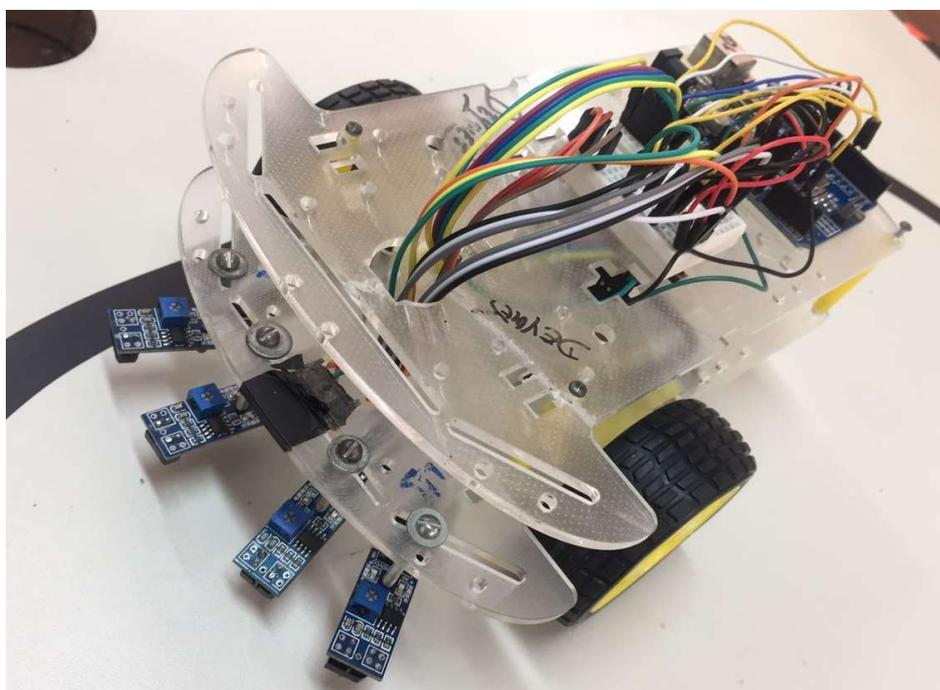


## **ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA.**

### Guia de atividades



Autor: Deymes Silva de Aguiar

Sobral, CE

2017

## APRESENTAÇÃO

Professor,

Este material tem como objetivo principal a utilização da robótica educacional como ferramenta didática para abordagem de diversos conhecimentos de Física do ensino Médio, a ideia principal é explicar de maneira prática e divertida vários conteúdos da Física para que o aluno possa além de despertar o interesse sobre estes assuntos, também possa estar aplicando esses conhecimentos de maneira prática para uma melhor compreensão de diversos conhecimentos que vão além da Física por haver uma característica interdisciplinar.

Sei que para o professor de Física isso possa a ser um desafio, porém, pela minha experiência da utilização desse material ela com certeza será recompensadora tanto para o Professor quanto para os alunos envolvidos. Talvez seja necessário que para alguns professores no primeiro momento tenha que estudar alguns assuntos que não foram abordados na vida acadêmica tais como linguagem de programação e conhecimentos básicos em eletrônica, mas já adianto que este material foi desenvolvido para facilitar a vida do professor de Física com um guia simples e voltado para o ensino de Física, com guia ilustrado da montagem, dos circuitos elétricos, descrição dos materiais necessários, códigos utilizados, solução de problemas e atividades para os alunos.

A proposta é que este material deva ser utilizado como um projeto extraclasse devido a reduzida carga horária de Física no Ensino Médio e também pelo fato de algumas atividades práticas possam demorar um pouco (isso depende muito da habilidade de alunos e professor) e por tratar também de diversos assuntos distintos do currículo tais como mecânica, energia elétrica, cinemática, dentre tantos outros.

Este é um guia inicial, tanto o professor quanto os alunos terão que “botar a mão na massa” e até mesmo desenvolver novas atividades e outros conhecimentos que não foram abordados aqui, no entanto, é comum surgirem dúvidas e/ou até mesmo sugestões, assim, caso o leitor deseje entrar em contato: [deymes@ifpi.edu.br](mailto:deymes@ifpi.edu.br) .

