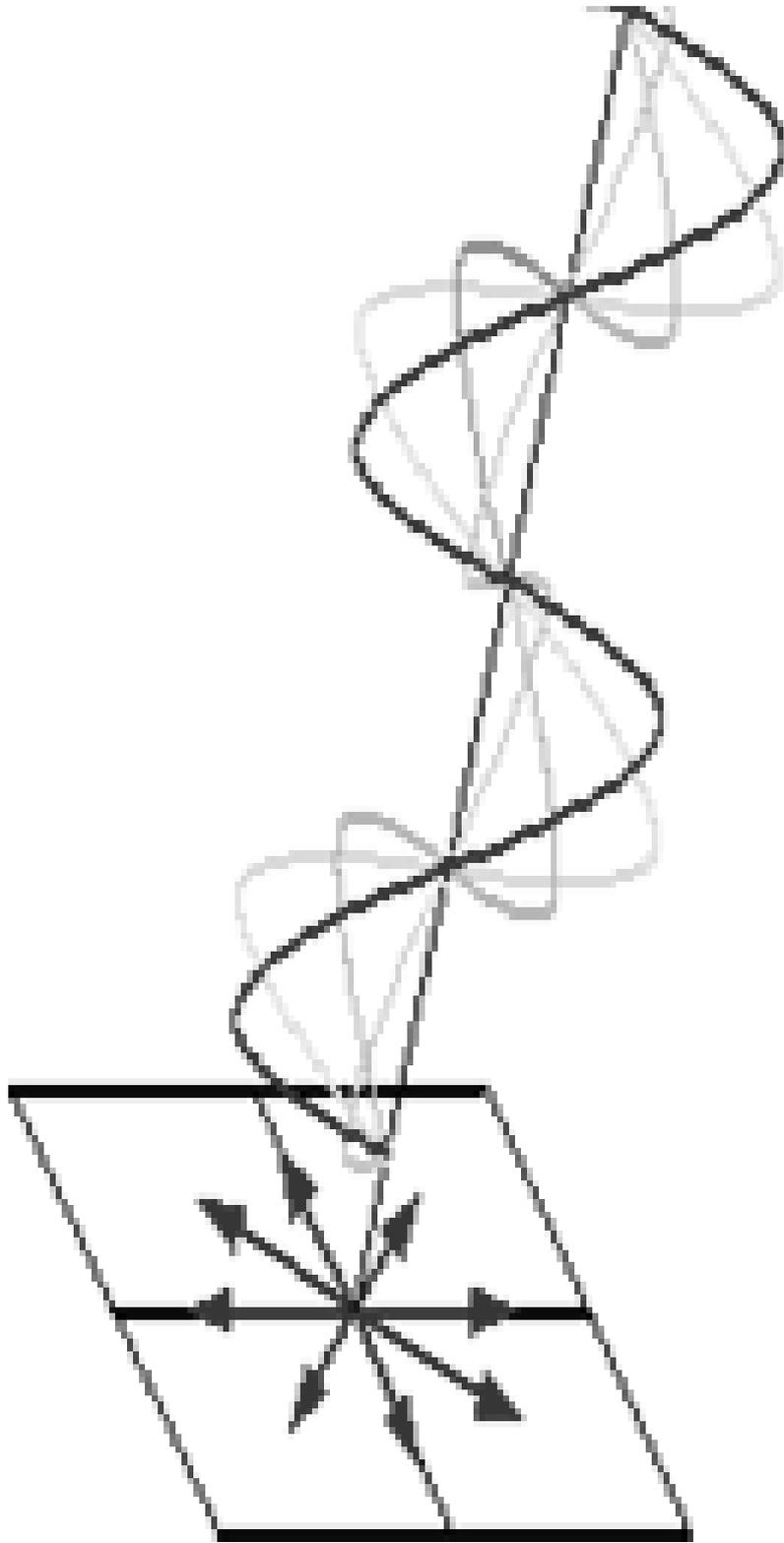
Quando desejamos filtrar
uma onda de modo a
unidimensioná-la ou
mesmo diminuir sua
intensidade em uma
direção, devemos
utilizar os
polarizadores.

