

SISTEMAS MULTIMÍDIA

ÁUDIO 1

Prof.: Danilo Coimbra
(coimbra.danilo@ufba.br)



Áudio

2

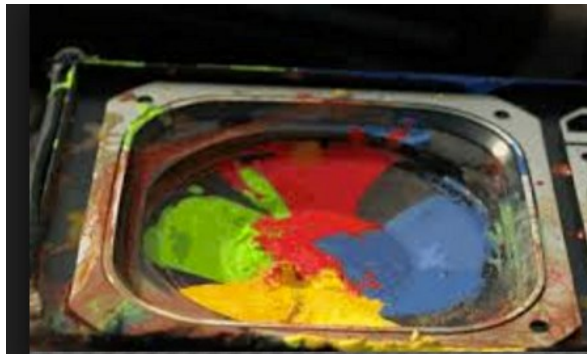
- De suma importância para conteúdo multimídia
 - ▣ É a única mídia que estimula o sentido da audição
 - Todas as outras mídias usam a visão
 - Será?
- Diferenças entre informação de imagem e sonora
 - ▣ Quando a velocidade de reprodução da mídia é alterada, mais informação é perdida no áudio que na imagem

O Que é Som?

3

□ Fisicamente

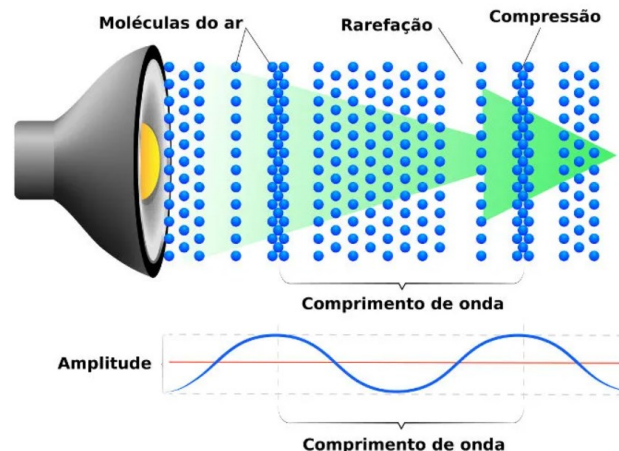
- ▣ Som é uma onda mecânica tridimensional
 - Necessita de um meio material para se propagar
- ▣ Som é um fenômeno de onda como a luz, mas acontece em nível macroscópico e envolve moléculas de ar sendo comprimidas e expandidas sob a ação de dispositivos físicos (Li, 2004)



O Que é Som?

4

- Como se propaga uma onda sonora?
 - ▣ Vibração de um material que ao vibrar, produz uma compressão na região próxima, seguida de uma rarefação
 - Vibração longitudinal (paralela à sua propagação)
 - Transmite a vibração para as moléculas vizinhas e assim sucessivamente para todas as moléculas das vizinhança



O Que é Som?

5

- Som cotidiano que escutamos é um fenômeno físico produzido por variações na pressão do ar (vibrações)
 - ▣ Flutuações periódicas de pressão em um meio
 - ▣ Cordas de violino, bater palmas, cordas vocais, ...

 - Com as variações
 - ▣ as moléculas vizinhas **vibram** no ar criando uma variação de pressão no ar à sua volta
- Essa alteração entre **altas** pressões e **baixas** pressões propaga-se no ar, em todas as direções, como uma onda (mecânica)



O Que é Som?

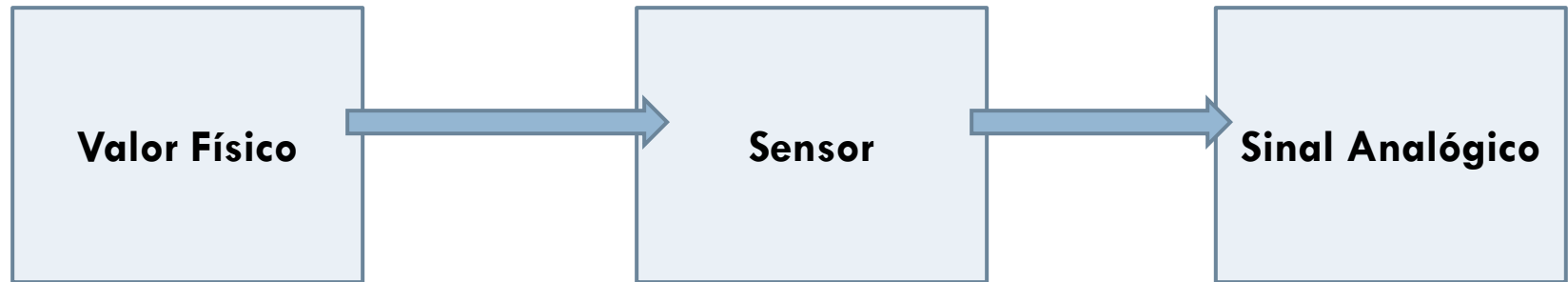
6

- ❑ Os ouvidos dos seres humanos detectam variações na pressão do ar de modo totalmente diferente do modo como os olhos detectam a presença de luz (imagem)
- ❑ Sensações produzidas pelo cérebro são igualmente distintas
- ❑ Quão importante o som é para aplicações multimídia?

O Que é Som?

7

Ribeiro, N. (2012)



Fenômeno:

variação da pressão do ar por efeito de propagação de ondas sonoras

Microfone:

mede os valores do fenômeno (vibração) e transforma-os em valores de tensão elétrica

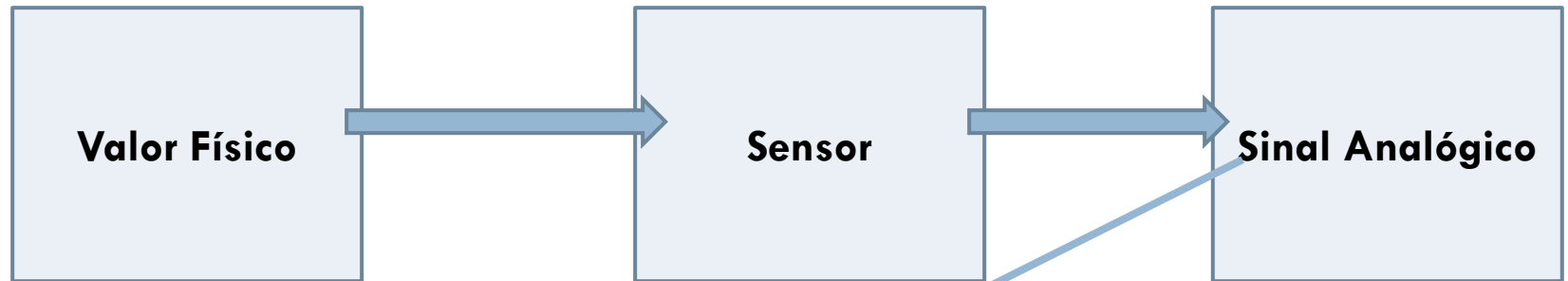
Tensão Elétrica:

variação física dependente do tempo que varia de forma análoga à variação da pressão do ar

O Que é Som?

