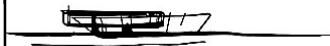


AUT0278 - Desempenho Acústico, Arquitetura e Urbanismo

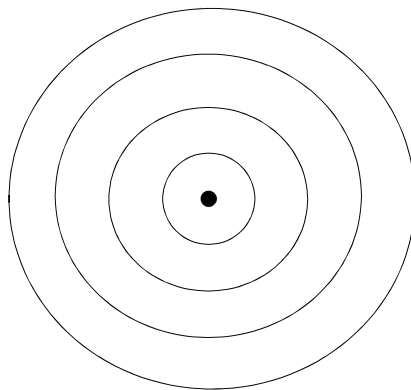


Comportamento Sonoro

e-mail: aut278.2018@gmail.com

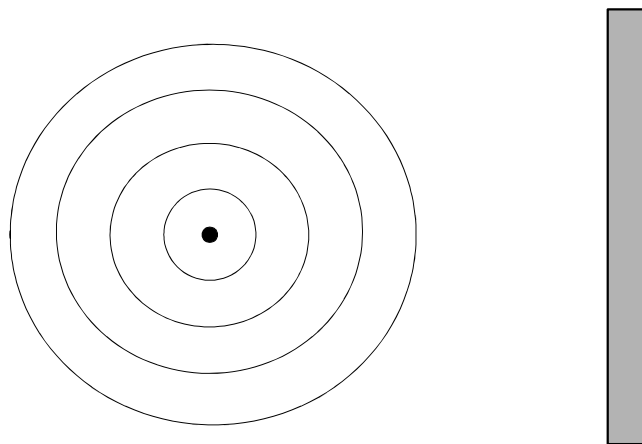
Comportamento da Onda Sonora:

- Considerando apenas o som direto, sem influências das superfícies e obstáculos, a onda sonora tende a propagar-se esfericamente, em todas as direções:



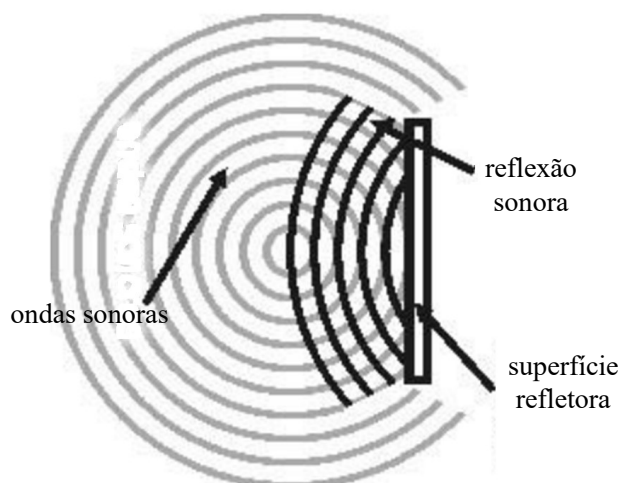
Comportamento da Onda Sonora:

- O que acontece se a onda sonora encontra uma superfície dura e lisa?



Reflexão de ondas:

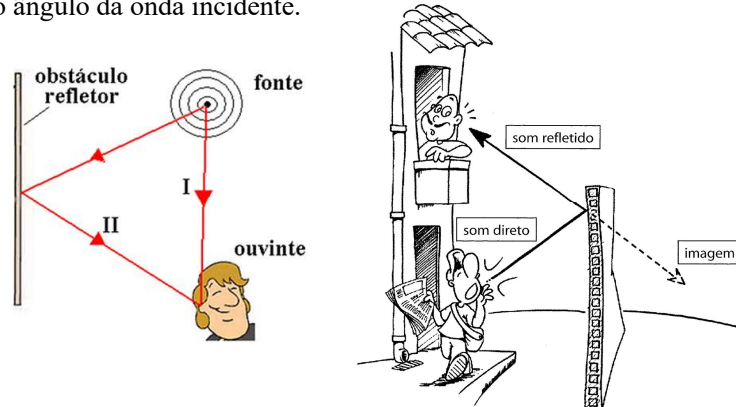
- Ocorre quando as ondas sonoras encontram superfícies duras e lisas. Nestas condições, voltam para trás, refletindo-se.



