



PRODUTO EDUCACIONAL

AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA EM DISCENTES COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

IRATANIO MAGNUN DE SOUZA SERPA SILVA

Vitória da Conquista – Bahia

2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA PARA O ENSINO DE
FÍSICA EM DISCENTES COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

IRATANIO MAGNUN DE SOUZA SERPA SILVA

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos.

Coorientador:

Prof. Dr. Luizdarcy Matos Castro.

Vitória da Conquista – Bahia

2020

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores ou produção própria e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

APRESENTAÇÃO

O produto educacional apresentado nesse material engloba a composição de três atividades didático-pedagógicas relacionadas ao ensino de física do som, mas especificamente ao conceito de frequência sonora, para discente com deficiência auditiva. A abordagem metodológica central baseia-se na proposta inclusiva recorrendo as definições de *empowerment* e *mainstreaming* da educação inclusiva para discentes com necessidades específicas. O intuito balizador é facilitar a compreensão do conceito de frequência sonora a estes discentes. A constituição fundamental deste produto educacional é formulada a partir da Dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física intitulada: “As Contribuições da Neurociência Cognitiva para o ensino de Física em Discentes Surdos”. E o artigo: “As Contribuições da Neurociência Cognitiva, Linguística e Semiótica para o Ensino de Física a Discentes Surdos”.

As atividades educacionais foram concebidas pelos Professores: Nome do aluno e Caline Gurunga, que estudaram o comportamento neuro-cognitivo-pedagógico presente na literatura específica. Vale ressaltar todavia que o Professor Danilo Meneses contribuiu fundamentalmente para elucidar e aplicar conceitos inter-relacionados com a neurobiologia da linguagem e por fim o professor Jorge Anderson que contribuiu para aparar as arestas textuais finais.

O propósito desse material é considerar as metodologias experimentais empregadas nos espaços de aprendizagem, vinculando as características cognitivas e física de discentes surdos para facilitar o ensino de grandezas e fenômenos físicos relevantes, tal como a frequência sonora conceito abordado nesse produto.

Espera-se que essa sequência didática consiga colaborar para práticas pedagógicas nas aulas de Física, além de preconizar indicações para trabalhos futuros que vislumbrem a contemplação dos pressupostos teóricos da neurociência cognitiva, linguística e semiótica.

1º Encontro

Tempo: 60 minutos

Objetivo: Comprovar a hipótese acerca da inadequação entre a utilização da língua portuguesa em sua forma escrita e a incompreensão dos discentes surdos no processo de aprendizagem.

Atividade: Avaliação diagnóstica em língua portuguesa escrita composta por cinco questões de natureza conceitual e apresentação do primeiro software.

2º Encontro

Tempo: 60 minutos

Objetivo: Construir os símbolos associadas ao tempo, frequência e frequência sonora levando em conta qualquer conhecimento que o discente surdo possua sobre física.

Atividade: Avaliação diagnóstica em língua portuguesa escrita composta por quatro questões em um primeiro momento. Em um segundo momento avaliação diagnóstica em LIBRAS e apresentação do segundo software.

3º Encontro

Tempo: 60 minutos

Objetivo: No primeiro momento foi realizado avaliação prognóstica em LIBRAS contando três questões de natureza conceitual sobre os temas construídos. Em um segundo momento foi apresentado o tema de frequência sonora.

Atividade: Avaliação diagnóstica em LIBRAS e apresentação do terceiro software.

4º Encontro

Tempo: 60 minutos

Objetivo: Avaliação prognóstica dos discentes surdos em LIBRAS como objetivo de verificar a eficiência da metodologia escolhida para o processo de aprendizagem.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

A avaliação diagnóstica é um instrumento de sondagem acerca dos conhecimentos preexistente que os discentes possuem. A presente avaliação será aplicada a quatro discentes com deficiência auditiva. Em um primeiro momento será aplicada em português escrito, posteriormente em libras com o auxílio da intérprete e professora Carine Gurunga de Matos do IF-Baiano do campus de Itapetinga.