8

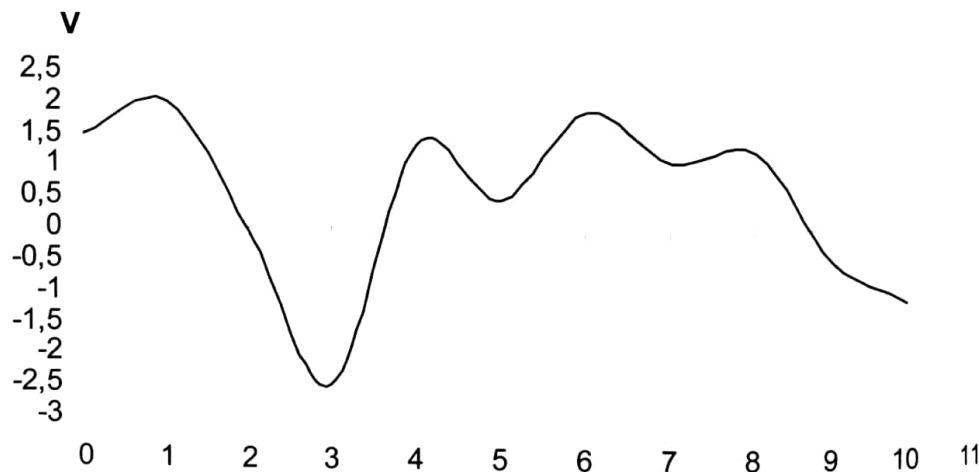
Ribeiro, N. (2012)



Fenômeno:

vari
do
prof
ond

Sinal analógico



Tensão Elétrica:

variação física
dependente do
tempo que varia de
forma análoga à
variação da pressão
do ar

O Que é Som?

9

- Em sistemas analógicos
 - ▣ O sinal sonoro é representado por um sinal magnético ou elétrico
 - com amplitude proporcional à amplitude do sinal acústico original
- Nos dispositivos e sistemas eletrônicos
 - ▣ Sinal sonoro é representado por uma sequência de números
 - Bits: 0 e 1

Som Analógico

10

- Similarmente ao ouvido, o microfone é um transdutor
 - ▣ **Converte** as variações de pressão do ar em **sinais elétricos** usáveis pelos equipamentos de áudio
 - ▣ A **saída** de um microfone é uma **voltagem elétrica analógica** que varia no tempo do mesmo modo que as ondas mecânicas do som = Sinal de áudio
- Alto-falantes: sinal elétrico → ondas mecânicas



Som Analógico

11

Transdutores

□ Sinal acústico \rightarrow sinal elétrico



□ sinal elétrico \rightarrow sinal acústico (ondas mecânicas)



Som Analógico

12

- Primeiro sistema de captura do som: Fonógrafos mecânicos (1877)
 - Cilindro com sulcos e folha de estanho, e uma ponta aguda pressionando esse cilindro
 - Conjunto ligado a um diafragma, no qual era acoplado a um bocal em forma de cone
 - Aparelho era capaz de gravar o som, e reproduzir, bastando trocar a ponta aguda por uma agulha



Som Analógico

13

□ Posteriormente

- Até 1948: discos de goma-laca (78 rpm, usados em gramofones, totalmente mecânicos)

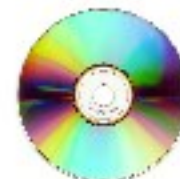


□ 1963: Fita cassete

- “Até” final da década de 80: discos de vinil ou LP (usados em toca-discos/vitrolas, conversão para sinal elétrico)



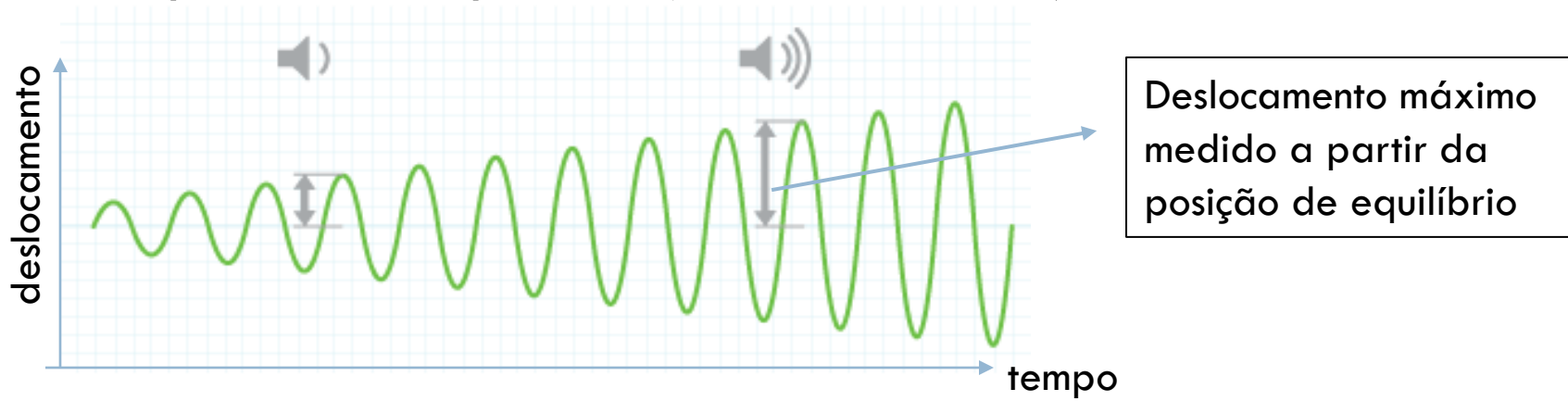
□ Início da década de 90: compact-discs ou CDs



Características do som

14

- Possui alguns aspectos/características
 - ▣ Amplitude, frequência (mídia contínua) e velocidade