Reflexão sonora:

- **Obedece às leis de reflexão da luz.**

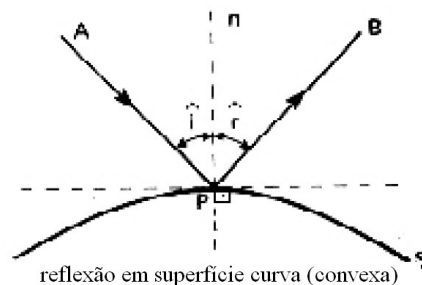
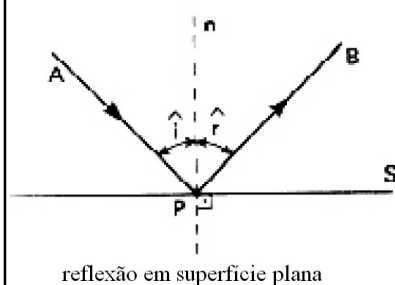
- Vetorialmente o comportamento de uma onda sonora é exatamente o mesmo da ótica.
- Uma onda refletida determina com a superfície refletora um ângulo igual ao ângulo da onda incidente.



Reflexão:

- **Obedece às leis de reflexão da luz.**

- Raio sonoro refletido tem seu ângulo em relação à superfície igual ao de incidência – como se fosse sua imagem em um espelho.



n – normal à superfície

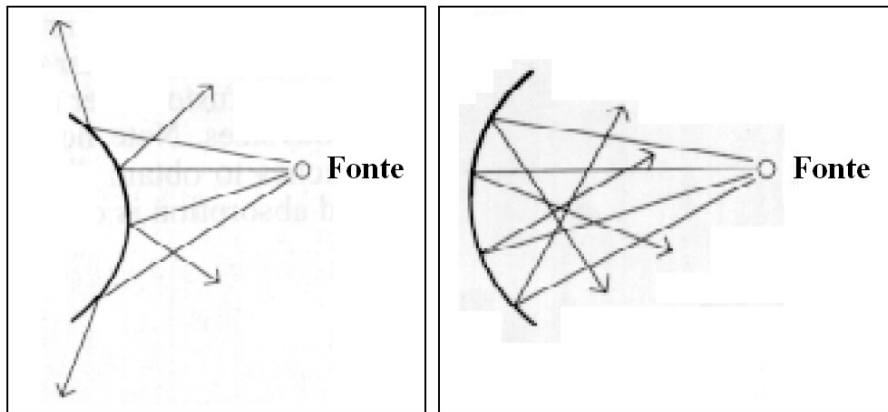
$\hat{i}$ – ângulo incidente

$\hat{r}$ – ângulo refletido

$$\hat{i} = \hat{r}$$

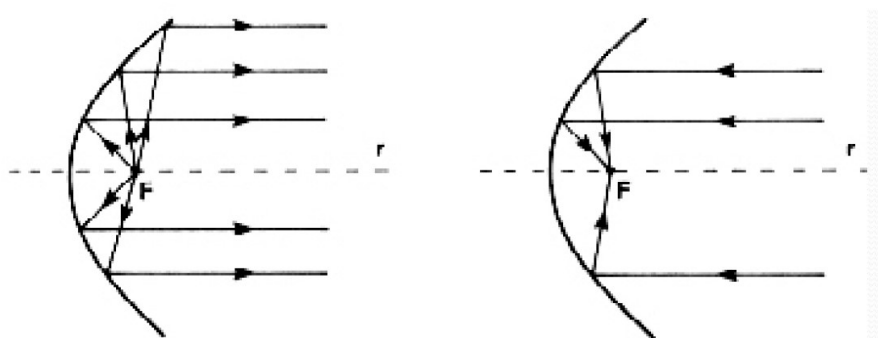
Reflexão:

- *Reflexão em superfície curva*



Reflexão:

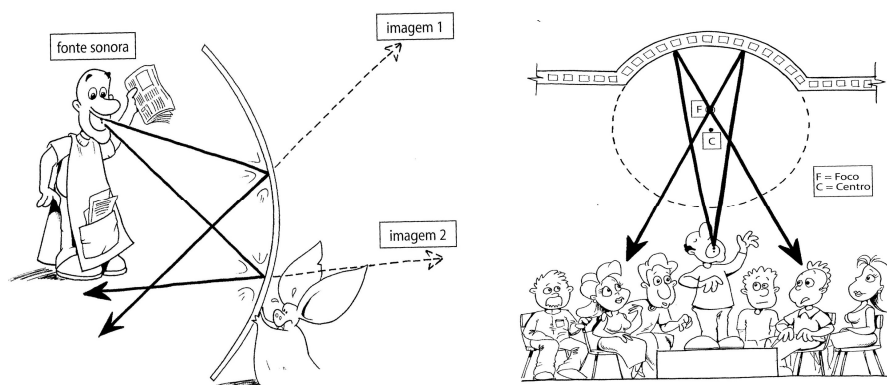
- *Reflexão em superfície curva*



reflexão em superfície curva (côncava)