Tema a ser sondado: Noção de frequência

1. Qual a primeira ideia que vem a sua cabeça quando se fala em frequência?
2. Em qual contexto essa ideia aparece mais facilmente em sua vida?
3. Poderias citar ao menos três exemplos do que consideras ter alguma associação com a ideia de frequência?
4. Os batimentos do coração, os dias da semana, as estações do ano, a luz, o som são propriedades que podemos associar a ideia de frequência?
5. O coração de um bebê recém-nascido bate aproximadamente de 120 a 160 vezes por minuto e de um adulto entre 60 a 80 vezes por minuto. Qual possui maior frequência?

Tema a ser sondado: Frequência Sonora

Definição: Frequência é uma grandeza física que indica o número de ocorrências de um determinado evento em um determinado intervalo de tempo. Matematicamente a frequência pode ser definida como segue:

$$f = \frac{\text{Número de ocorrência de um evento}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{n^\circ}{\Delta t} = \frac{1}{t}$$

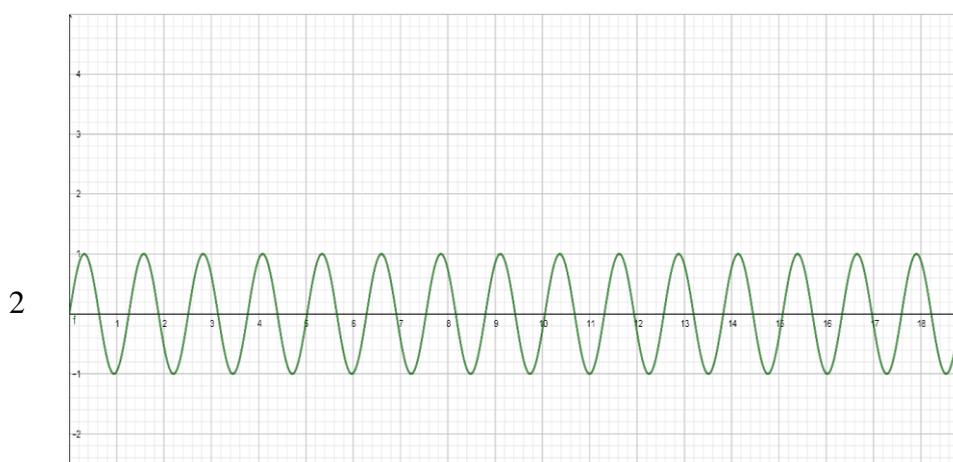
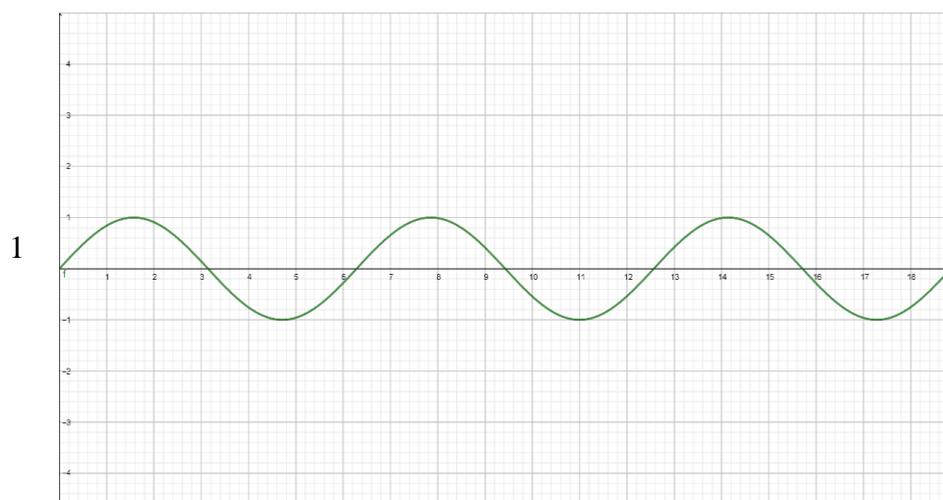
A frequência no sistema internacional de medidas (SI) é medida em Hertz que possui a abreviação Hz, assim sendo:

$$1 \text{ hertz} = 1\text{Hz} = 1 \text{ oscilação por segundo} = 1\text{s}^{-1}$$