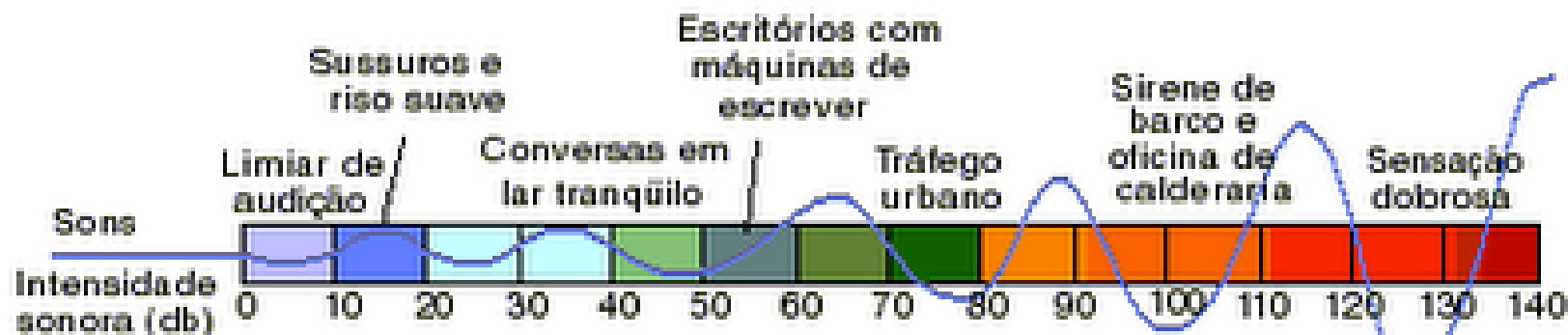
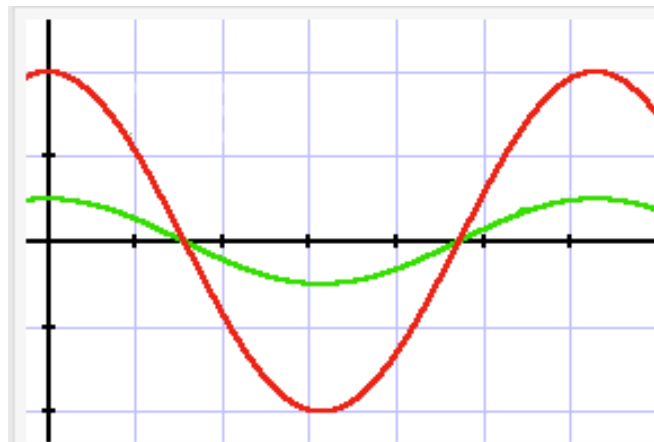
- Amplitude
 - ▣ Medida escalar negativa e positiva da magnitude de oscilação de uma onda
- Amplitude = Intensidade
 - ▣ Está relacionada ao volume do som. Quanto maior a amplitude, mais alto ouvimos o som

Características do som

15

Amplitude

- Quantidade de energia transportada pela onda



Características do som

16

- Amplitude (Decibéis - dB)
 - ▣ Amplitude: conceito físico
 - ▣ Intensidade: conceito psicofísico

- Percepção do ouvido não é linear
 - ▣ Logarítmica
 - ▣ Produzir um som de intensidade 2x maior, necessário 10x mais potência acústica

Características do som

17

□ Amplitude -> Intensidade

▣ Parâmetros perceptuais do som

Som	I (dB)
Limiar de audibilidade	0
Rumorejar das folhas	10
Sussurrar	30
Barulho de um mosquito	40
Conversa normal	50
Aspirador	70
Trânsito intenso	80
Concerto de rock	120
Avião a jato próximo	150
Ruptura do tímpano	160

Características do som

18

Amplitude -> Intensidade (decibéis)

dB	DIRECT SOUNDS	EXPOSURE TIME
140	Jet take-off, Gun shot	<div>DANGER ZONE</div>
130	Jack hammer	
120	Threshold of pain	
115	Rock concert	
110	Dance club	
105	Voice shouting	
100	Factory	
95	Subway	
90	Heavy traffic	
80	Busy street	
70	Restaurant	
60	Average conversation	
50	Average suburban home	
40	Quiet auditorium	
30	Quiet whisper	
20	Extremely quiet recording studio	
10	Anechoic chamber	
0	Threshold of hearing	

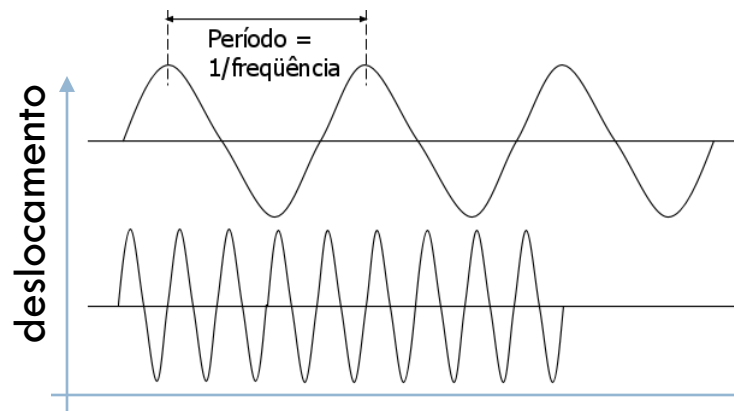
Figure #2. Sound levels and maximum exposure time.

Características do som

19

□ Frequência

- ▣ Quantidade de ciclos completos (vibrações) de uma onda sonora
 - Que ocorrem em um determinado período de tempo (1s)
- ▣ Determina a altura do som
 - Altura \neq volume
- ▣ Frequências altas = altura maior = sons mais agudos
- ▣ Frequências baixas = altura menor = sons mais graves



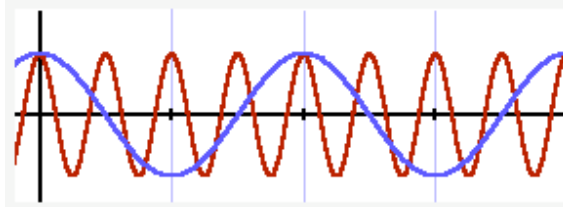
$$f = \frac{1}{T} \quad [\text{Hz}]$$

Características do som

20

□ Frequência

- ▣ Quantidade de ciclos completos (vibrações) de uma onda sonora
 - Que ocorrem em um determinado período de tempo (1s)
- ▣ Determina a altura do som
 - Altura \neq volume
- ▣ Frequências altas = altura maior = sons mais agudos
- ▣ Frequências baixas = altura menor = sons mais graves



Espectros de Frequências



Características do som

21

□ Unidades de Período e de Frequência

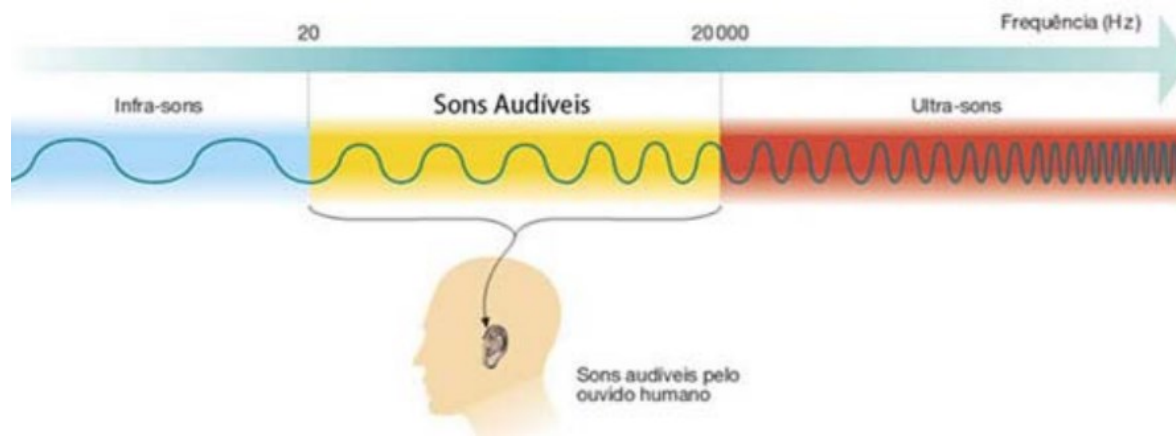
Unidade	Equivalência	Unidade	Equivalência
segundos (s)	1 s	hertz (Hz)	1 Hz
milisegundos (ms)	10^{-3} s	kilohertz (kHz)	10^3 Hz
microsegundos (μ s)	10^{-6} s	megahertz (MHz)	10^6 Hz
nanosegundos (ns)	10^{-9} s	gigahertz (GHz)	10^9 Hz
psicosegundos (ps)	10^{-12} s	terahertz (THz)	10^{12} Hz