Podemos fazer a analogia
de um polarizador com
a grade na vertical
logo abaixo.



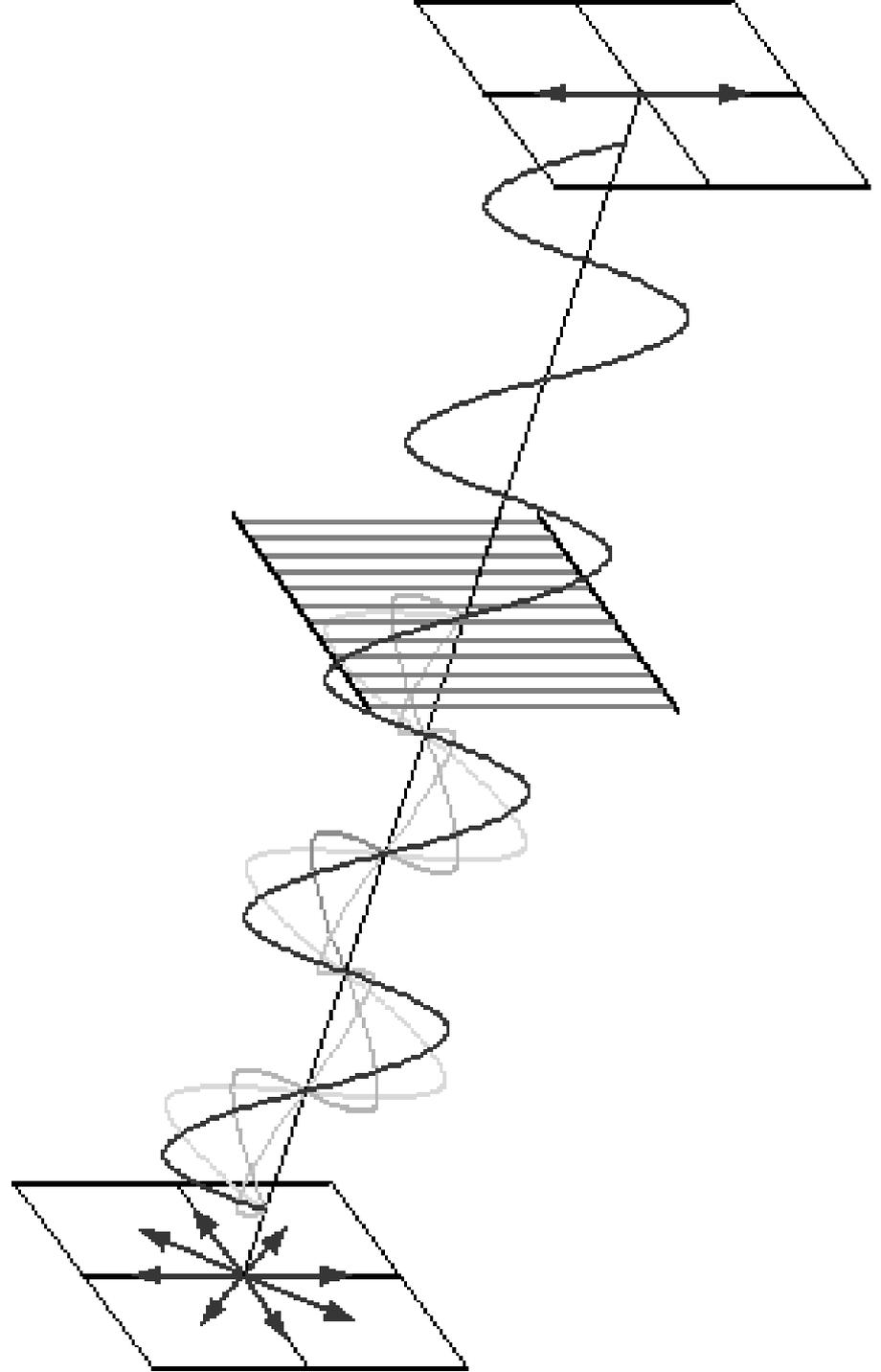
LÂMINA 41

Se fizermos uma onda transversal ...