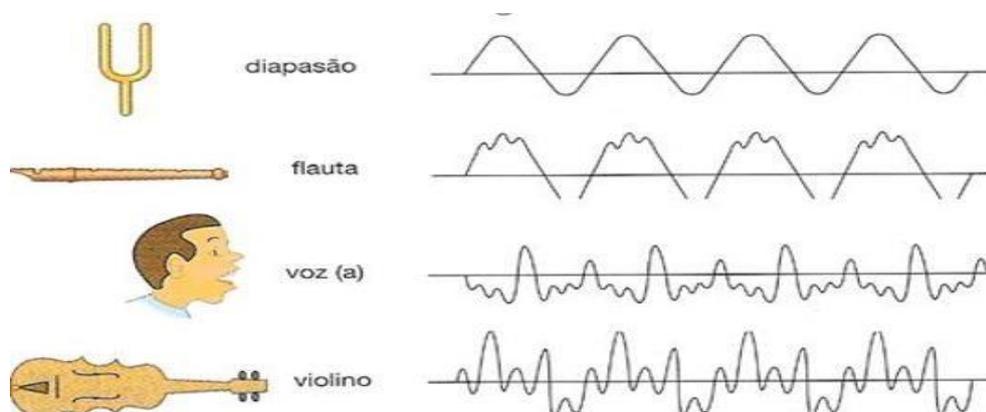
1. Baseado no que você conhece poderíamos associar uma frequência a um som?

2. Quanto maior a frequência maior o número de oscilações por unidade de tempo. Quando menor a frequência menor o número de oscilações por unidade de tempo.

Observando a figura abaixo, qual som possui a maior frequência? E a menor frequência?



3. A figura abaixo mostra quatro diferentes ondas sonoras com frequência que também são diferentes entre si. Qual você julgaria possuir a maior frequência e a menor frequência?



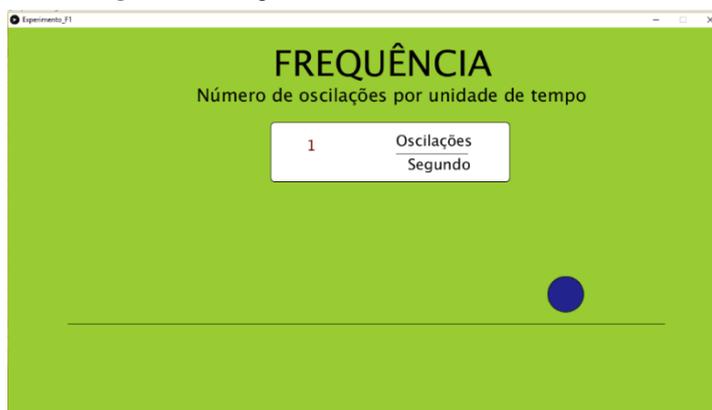
Após a aplicação dessa primeira avaliação diagnóstica introduz-se três atividades as quais designamos por:

1. **“BOLINHA OSCILATÓRIA”**: aborda o número de vezes por segundo que uma bolinha vem e volta para um ponto fixo da tela do computador.
2. **“PISCA-PISCA O LED”**: aborda o número de vezes que um led altera seu estado entre aceso e apagado por segundo.
3. **“SOM NO BARBANTE”**: mostra como um barbante oscila na mesma frequência que a fonte produtora do sinal. Podemos ver também a produção de ondas longitudinais.

BOLINHA NA TELA

O discente surdo pode manipular a frequência de oscilação de uma bolinha na tela de um computador via hardware e software, figura (31).