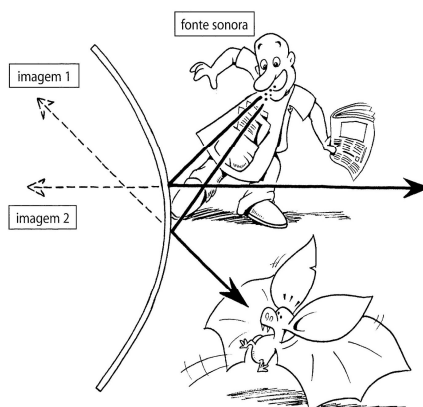
Reflexão:

- *Reflexão em superfície curva côncava:*
Concentração dos raios sonoros



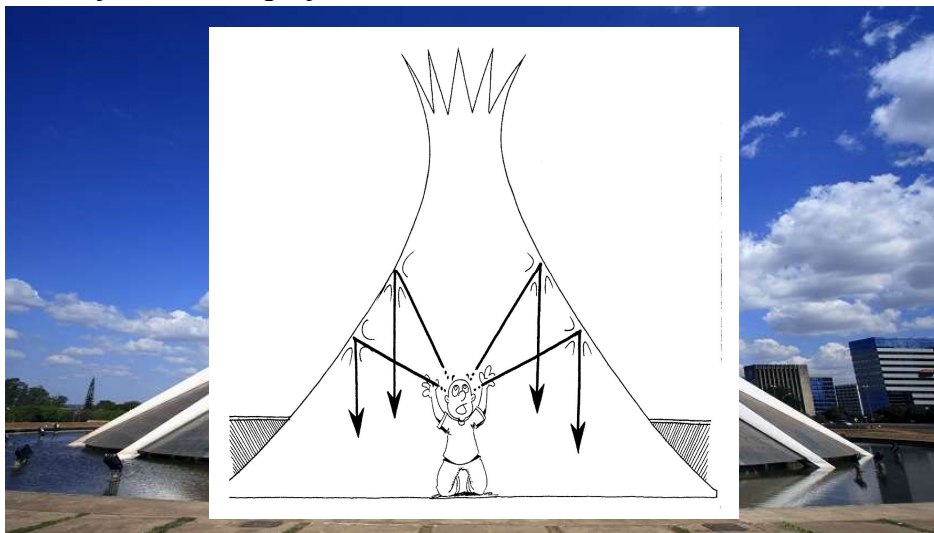
Reflexão:

- *Reflexão em superfície curva convexa:*
Difusão dos raios sonoros



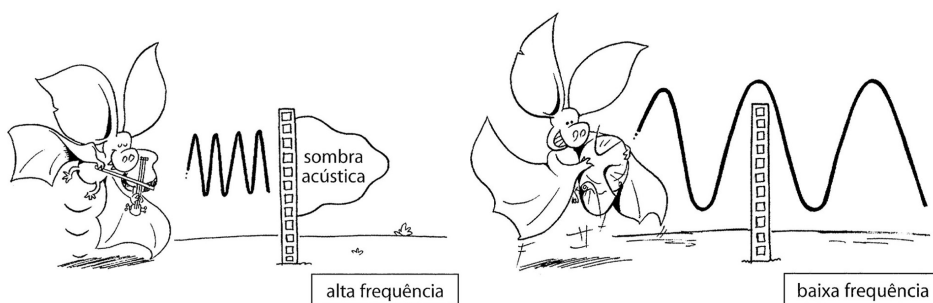
Reflexão:

- *Reflexão em superfície curva convexa:*



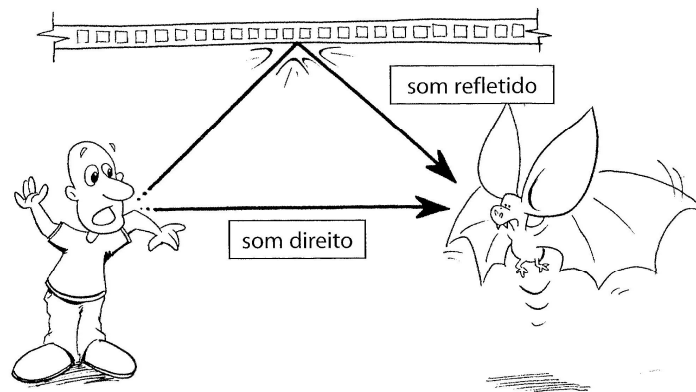
Reflexão:

- Sons de alta frequência tendem a sofrer mais reflexões do que sons de baixa frequência e podem provocar sombras acústicas.