LÂMINA 42

passar por esse polaróide vertical, perceberemos que somente a componente vertical da onda irá passar por ele, enquanto que a componente horizontal será filtrada/barrada.



AULA 10	TEMPO ESTIMADO: 1h40
CONTEÚDO	
Efeito Doppler	
OBJETIVO(S)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender e ser capaz de inferir sobre a alteração de frequência que ocorre no efeito Doppler. 2. Capacitar o estudante para extrair, da situação problema, os dados e aplica-los na equação. 3. Materializar os conceitos para que a captação da informação seja por meio tátil. 4. Analisar e interpretar imagens e comunicações de física veiculadas por diferentes meios. 5. Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes extraídas das imagens/gráficos e a partir destes, traçar possíveis estratégias para resolvê-la. 	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceituar o Efeito Doppler pela condição de existência de movimento relativo entre fonte-receptor. (LÂMINAS 43 e 44) 2. A partir da alteração de frequência ocorrida no efeito Doppler explicar som agudo e grave. 3. Apresentação da equação. 4. Aproveitamento do tempo com resolução de questões de revisão a partir das LÂMINAS. (45 a 47) 	
LÂMINAS 43 a 47	
AVALIAÇÃO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar resolução de questões teóricas e de raciocínio matemático como os transcritos no produto. 2. Após a realização do que fora planejado é necessário avaliação para traçarmos nova rota de acordo com a necessidade apresentada pelo grupo no qual se foi aplicado o material. 	
OBSERVAÇÃO	
<p>Não limite-se às lâminas deste kit. Aproveite o máximo do material e produza mais para ampliar os recursos disponíveis aos nossos estudantes. As lâminas são suficientes para entender o fenômeno, mas exercícios nunca são demais.</p>	