Figura 31: imagem do software em funcionamento



Fonte: arquivo do autor

Material necessário para confecção do Hardware:

- Protoboard;
- Potenciômetro;
- 3 jumpers;
- Arduino Uno;
- Cabo Serial;
- Microcomputador ou Laptop;

Na montagem, fixa-se o potenciômetro no protoboard, posteriormente fixa-se 3 jumpers em cada pino do potenciômetro através do protoboard dos quais os dois mais extremos são ligados no 5V e ao GND do Arduino, o jumper central liga-se ao pino de coleta de dados analógico A0 do Arduino.

Logo após é solicitado que os discentes surdos rotacionem o potenciômetro no sentido horário e observem que o número na parte superior da tela muda e que tal número corresponde a frequência de oscilação da bolinha na tela, mudando também a “rapidez” com que a bolinha vai e retorna ao ponto direito da tela. Em um outro momento posterior é solicitado aos discentes que rotacionem o potenciômetro no sentido anti-horário e notem que a medida que rotacionam o número na parte superior da tela diminui provocando uma diminuição da “rapidez” da bolinha.

Uma vez executado esse procedimento é solicitado aos discentes que respondam a seguinte avaliação prognóstica:

AVALIAÇÃO PROGNÓSTICA:

A avaliação prognóstica é um instrumento didático-pedagógico que é utilizado na varredura dos conhecimentos adquiridos posteriormente a uma prática pedagógica.

1 – Existe uma vinculação direta entre o número da parte superior da tela e a “rapidez” com que a bolinha vai e retorna ao lugar direito mais extremo da tela?

2 – Essa grandeza é igual ou diferente ao conceito de frequência que foi apresentado na avaliação diagnóstica?

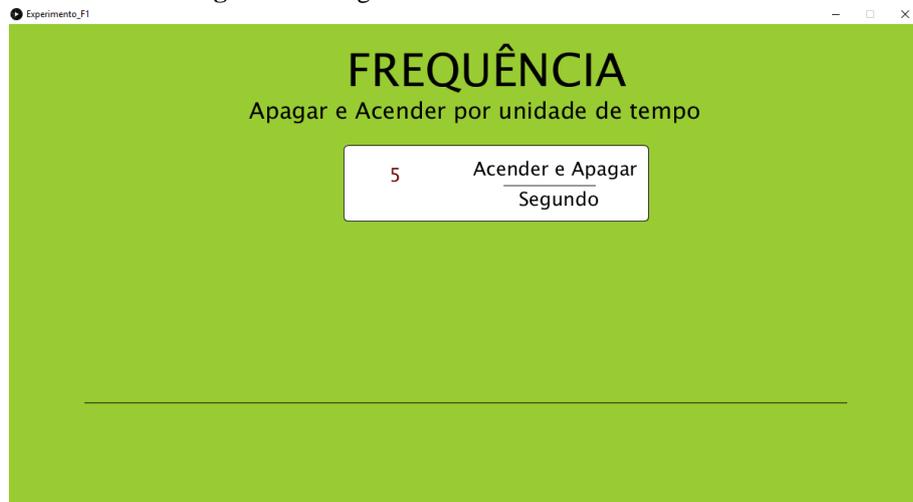
3 – Se agora ajustarmos o número na parte superior da tela para 6, 10, 0.5, 12 e 0.3. Em quais desses números a bolinha vai e volta para o lugar direito mais extremo da tela com a) maior

rapidez? b) com menor rapidez? c) ordene do menor para o maior conforme a “rapidez” na tela.
Dica: A unidade desses números é Hz.

PISCA-PISCA O LED

O discente surdo pode manipular a frequência de oscilação entre o estado aceso e apagado de um led via hardware e software, figura (32).