Características do som

22

☐ Frequência

CATEGORIA	INTERVALO DE FREQUÊNCIA
Infra-som	0 – 20 Hz
Som Audível	20Hz – 20 KHz
Ultra-som	20 KHz – 1 GHz
Hipersom	1 GHz – 10 GHz



Características do som

23

☐ Frequência

CATEGORIA	INTERVALO DE FREQUÊNCIA
Infra-som	0 – 20 Hz
Som Audível	20Hz – 20 KHz
Ultra-som	20 KHz – 1 GHz
Hipersom	1 GHz – 10 GHz

} Abalo sísmico,
batidas do
coração

Características do som

24

☐ Frequência

CATEGORIA	INTERVALO DE FREQUÊNCIA
Infra-som	0 – 20 Hz
Som Audível	20Hz – 20 KHz
Ultra-som	20 KHz – 1 GHz
Hipersom	1 GHz – 10 GHz

Ouvido Humano
Voz humana e de
Animais, instrumentos
Musicais, alto falantes
Comunicação!

Características do som

25

□ Frequência

CATEGORIA	INTERVALO DE FREQUÊNCIA
Infra-som	0 – 20 Hz
Som Audível	20Hz – 20 KHz
Ultra-som	20 KHz – 1 GHz
Hipersom	1 GHz – 10 GHz

vibrações térmicas das moléculas

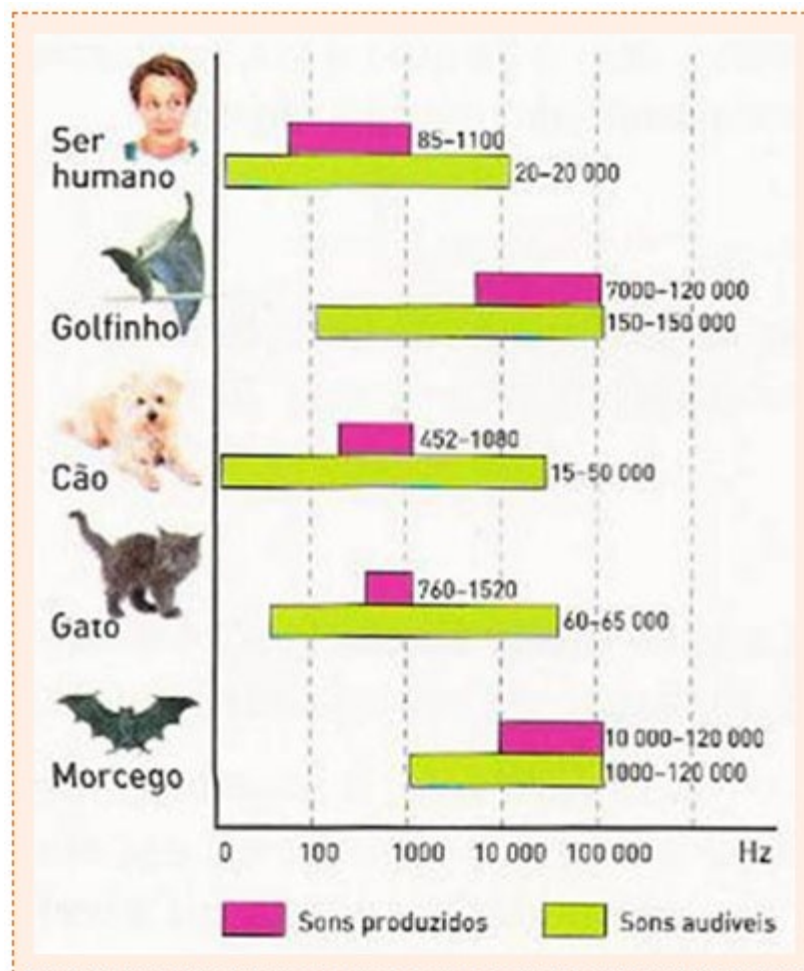
Morcego, cão,
Gafanhotos, grilos

Investigação em medicina,
biologia e física molecular.
Defeitos em estruturas em
construções

Características do som

26

□ Frequência

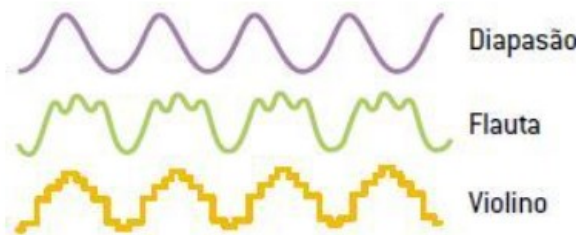


Características do som

27

□ Timbre

- O timbre do som é o que nos permite distinguir a natureza de sua fonte.
- Característica sonora que permite distinguir sons de mesma frequência e intensidade
- O timbre é o modo de vibração da onda sonora, e cada fonte sonora possui o seu timbre característico.
- Exemplo: nota LÁ (440 Hz) emitida de um violino e de um piano



Representação gráfica das formas das ondas, de uma mesma nota musical, emitidas por três instrumentos diferentes.

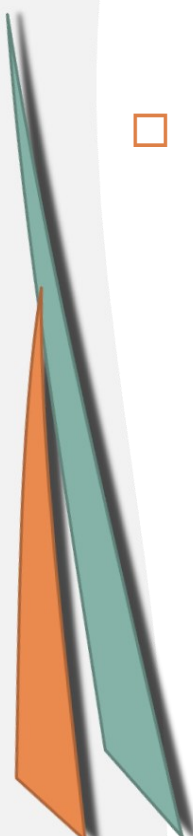
Características do som

28

- O timbre é formado por duas características:
 - ▣ forma de onda
 - ▣ envelope sonoro

- Forma de onda
 - ▣ Som de um determinado instrumento produz ondas na **frequência fundamental** e **várias frequências harmônicas** com diferentes amplitudes