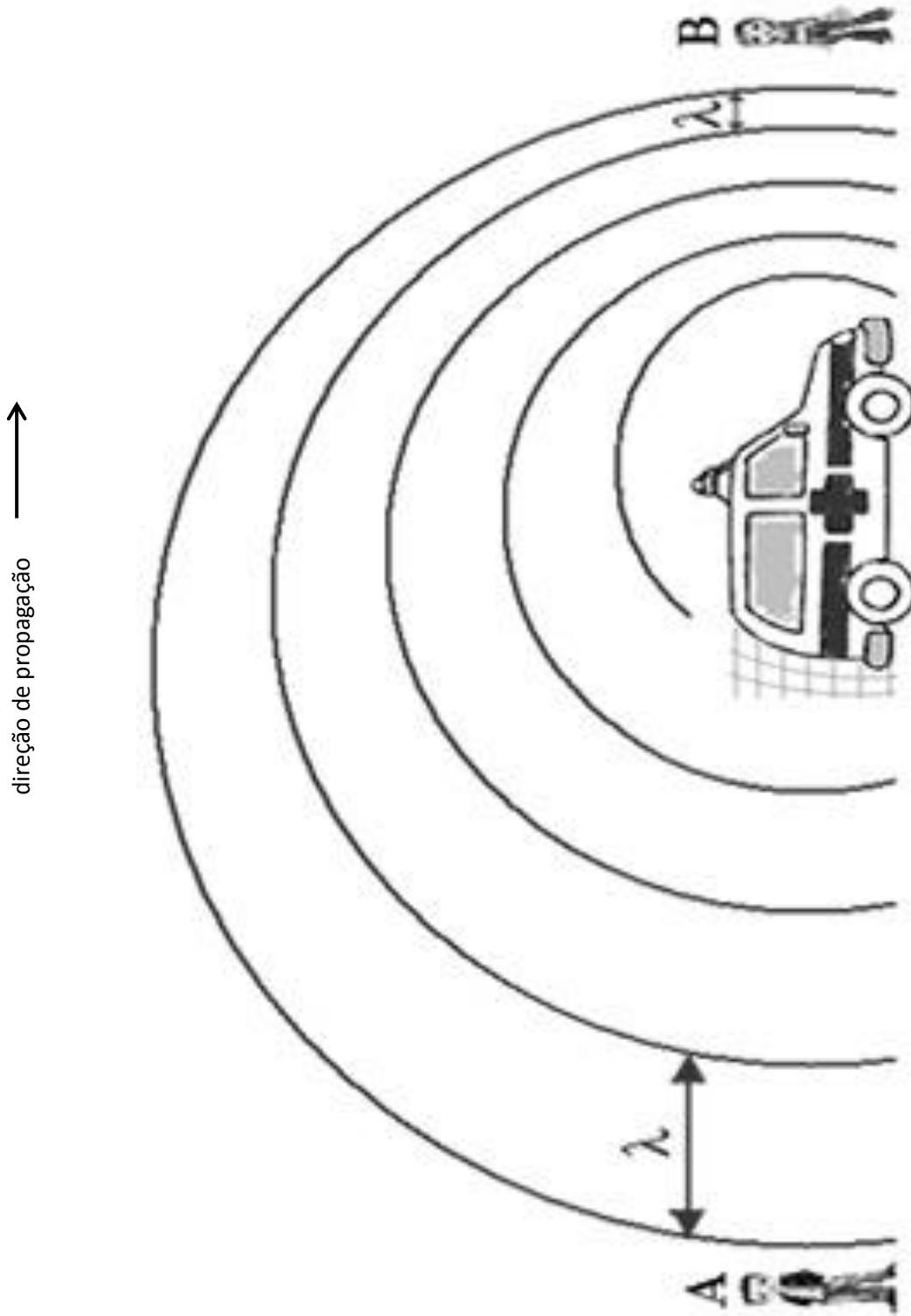
Encerraremos o estudo

LÂMINA 43

dos fenômenos
ondulatórios com o
efeito Doppler,
definido como alteração
da frequência aparente
devido ao movimento
relativo da fonte-
receptor. Este
movimento aproxima as
frentes de onda
diminuindo assim o
comprimento de onda e
aumentando a frequência
que para o exemplo do
som torná-o mais agudo,
e quando o movimento é
de afastamento as
frentes de onda se
distanciam aumentando o
comprimento de onda e
diminuindo a frequência
que para o som torná-o
mais grave.