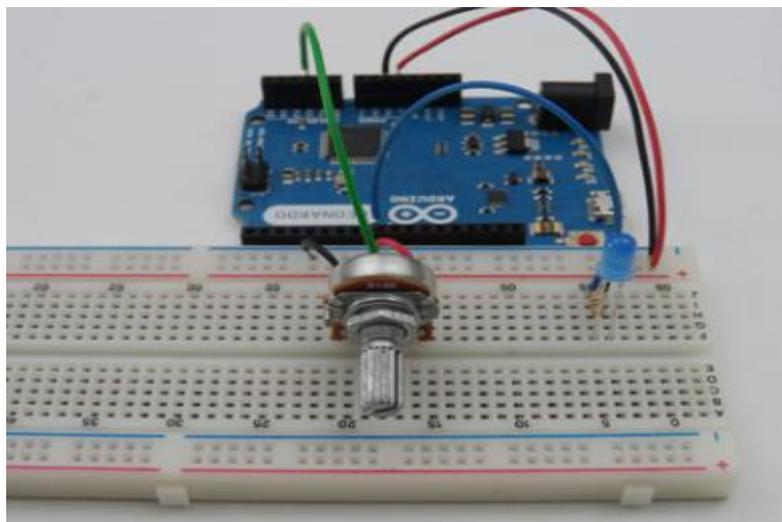
Figura 32: imagem do software em funcionamento



Fonte: arquivo do autor

Material necessário para confecção do hardware, figura (33):

Figura 33: imagem do hardware



Fonte: arquivo do autor

- Protoboard;
- Potenciômetro;
- Led azul;
- 3 jumperes;
- Arduino Uno;
- Cabo Serial;
- Microcomputador ou Laptop;

Na montagem, fixa-se o potenciômetro no protoboard, posteriormente fixa-se 3 jumperes em cada pino do potenciômetro através do protoboard dos quais os dois mais extremos são ligados no 5V e ao GND do Arduino, o jumper central liga-se ao pino de coleta de dados analógico A0 do Arduino.

Logo após é solicitado que os discentes surdos rotacionem o potenciômetro no sentido horário e observem que o acender e apagar do led vai aumentando e o número na parte superior da tela, por conseguinte aumenta, mudando também a “rapidez” com que o led acende e apaga por segundo. Em um outro momento posterior é solicitado aos discentes que rotacionem o potenciômetro no sentido anti-horário e notem que a medida que rotacionam, o acender e apagar do led diminui provocando uma diminuição da “rapidez” desse comportamento e por conseguinte o número na parte superior da tela também diminui.

Uma vez executado esse procedimento é solicitado aos discentes que respondam a seguinte avaliação prognóstica:

AVALIAÇÃO PROGNÓSTICA:

A avaliação prognóstica é um instrumento didático-pedagógico que é utilizado na varredura dos conhecimentos adquiridos posteriormente a uma prática pedagógica.

1 – Existe uma vinculação direta entre o número da parte superior da tela e a “rapidez” com que o led acende e apaga?

2 – Essa grandeza é igual ou diferente ao conceito de frequência que foi apresentado na avaliação diagnóstica e na atividade da bolinha na tela?

3 – Se agora ajustarmos o número na parte superior da tela para 6, 10, 0.5, 12 e 0.3. Em quais desses números o led acende e apaga com a) maior rapidez? b) com menor rapidez? c) ordene

do menor para o maior conforme a “rapidez” no apagar e acender do led. Dica: A unidade desses números é Hz.

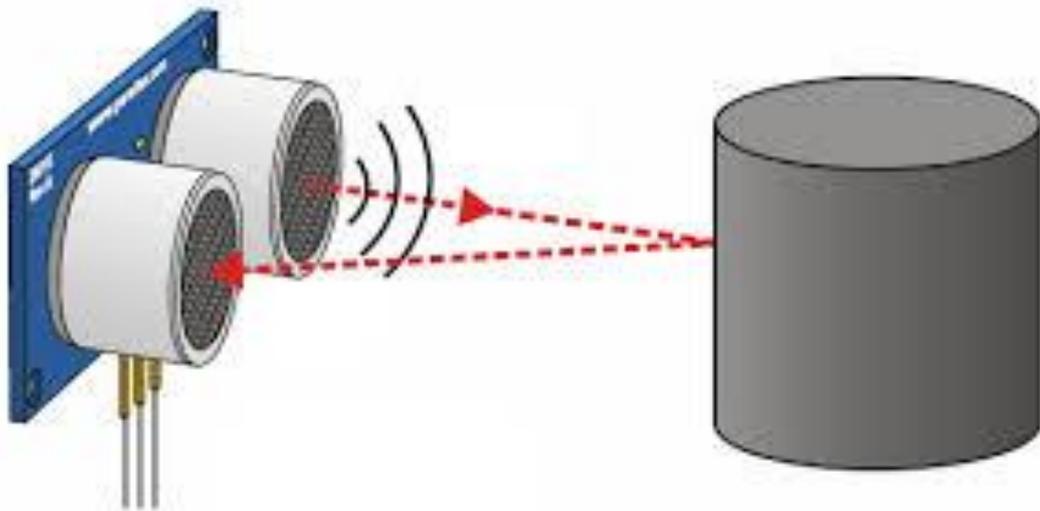
4 – Ajuste o número na tela para 60 Hz e responda: é possível notar o apagar e acender do led?