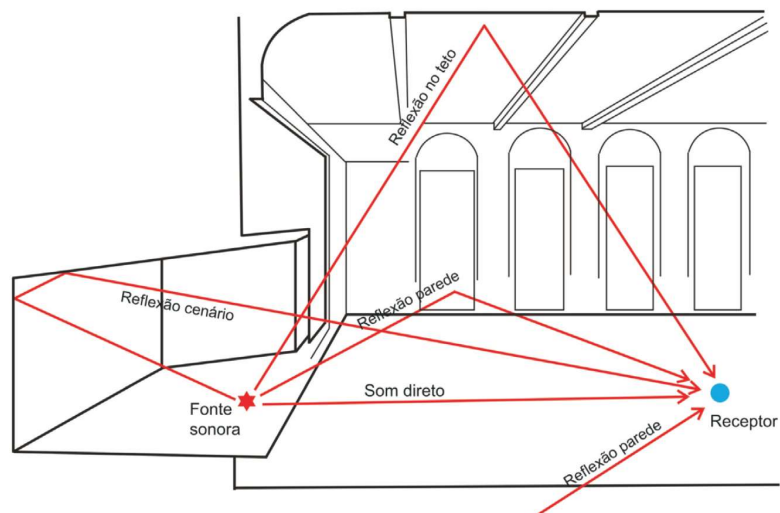
Reflexão:

- O som que chega ao receptor é a composição do som direto com as reflexões sonoras.



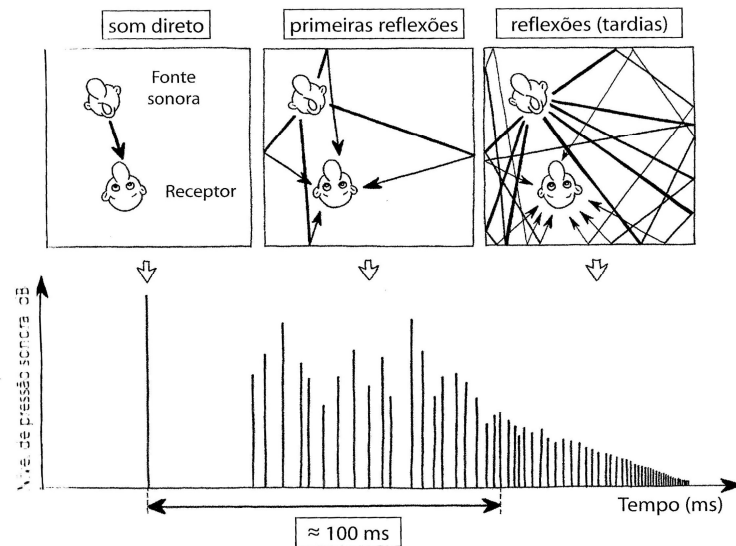
Reflexão:

- Som direto e primeiras reflexões:



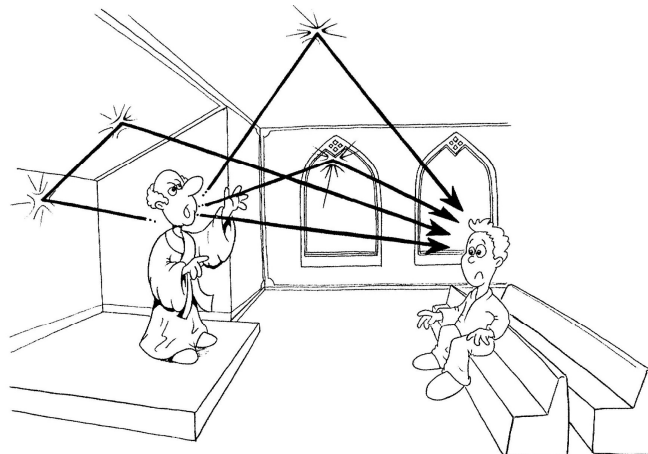
Reflexão:

- Som direto e reflexões:



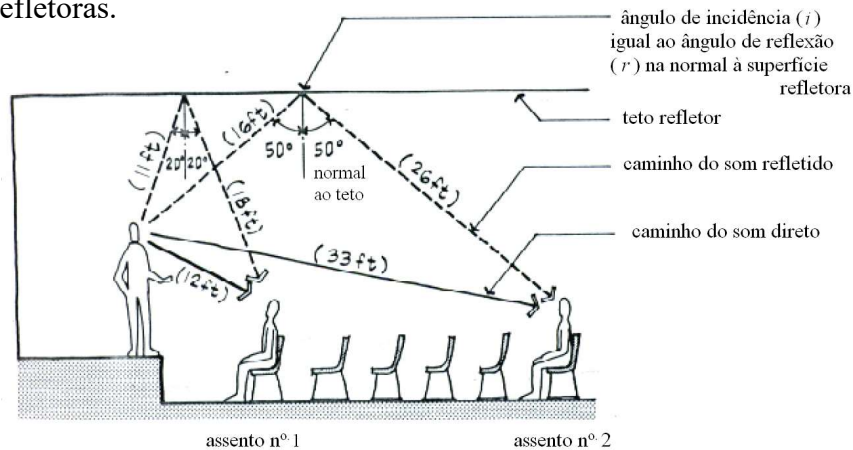
Reflexão:

- Permite o reforço e a distribuição sonora.