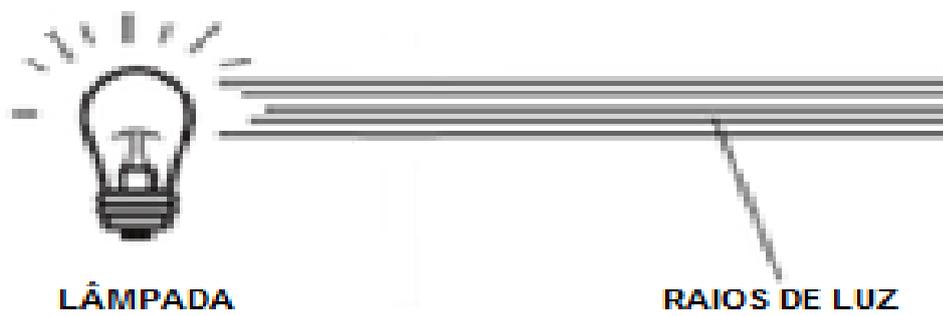
LÂMINA 44



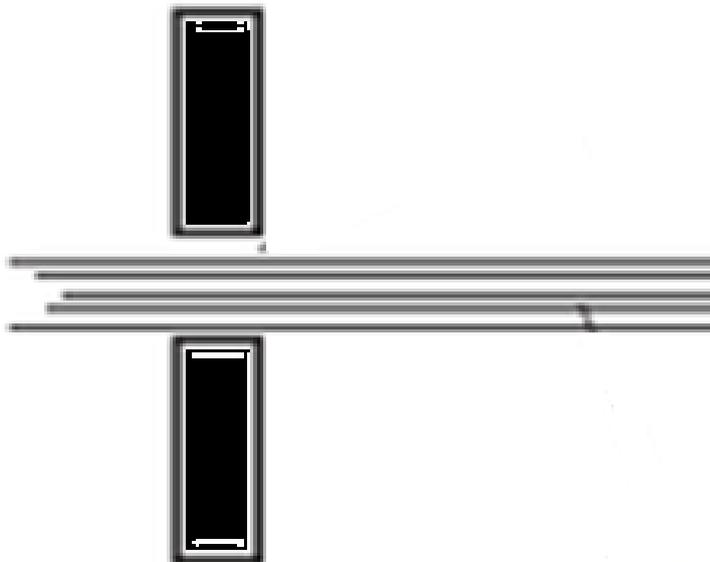
Vamos fixar resolvendo
duas questões aqui
propostas!