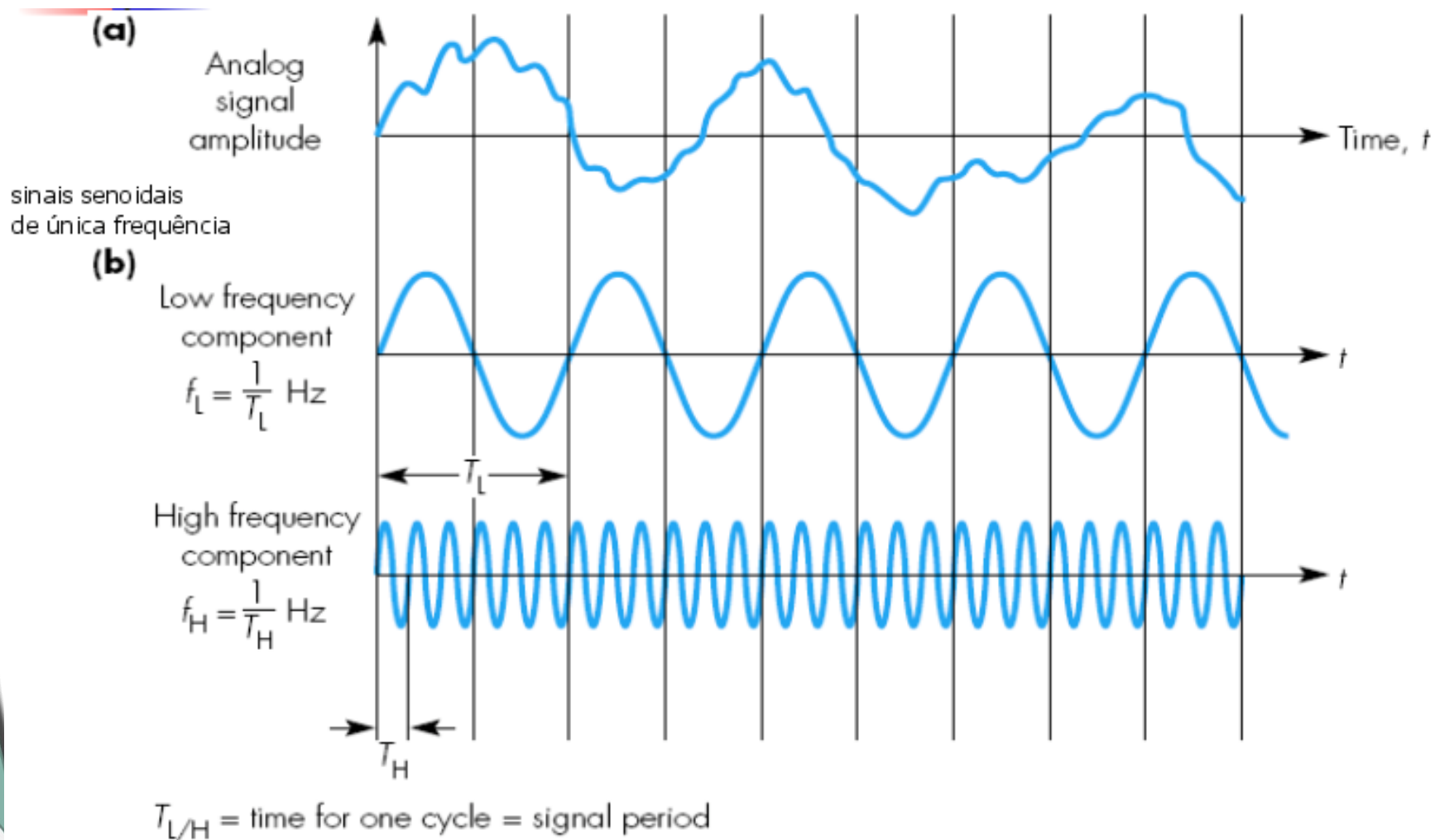
 - ▣ Combinação dessas frequências e amplitudes geram uma forma de onda **irregular**
 - característica do instrumento



Características do som

29

Forma de onda



Características do som

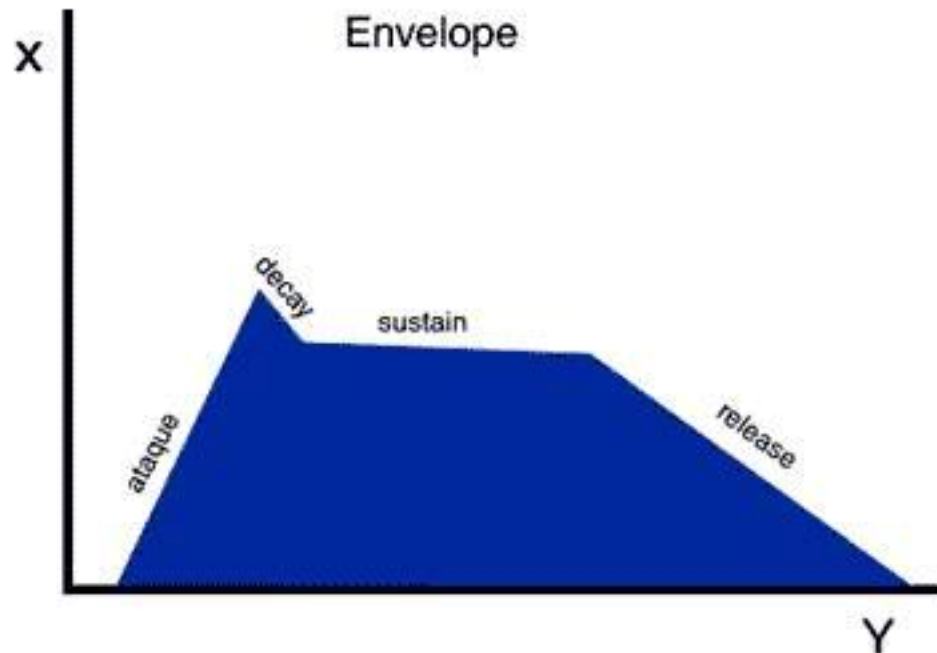
30

□ Envelope sonoro

- É a forma como o som se inicia, se mantém e termina ao longo do tempo
- Composto de quatro momentos:
 - Ataque, decaimento, sustentação, relaxamento

X intensidade

Y tempo



Características do som

31

□ Ataque

- ▣ Início da nota musical. Depende do instrumento mas pode durar de um centésimo de segundo até mais de um segundo

□ Decaimento

- ▣ Em alguns instrumentos, após o ataque o som sofre um decaimento de intensidade antes de se estabilizar (sopro)
- ▣ Dura de centésimos a menos de um décimo de segundo

□ Sustentação

- ▣ Tempo de duração da nota musical. Durante esse tempo a intensidade é mantida no mesmo nível (estabilidade)

□ Relaxamento

- ▣ final da nota, quando a intensidade sonora diminui até desaparecer completamente