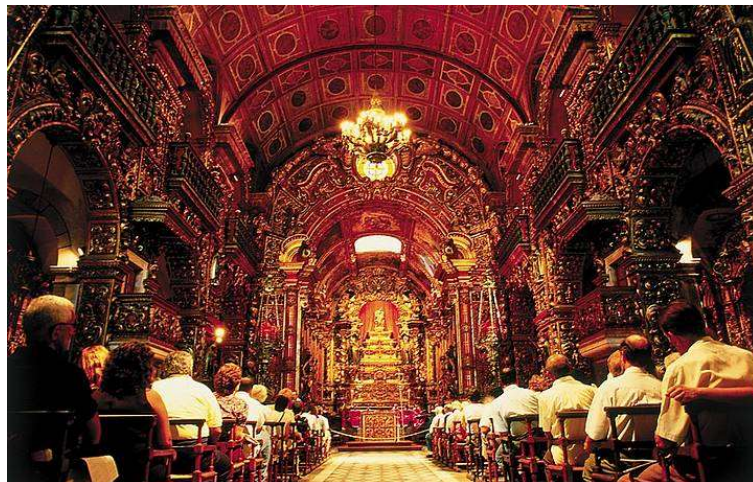
Reflexão:

- Importante em ambientes em que a inteligibilidade é necessária.
- Porém, em excesso, pode ser prejudicial à inteligibilidade.
- Pode ser reduzida tratando as superfícies para que sejam menos refletoras.



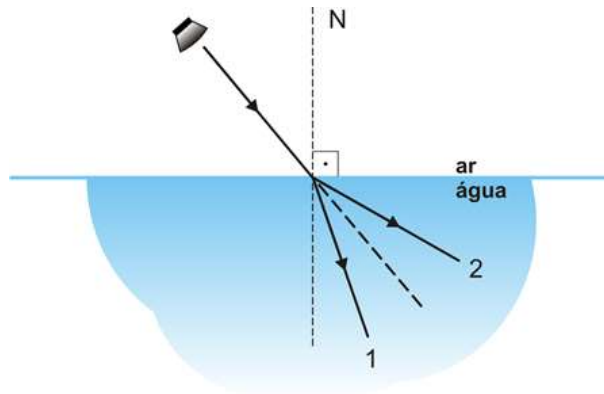
Reverberação:

- Prolongamento de um som produzido.
- Maior quanto maior for o volume do recinto.



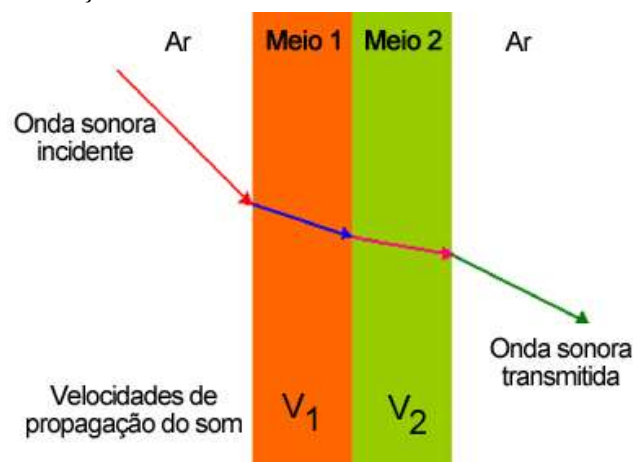
Refração:

- Consiste na passagem do som de um meio de propagação para outro, com mudança de velocidade e direção.
- A velocidade e a direção variam, mas a frequência permanece igual.



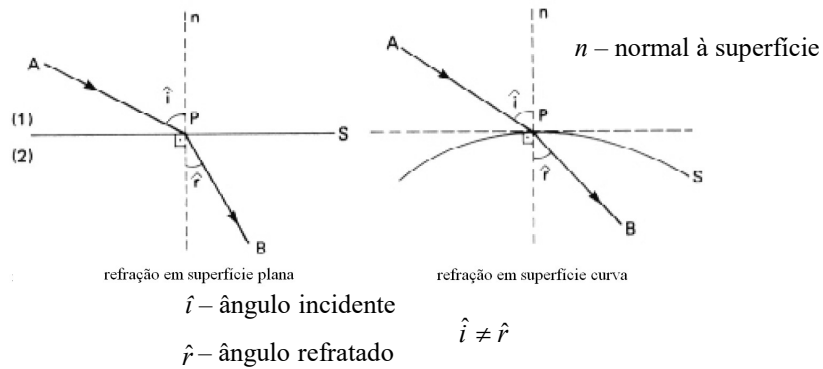
Refração:

- Dois meios homogêneos e isotrópicos 1 e 2 separados por uma superfície S → Quando a onda sonora passa do meio 1 para o meio 2, ocorre refração.