LÂMINA 45

1- questão do ENEM
2011

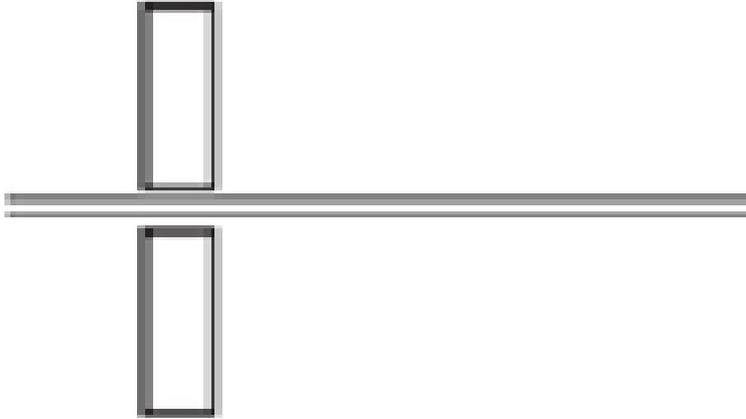


faz-se passar os raios de
luz por um orifício

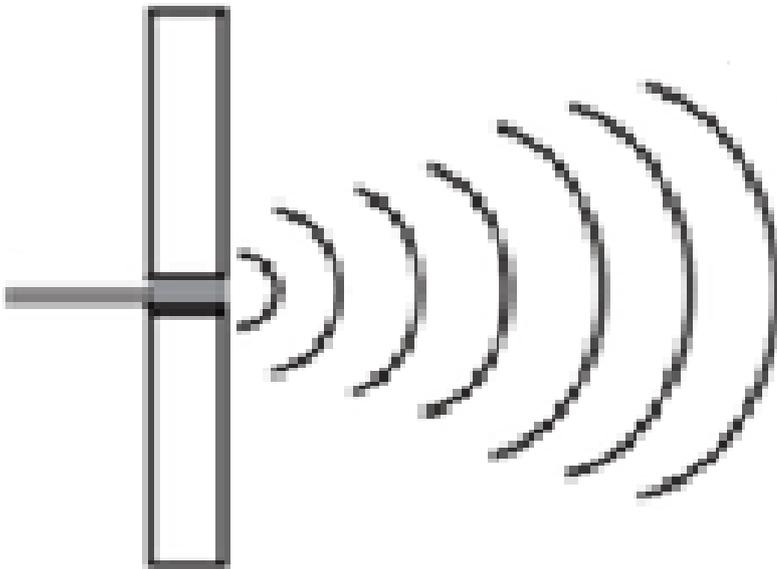


estreitando o buraco

LÂMINA 46



estreitando mais ainda o
buraco

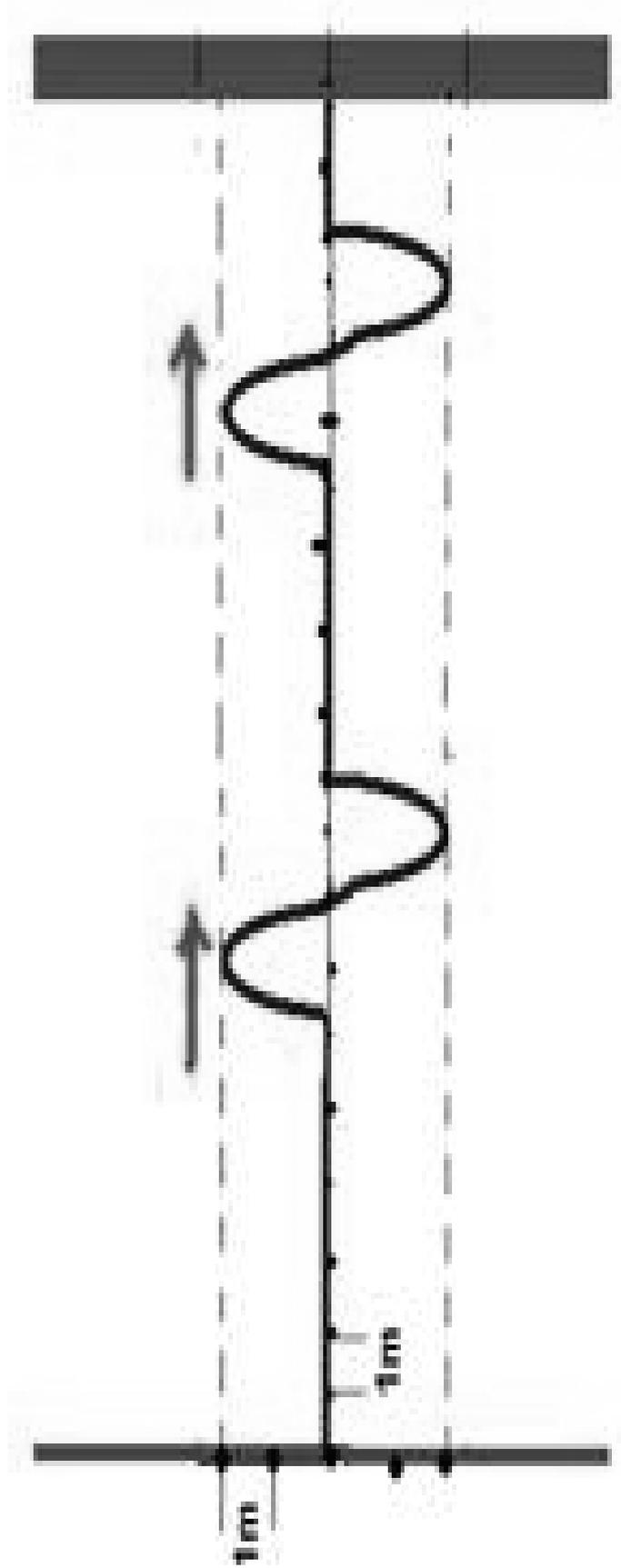


E AÍ, DESCOBRIU QUAL O
FENÔMENO ASSOCIADO?



LÂMINA 47

2 - para exercitar um pouco a reflexão e a interferência, vamos descobrir qual a forma de onda após 6 segundos e após 8 segundos. sabendo que a velocidade de propagação dos pulsos são iguais a 1m/s.



Referências

BRASIL MEC. *Grafia Braille para a língua portuguesa*. Brasília: [s.n.], 2006.

FERREIRA, A. B. H. *Dicionário Aurélio da língua portuguesa*. Curitiba: Editora Positivo, 2010.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

IVIC, I. *Lev Semionovich Vygotsky*. Recife: Editora Massangana, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, T. N. *Interfaces entre teorias de aprendizagem e Ensino de Ciências*. Porto Alegre: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf>.