Características do som

32

□ Envelope

□ Exemplo

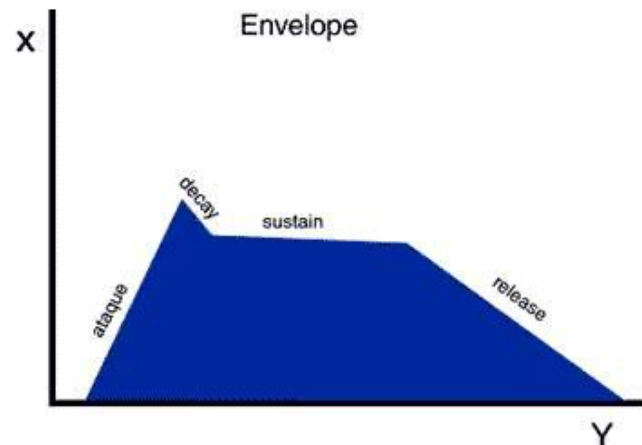
1



2



3



1- Tambor 2- Trompete 3-flauta

Características do som

33

Envelope

Exemplo

Ataque – intensidade alta, sustentação curta

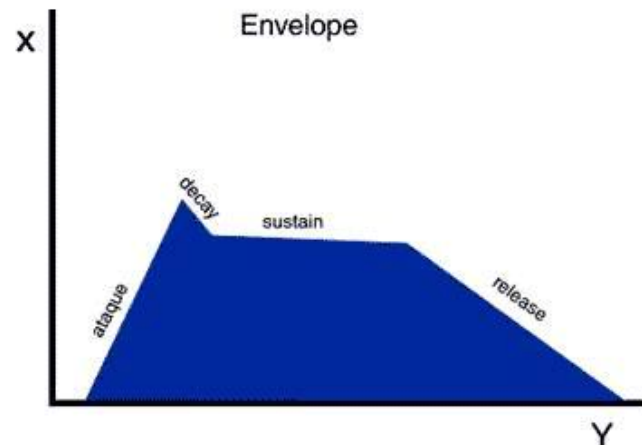
1



2



3



1- Tambor 2- Trompete 3-flauta

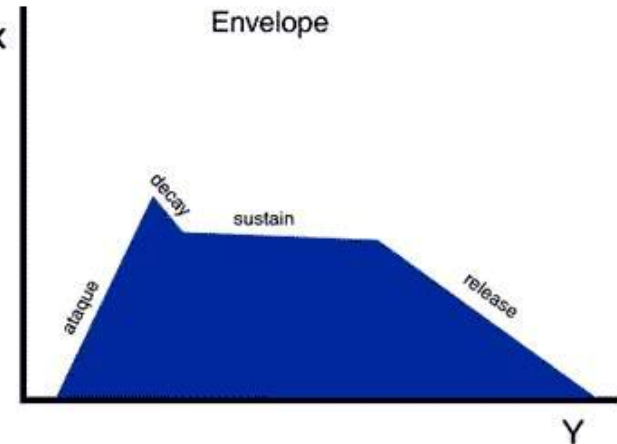
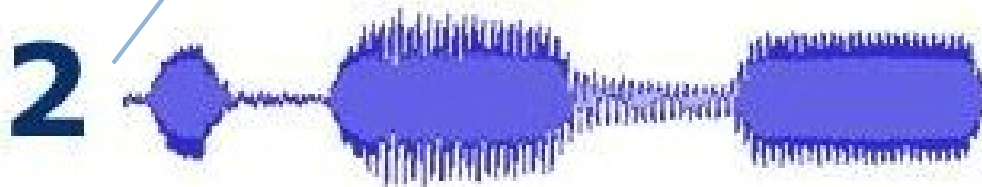
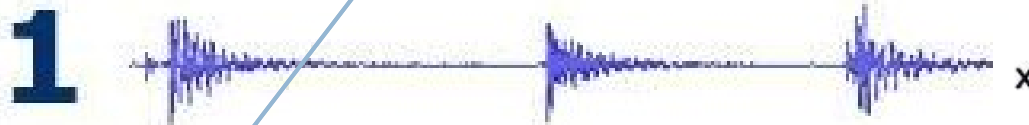
Características do som

34

Envelope

Exemplo

Ataque gradual, bastante sustentação e relaxamento rápido



1- Tambor 2- Trompete 3-flauta

Características do som

35

Envelope

Exemplo

Ataque suave, sustentação quase constante e relaxamento suave

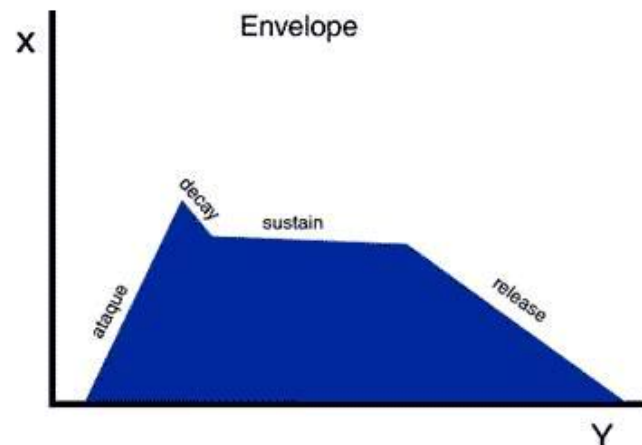
1



2



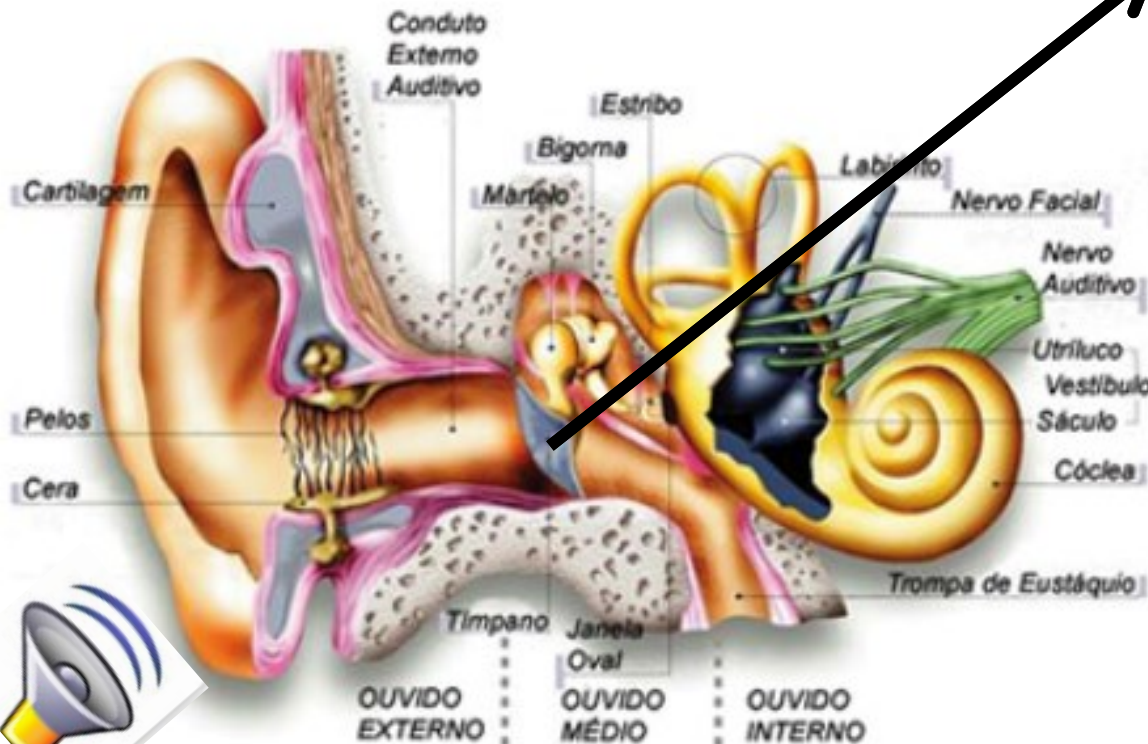
3



1- Tambor 2- Trompete 3-flauta

Como ouvimos o som ?