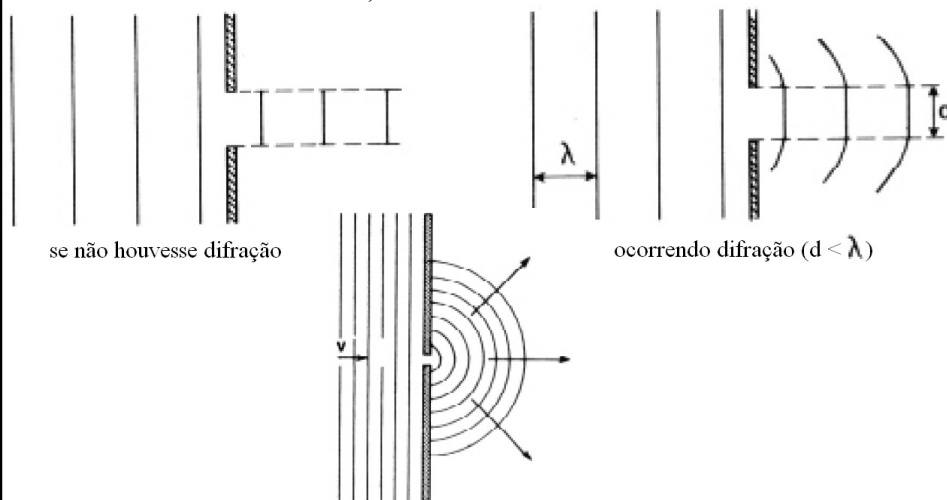
Refração:

- Velocidades de propagação diferentes em cada meio.



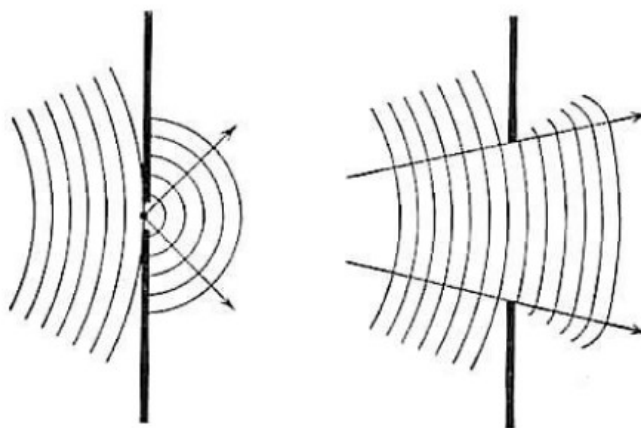
Difração:

- Propriedade que uma onda sonora apresenta de contornar obstáculos colocados em seu caminho. (A abertura torna-se uma fonte de som secundária.)

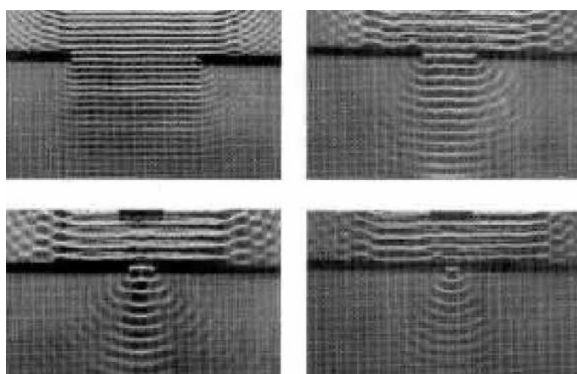
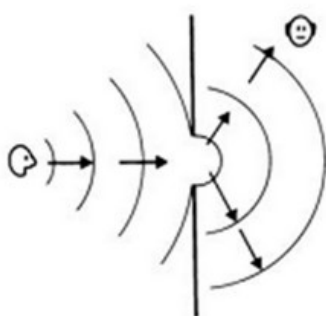


Difração:

- Propriedade que uma onda sonora possui de transpor obstáculos posicionados entre a fonte sonora e a recepção, mudando sua direção e reduzindo sua intensidade.