Desejo que este seja um material que possa tornar as suas aulas mais atrativas.

Bom trabalho!

## SUMÁRIO

	<b>PÁGINA</b>
APRESENTAÇÃO-----	03
INTRODUÇÃO -----	04
- Materiais utilizados -----	05
ATIVIDADES	
ATIVIDADE 00– INTRODUÇÃO AO USO DO ARDUINO PARA ROBÓTICA -----	07
ATIVIDADE 01- COMO FUNCIONA UM LED? -----	16
ATIVIDADE 02 – RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS -----	21
ATIVIDADE 03 – O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? -----	29
ATIVIDADE 04- O QUE É O SOM E COMO FUNCIONA O ECO? -----	37
ATIVIDADE 05- COMO FUNCIONA OS MOTORES ELÉTRICOS? -----	47
ATIVIDADE 06 – O QUE É UM MOVIMENTO CURVO? -----	59
ATIVIDADE 07 – VAMOS SUBIR UM PLANO INCLINADO? -----	68
ATIVIDADE 08– ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA QUE DESVIA DE OBSTÁCULOS	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	85

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo utilizar a robótica com utilização de materiais de baixo custo como uma ferramenta didática para melhorar a compreensão de diversos fenômenos físicos, entretanto, quando trabalhamos a robótica dentro da sala de aula ela não se limita a determinados assuntos, o conteúdo de ciências está dividido em partes nos livros didáticos para uma facilidade na metodologia do ensino, mas na natureza os assuntos não são fragmentados, um fenômeno físico não pode ser explicado em sua totalidade por apenas um assunto da física. A robótica educacional resgata essa multidisciplinariedade, pois não se dá para aprender robótica apenas com um assunto específico, deste modo, esse material é um complemento das atividades abordadas em sala de aulas, e muitas vezes os assuntos trabalhados aqui terão que ser auxiliados por livros de Física e até de outras matérias para uma melhor compreensão, como também na internet com sua vasta diversidade, a internet com certeza será uma ajudante muito especial.

Os capítulos dessa apostila foram pensados de modo a dar um certo grau de dificuldades ao decorrer das atividades, ou seja, os primeiros capítulos foram montados de modo que o estudante e o professor possam adquirir habilidades na construção de circuitos elétricos e de programação, não deixando de explicar assuntos relacionados com a Física que é o principal objetivo desse material.

A primeira atividade (ATIVIDADE 00) foi chamada de zero porque ela é apenas um capítulo de guia de programação para utilização da plataforma Arduino e não aborda aqui conceitos da Física, ela é apenas um rápido guia para auxiliar professores e estudantes que ainda não possuem conhecimentos prévios e que por isso pode ser pulado caso alunos e professores já possuem conhecimentos prévios da utilização dessa plataforma, ao final desse capítulo tem também uma lista de livros sobre Arduino com poderão ajudar caso o professor e aluno queiram aprofundar mais sobre o assunto.

Ao final de algumas atividades temos questões de Física que envolvem a robótica como material complementar para aprofundar alguns conceitos de Física descritas nas atividades, minha sugestão é que o professor explique alguns desses conceitos fora da atividade e deixem os alunos fazerem essas atividades em casa para serem discutidas no começo da aula seguinte de robótica, essas questões podem ser facilmente utilizadas para a avaliação do professor sobre o aprendizado desses conteúdos, mas é importante os alunos discutirem essas questões entre eles para um melhor processo de ensino-aprendizado.

Escolhemos utilizar a plataforma Arduino pelo fato de ter muito material disponível gratuitamente além de ser Open Source (ou seja, livre) e ser bem mais barato que os outros kits comerciais de robótica existente no mercado e que por isso se adequa mais a realidade das escolas do ensino médio.

Além do Arduino temos também vários outros materiais (inclusive kits na internet), o professor pode se adequar ao material que quiser adquirir e utilizar nesse material, desde que a plataforma seja o Arduino, por isso você verá vários robôs diferentes, e com certeza você fará o seu, por isso bom trabalho!

### **MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NESSE MATERIAL**

A lista abaixo é o material que deve ser utilizado por cada grupo, a quantidade de grupos dependerá da disponibilidade do professor e dos recursos da escola.