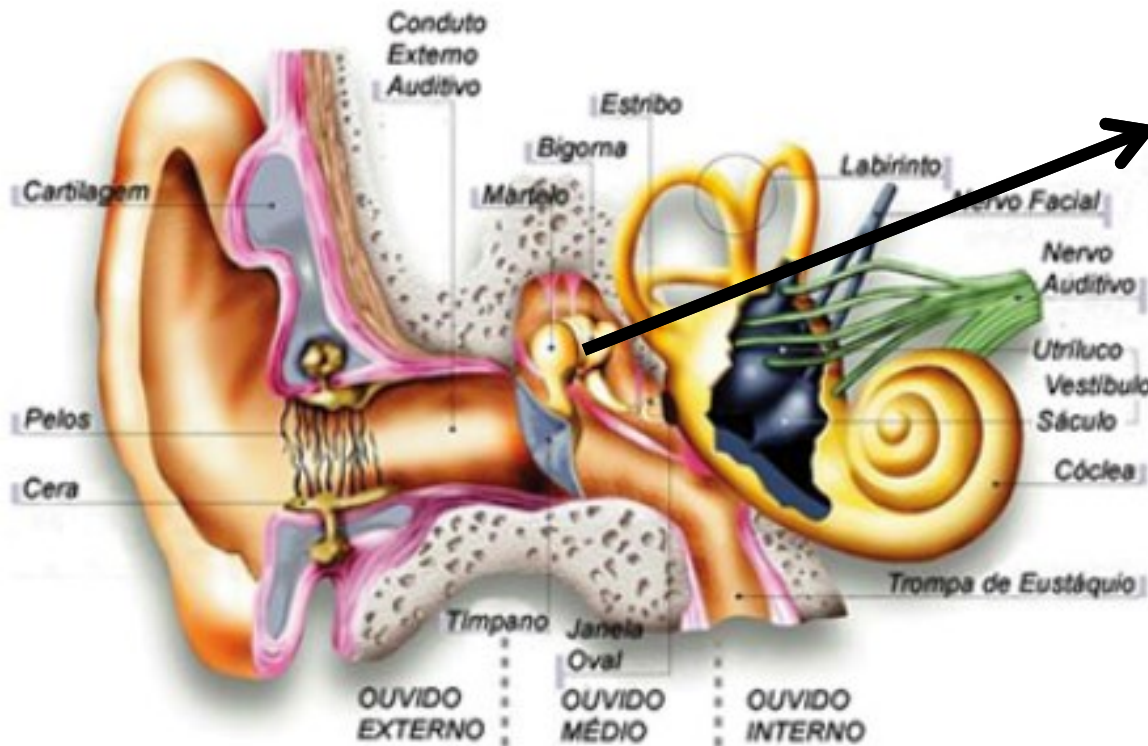
36



- As ondas sonoras atingem o tímpano
- O tímpano faz os ossos do ouvido médio vibrarem
- Essas vibrações são convertidas em impulsos nervosos que são transmitidos, via o nervo auditivo, para o cérebro
- Quando esses impulsos chegam ao cérebro, “ouvimos” o som!

Como ouvimos o som ?

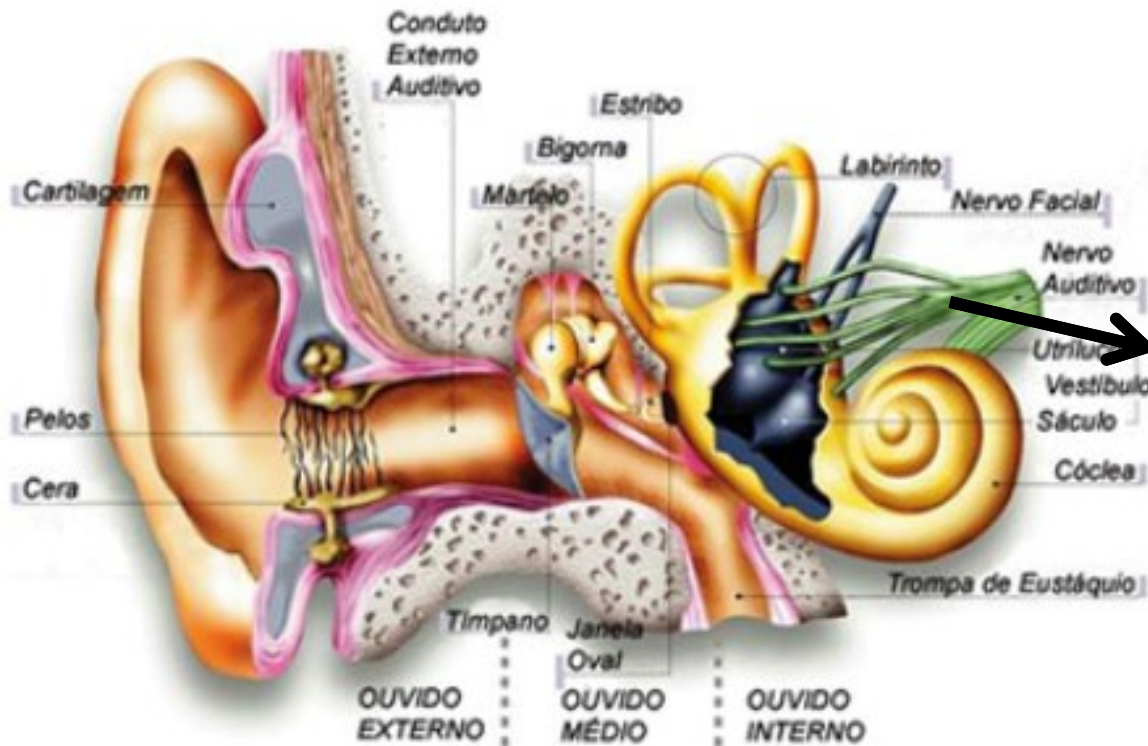
37



- As ondas sonoras atingem o tímpano
- O tímpano faz os ossos do ouvido médio vibrarem.
- Essas vibrações são convertidas em impulsos nervosos que são transmitidos, via o nervo auditivo, para o cérebro.
- Quando esses impulsos chegam ao cérebro, “ouvimos” o som!

Como ouvimos o som ?