Difração:



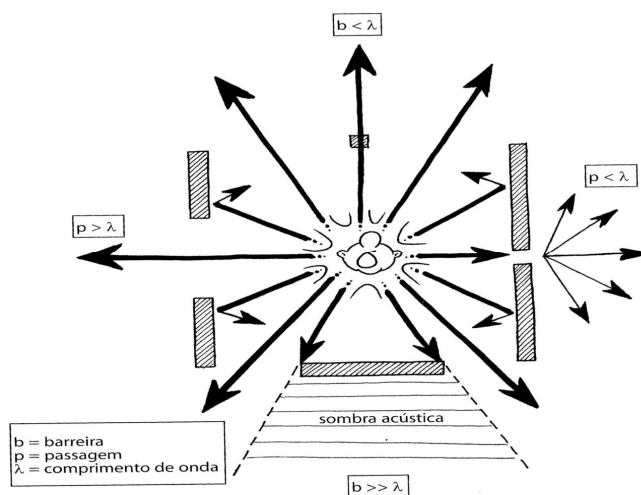
Difração:

- Fenômeno notório:
 - Ouvimos a buzina de um automóvel antes dele atingir a esquina, apesar de não estarmos vendo-o.



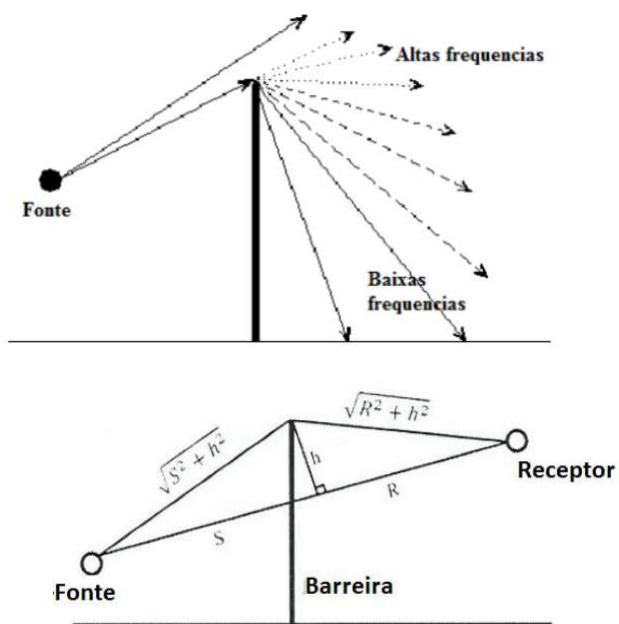
Difração:

- Sons de baixa frequência – arestas objeto como nova fonte



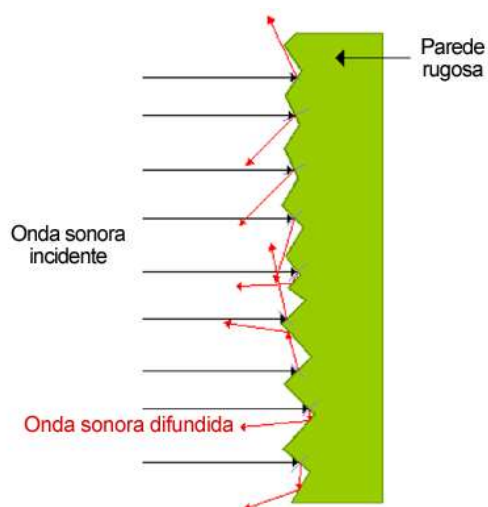
Difração:

- Som muda de direção ao incidir numa extremidade e pode gerar uma sombra acústica.



Difusão:

- A difusão proporciona um espalhamento das ondas sonoras.



Difusão:

- Em um ambiente difuso, todos os pontos do ambiente recebem a mesma quantidade de energia sonora, isto é, possuem a mesma pressão sonora.

- Difusores:



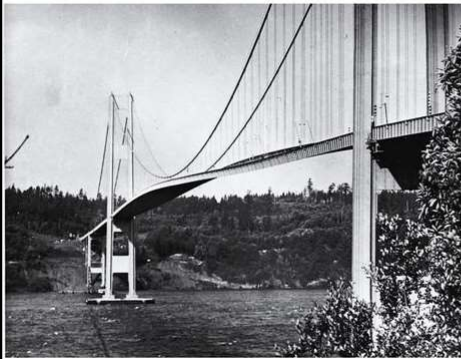
Ressonância:

- Fenômeno que ocorre quando um sistema recebe energia periodicamente numa frequência igual a uma de suas frequências próprias de vibração.
- Superfícies rígidas de pequenas massas, ao vibrarem por esta influência, tendem a se quebrarem.