Curiosidade: As lâmpadas de nossas residências apagam e acendem 60 vezes por segundo.

SOM NO BARBANTE

O discente surdo pode manipular a frequência de uma nota musical emitida por um alto falante quando varia a distância relativa entre sua mão e um sensor ultrassônico de distância. O som propaga-se por um barbante fixado ao fone de um alto falante e a um ponto fixo distando 45 cm desse fone. Ao variar a distância relativa entre a mão e o sensor o software converse com os dados do sensor em frequências sonoras que são imediatamente apresentadas na tela do microcomputador ou laptop juntamente com a nome da nota musical e distância relativa entre a mão e o sensor, figura (34).

Figura 34: esquema do funcionamento de uma sensor de ultrassom



Fonte: arquivo do autor

Figura 35: imagem do software em funcionamento



Fonte: arquivo do autor

Material necessário para confecção do hardware:

- Protoboard;
- Sensor ultrassônico de distância (HC-SR04);
- 4 jumperes;
- Arduino Uno;
- Cabo Serial;
- Microcomputador ou Laptop;

Na montagem, fixa-se o sensor de ultrassônico de distância no protoboard, posteriormente fixa-se 4 jumperes em cada pino do sensor ultrassônico de distância através do protoboard dos quais os dois mais extremos são ligados no 5V e ao GND do Arduino, o pino mais a direita Vcc é ligado pino 8 do Arduino e o pino mais esquerda do GND é ligado ao pino 9 conforme se explicita no código fonte para o Arduino mais acima.

Logo após é solicitado que os discentes surdos posicionem uma das mãos em frente ao sensor e varie a distância ao mesmo. Essa variação será detectada pelo sensor ultrassônico e posteriormente captada pelo Arduino que imediatamente enviará esse dado para o microcontrolador ou laptop e esse converterá os dados de distância em frequência sonora a ser emitida pelo alto falante. Ao mesmo tempo o discente surdo pode observar na tela do microcomputador ou laptop qual nota musical está sendo emitida e qual distância sua mão está no sensor ultrassônico.

Uma vez executado esse procedimento é solicitado aos discentes que respondam a seguinte avaliação prognóstica:

AVALIAÇÃO PROGNÓSTICA:

A avaliação prognóstica é um instrumento didático-pedagógico que é utilizado na varredura dos conhecimentos adquiridos posteriormente a uma prática pedagógica.

1 – Existe uma vinculação direta entre a frequência da nota musical emitida pelo alto falante e o barbante vibrar mais rápido ou mais devagar?

2 – Essa grandeza é igual ou diferente ao conceito de frequência que foi apresentado na avaliação diagnóstica, na atividade da bolinha na tela e no pisca-pisca led?

3 – Se agora ajustarmos sua mão para as seguintes distâncias: 6 cm, 10 cm, 20 cm, 12cm, 30 cm e 38 cm. Em quais dessas distâncias a frequência música ou nota musical produz uma a) maior vibração? b) com menor vibração? c) ordene da menor para a maior vibração observada no barbante e diga qual nota música possui a maior frequência, menor frequência. Dica: Cada nota musical possui sua frequência correspondente.