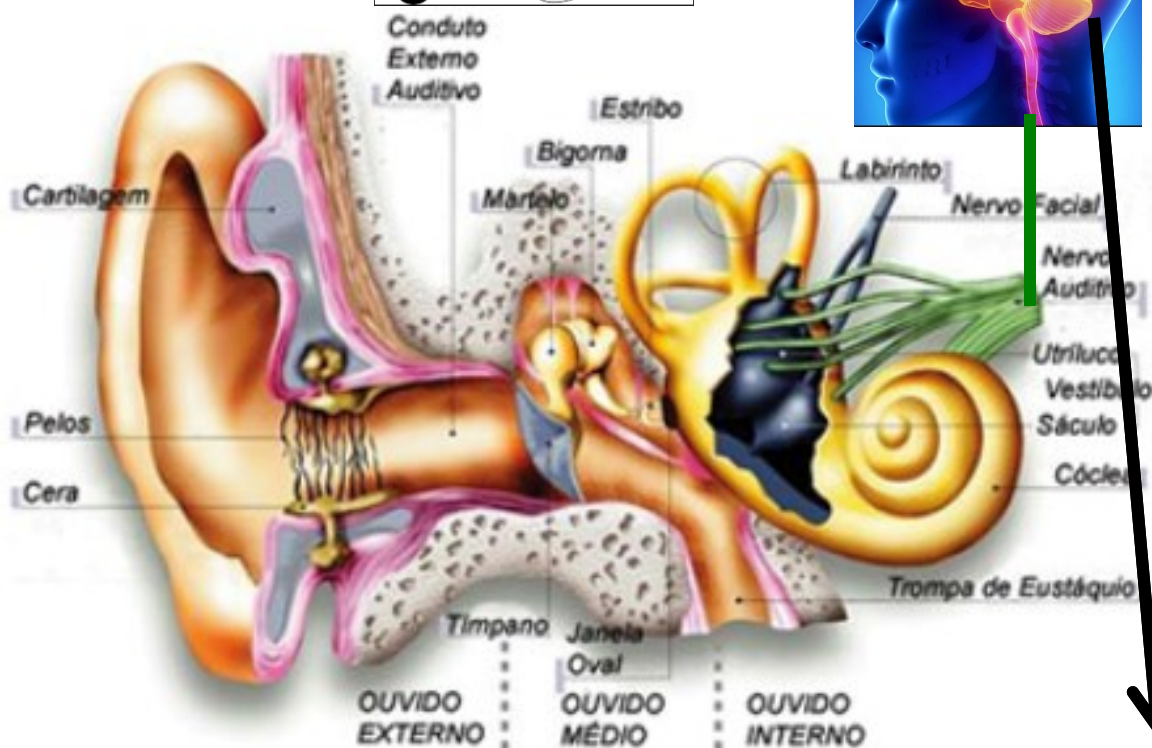
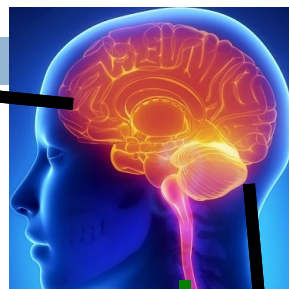
38



- As ondas sonoras atingem o tímpano
- O tímpano faz os ossos do ouvido médio vibrarem.
- Essas vibrações são convertidas em impulsos nervosos que são transmitidos, via o nervo auditivo, para o cérebro.
- Quando esses impulsos chegam ao cérebro, “ouvimos” o som!

Como ouvimos o som ?

39

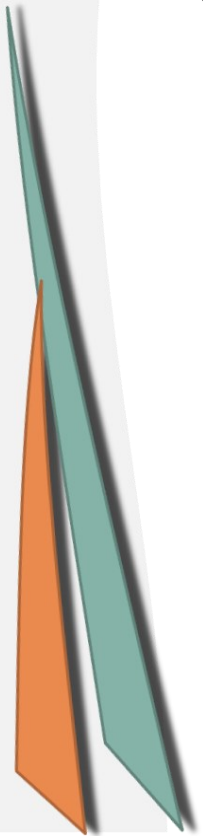


- As ondas sonoras atingem o tímpano
- O tímpano faz os ossos do ouvido médio vibrarem.
- Essas vibrações são convertidas em impulsos nervosos que são transmitidos, via o nervo auditivo, para o cérebro.
- Quando esses impulsos chegam ao cérebro, “ouvimos” o som!

Como ouvimos o som ?

40

- Assim, o ouvido funciona como um sensor ou transdutor que converte sons em estímulos nervosos que podem ser interpretados pelo cérebro



Transmissão do som

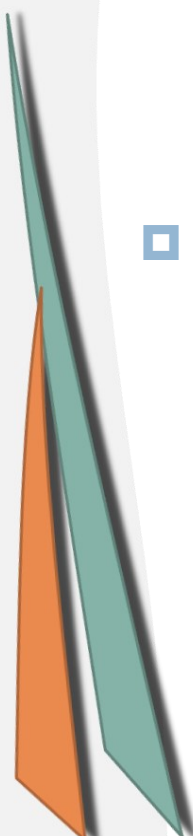
41

- As características do som estão relacionadas/associadas com os meios de transmissão dessa onda
 - Ar, água, vidro, ferro,...
- A maioria dos sons chega ao ouvido transmitidos pelo ar, que age como meio de transmissão
- Nas pequenas altitudes, os sons são bem audíveis, o que não ocorre em altitudes maiores, onde o ar é menos denso

Transmissão do som

42

- ❑ O ar denso é melhor transmissor do som que o ar rarefeito
 - ▣ as moléculas gasosas estão mais próximas e transmitem a energia cinética da onda de umas para outras com maior facilidade
 - ▣ Água: podemos perceber isso quando colocamos a cabeça dentro da água e ouvimos o ruído do motor de um barco com extrema nitidez



Transmissão do som

43

- De uma maneira geral, os sólidos transmitem o som melhor que os líquidos, e estes, melhor do que os gases
- Som não se propaga no vácuo, porque exigem um meio material para sua propagação



Transmissão do som

44

- Velocidade de propagação varia de acordo com o meio

Material	Velocidade de propagação do som v / (m/s)
Ar (10 °C)	331
Ar (20 °C)	343
Ar (30 °C)	350
Oxigénio	317
Dióxido de carbono	250
Água	1480
Água do mar	1522
Borracha	54
Alumínio	4420
Aço	6000
Betão	5000
Latão	3500

Imagem do livro "FQ8 - Sustentabilidade na Terra - Edições ASA".

- Portanto, quanto mais denso, maior a velocidade

Música

45

- O que é Música?
 - ▣ É uma forma de arte que se constitui na combinação de vários sons e ritmos, seguindo uma pré-organização ao longo do tempo
- A repetição sonora cria um dos aspectos fundamentais da música: ritmo (repetição regular)
- Um som repetido rapidamente se torna um tom
- Tocar vários tons ao mesmo tempo: harmonia

Música

46

- Por quê temos tanta sensibilidade à música?
 - ▣ Conexão com o sentimento
 - ▣ Está ligada ao movimento
 - Batida musical é reconhecida pelo Sistema motor (dança)
 - Benefícios sociais