Ressonância:

- Ponte *Tacoma Narrows*, Washington (1940) - destruída quatro meses e seis dias após sua inauguração, durante um vendaval.



Ressonância: • Ponte *Tacoma Narrows*



Eco:

- Ocorre quando o som é refletido por uma ou mais superfícies e retorna ao receptor em um intervalo de tempo maior que 1/15 do segundo.
- Fenômeno que ocorre se a distância entre a fonte sonora e o obstáculo for, no mínimo, de 17 m.

- O eco é classificado palpitante quando se observam sucessivas reflexões entre paredes paralelas de uma sala.



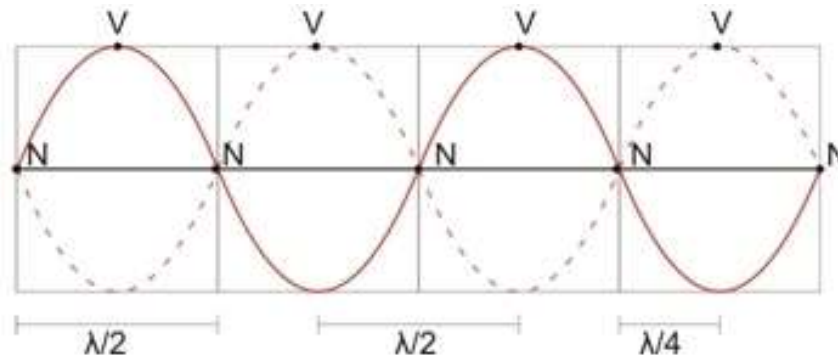
Eco:



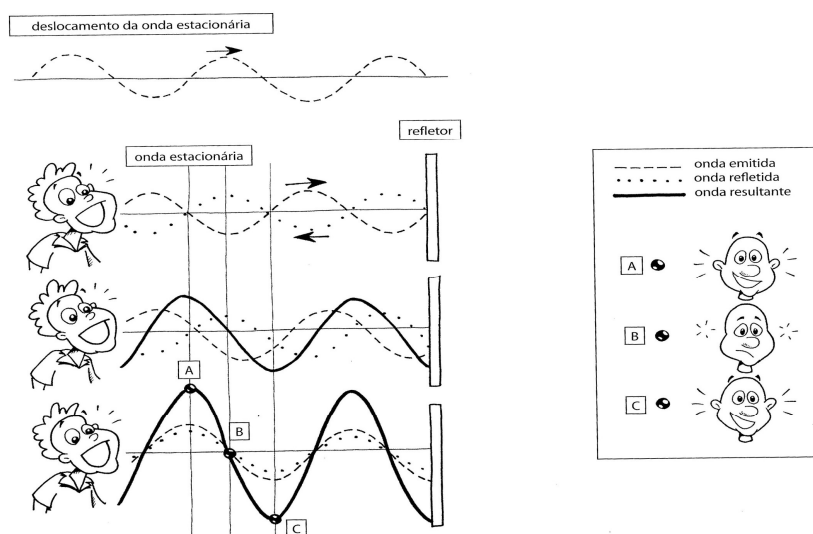
Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Em recintos fechados - Ondas estacionárias:

- Sobreposição de duas ondas de igual frequência, mesma amplitude, mesmo comprimento, mesma direção e que propagam em sentidos opostos.
- Sensação de desconforto auditivo.

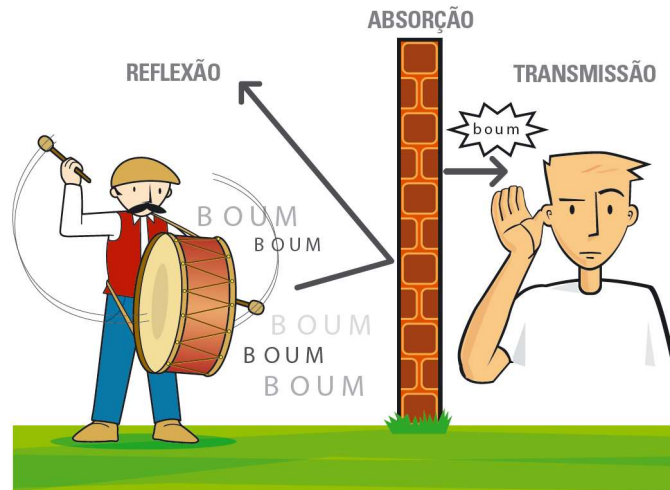


Em recintos fechados - Ondas estacionárias:



Absorção sonora:

- Ocorre quando as ondas sonoras encontram superfícies onde são absorvidas, ou seja, deixam de se propagar.



Transmissão sonora:

- Ocorre quando as ondas sonoras encontram superfícies por onde são transmitidas.