4 – Ajuste o número na tela para 33 Hz, 888 Hz e 132 Hz e responda: é possível sabermos qual a nota mais grave e mais aguda entre essas? Curiosidade: Quanto maior a frequência sonora mais agudo é o som e quanto menor a frequência sonora mais grave é o som. Em as vozes dos homens são mais graves que as vozes das mulheres, ou seja, as vozes masculinas vibram menos que as vozes femininas.

CÓDIGOS FONTES

Foram elaborados seis software. Um para plataforma do microcontrolador Arduino e outro para a linguagem Processing.

1 - BOLINHA NA TELA

Código fonte do software:

Arduino:

```
float pot;
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {  
  
    pot = analogRead(0);  
  
    delay(10);  
  
    Serial.write(pot);  
  
}
```

Processing:

```
import processing.serial.*;  
  
import cc.arduino.*;  
  
Arduino arduino;  
  
int C=1200, A=660;  
  
float tempo,s=0,x,f=0;  
  
void setup()  
  
{  
  
    size(1200,660);  
  
    arduino = new Arduino(this, Arduino.list()[0], 9600);  
  
    }  
  
void draw()  
  
{  
  
    background(153,204,50);  
  
    f=arduino.analogRead(0);  
  
    f=map(f,0,1023,0,30);  
  
    fill(255);  
  
    rect(440, 160, 400, 100, 7);  
  
    fill(0);
```

```

textSize(25);

text("Oscilações",580+70,200);

text("Segundo",600+70,240);

line(580+70,213,700+70,213);

fill(111,0,0);

text(int(f),500,208);

textSize(60);

fill(0);

text("FREQUÊNCIA",C/2.7,A/8);

textSize(30);

text("Número de oscilações por unidade de tempo",C/3.8,A/5.3);

fill(35,35,142);

line(100,500,1100,500);

delay(1);

if(s<1000000000)

{

s=s+1;

x=500*cos(radians(int(f)*s));

ellipse(x+600,450,60,60);

}

}

```

2 - PISCA-PISCA O LED

Código fonte do software:

Arduino:

```
float pot;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(13, OUTPUT);

}

void loop() {

  pot = analogRead(0);

  digitalWrite(13, HIGH);

  delay(pot);

  digitalWrite(13, LOW);

  delay(pot);

  Serial.write(pot);

}
```

Processing:

```
import processing.serial.*;

import cc.arduino.*;

Arduino arduino;

void setup()

{

  size(1200,660);

  //arduino = new Arduino(this, Arduino.list()[0], 57600);

}

void draw()
```

```
{  
  
  background(153,204,50);  
  
  f=arduino.analogRead(0);  
  
  f=map(f,0,1023,0,30);  
  
  fill(255);  
  
  rect(440, 160, 400, 100, 7);  
  
  fill(0);  
  
  textSize(25);  
  
  text("Acender e Apagar",540+70,200);  
  
  text("Segundo",600+70,240);  
  
  line(580+70,213,700+70,213);  
  
  fill(111,0,0);  
  
  text(int(f),500,208);  
  
  textSize(60);  
  
  fill(0);  
  
  text("FREQUÊNCIA",C/2.7,A/8);  
  
  textSize(30);  
  
  text("Apagar e Acender por unidade de tempo",C/3.8,A/5.3);  
  
  fill(35,35,142);  
  
  line(100,500,1100,500);  
  
}
```

3 SOM NO BARBANTE

Código fonte do software:

Arduino:

```
// Frequência das notas;
```

```
float nota[ ]=
```

```
{33,37.06,41.5,44.05,49.4,55.5,62.3,66,74.05,83.1,88.1,98.8,111.0,124.6,132,148.1,166.32,17  
6.22,197.74,222,249.22,264,296.2,332.6,352.4,395.5,444,498.4,528,592.42,665.2,704.8,790.9  
,888,996.8};
```

```
// Leitura HCSR04
```

```
const uint8_t trig_pin = 10;
```

```
const uint8_t echo_pin = 9;
```

```
uint32_t print_timer;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600); // Habilita Comunicação Serial a uma taxa de 9600 bauds.
```

```
// Configuração do estado inicial dos pinos Trig e Echo.
```

```
pinMode(trig_pin, OUTPUT);
```

```
pinMode(echo_pin, INPUT);
```

```
digitalWrite(trig_pin, LOW);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
// Pulso de 5V por pelo menos 10us para iniciar medição.
```

```
digitalWrite(trig_pin, HIGH);
```

```
delayMicroseconds(11);
```

```
digitalWrite(trig_pin, LOW);
```

```

/* Mede quanto tempo o pino de echo ficou no estado alto, ou seja,
o tempo de propagação da onda. */

uint32_t pulse_time = pulseIn(echo_pin, HIGH);

/* A distância entre o sensor e o objeto será proporcional a velocidade
do som no meio e a metade do tempo de propagação. Para o ar na
temperatura ambiente  $V_{som} = 0,0343$  cm/us. */

double distance = 0.01715 * pulse_time;

/*Emite o som da nota*/

float n=map(distance,3,40,0,35);

delay(10);

Serial.write(int(distance));

}

```

Processing:

```

import processing.serial.*;

Serial porta;

import processing.sound.*;

SinOsc seno;

String[] palavra = {"2Dó", "2Ré", "2Mi", "2Fá", "2Sol", "2Lá", "2Si", "1Dó", "1Ré", "1Mi", "1Fá",
"1Sol", "1Lá", "1Si", "Dó", "Ré", "Mi", "Fá", "Sol", "Lá", "Si", "1Dó", "1Ré", "1Mi", "1Fá",
"1Sol", "1Lá", "1Si", "2Dó", "2Ré", "2Mi", "2Fá", "2Sol", "2Lá", "2Si"};

String[] CM =
{"33", "37.06", "41.5", "44.05", "49.4", "55.5", "62.3", "66", "74.05", "83.1", "88.1", "98.8", "111.0",
"124.6", "132",

```

```
"148.1","166.32","176.22","197.74","222","249.22","264","296.2","332.6","352.4","395.5","444","498.4","528","592.42","665.2","704.8","790.9","888","996.8");
```

```
String[ ] oitava = {"Duas oitavas abaixo","Uma oitava abaixo","Escala natural","Uma oitava acima","Duas oitavas acima"};
```

```
float[ ] nota =
```

```
{33,37.06,41.5,44.05,49.4,55.5,62.3,66,74.05,83.1,88.1,98.8,111.0,124.6,132,148.1,166.32,176.22,197.74,222,249.22,264,296.2,332.6,352.4,395.5,444,498.4,528,592.42,665.2,704.8,790.9,888,996.8};
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
size(800,500);
```

```
porta = new Serial(this,"COM3",9600);
```

```
seno = new SinOsc(this);
```

```
seno.play();
```

```
}
```

```
void draw()
```

```
{
```

```
background(255);
```

```
if(porta.available(>0)
```

```
{
```

```
int n = porta.read();
```

```
if((n>=0)&&(n<35))
```

```
{
```

```
seno.amp(10.0);

seno.freq(nota[int(n)]);

}

if((n>=3)&&(n<38))

{

textSize(15);

fill(0);

text("Frequência Hz", 610,100);

textSize(40);

fill(0,0,156);

text(CM[int(n-3)], 625,170);

textSize(15);

fill(0);

text("Distância ao Sensor em cm", 570,250);

textSize(40);

fill(0,0,156);

text(int(n-3), 655,320);

line(550,0,550,475);

textSize(30);

if((n>=3)&&(n<=9))

{

text(oitava[int(0)],140,100);

}

else if((n>9)&&(n<=16))
```

```
{  
  text(oitava[int(1)],140,100);  
}  
else if((n>16)&&(n<=23))  
{  
  text(oitava[int(2)],140,100);  
}  
else if((n>23)&&(n<=30))  
{  
  text(oitava[int(3)],140,100);  
}  
else if(n>30)  
{  
  text(oitava[int(4)],140,100);  
}  
textSize(200);  
fill(255,0,0);  
text(palavra[int(n-3)],115,340);  
println(palavra[int(n-3)]);  
}  
porta.clear();  
}  
}
```