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
Arduino	1	de ser qualquer modelo, existem vários, na sugestão é que o Arduino Uno por ser mais barato e se adequa perfeitamente ao projeto (não se esqueça do cabo USB junto com Arduino)
Rodas com caixa de redução	2 ou 4	ê pode usar o robô com 2 ou 4 rodas, so o robô seja com duas rodas você também deverá usar uma pequena dana no chassi, por isso, na hora de comprar o chassi veja se ele é para 2 ou 4 rodas)
Chassi Robô Móvel	1	Para duas ou quatro rodas, eu por exemplo criei com material de sucata um com duas rodas.
Shield Ponte H L293D	1	Existem outros modelos, porém, as placas foram desenvolvidas para essa ponte H
Protoboard 200 pontos	1	pode ser utilizada também a de 400 pontos
Kit Fios Jumpers	1	Kits com Fios M-M, M-F, F-F
Kit resistores	1	mais usados são de 200Ω a 10 k Ω
Kit LEDs	1	Varias cores

Multímetro digital portátil	1	ão precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar
Ferro de solda	1	ão precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar
ensor ultrassônico HC- SR04	1	-
Sensor de refletância	2 ou 4	saremos 2, mas com 4 a precisão é melhor
Computador ou notebook	1	a instalar a IDE e a digitar os códigos
Fonte de tensão ou bateria	1	re um valor de 9V a 20V, recomendo uma de 12 V.
Kit Parafusos e porcas	1	amanho vai depender dos chassi e de sensores

### **ONDE ADQUIRIR ESSES MATERIAIS?**

Alguns materiais como resistores, fios, LEDs e até mesmo o chassi podem ser encontradas em sucatas eletrônicas, mas outras são bem específicas e por isso devem ser adquiridas em lojas. Aqui na minha cidade que apliquei o produto (Parnaíba – PI) não encontrei em lojas, por isso, tive que comprar em lojas na internet, com uma rápida pesquisa na internet você encontrará uma imensidão de sites onde vendem esses materiais, os preços entre eles são muitos variados por isso aconselho a fazer várias pesquisas para você encontrar a melhor relação preço e qualidade.

## ATIVIDADE 00– INTRODUÇÃO AO USO DO ARDUINO PARA ROBÓTICA

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Compreender o que é o Arduino e sua utilização;
- Funcionamento e tipos de portas para o Arduino;
- IDE e a programação básica para Arduino;
- Funções, constantes e variáveis;
- Operadores lógicos;
- A função IF, ELSE, WHILE E FOR;

### CONHECENDO O ARDUINO

Para o desenvolvimento de nosso robô utilizaremos a plataforma Open Source Arduino, mas afinal o que é esse Arduino? De acordo com Monk (2014): *“é uma pequena placa de microcontrolador que contém uma conector USB que permite liga-la a um computador, além de possuir diversos pinos que permitem a conexão com circuitos eletrônicos externos, como motores, relés, sensores luminosos, diodos laser, alto falantes, microfones, etc.”*. Portanto, já deu para perceber que ela é responsável pelo controle dos sensores e atuadores do nosso robô, por isso, esse capítulo será um breve resumo das funcionalidades dessa placa, para que você possa escolher dentre diversos modelos de placa Arduino o melhor para a construção do robô seguidor de linha.

O Arduino surgiu na Itália no ano de 2005 em uma universidade para alunos de Design que queriam utilizar microcontroladores em alguns projetos, mas queriam uma placa simples e barata para a construção de projetos que exigiam circuitos eletrônicos e programação. Assim, surgiu o Arduino, com um fim de facilitar a vida para desenvolvimento de projetos de forma simples. Como não possuía um caráter comercial ela tem projeto e código aberto (Open Source) de modo que qualquer pessoa com conhecimentos de eletrônica possa fazer sua própria placa, a partir daí surgiu diversos modelos em todo mundo, cada uma com suas características, usaremos nesse material o Arduino UNO por ser o mais simples e barato, porém, o leitor pode facilmente utilizar outros modelos, já que todos usam a mesma linguagem e não é necessário fazer grandes mudanças de uma placa para outra.

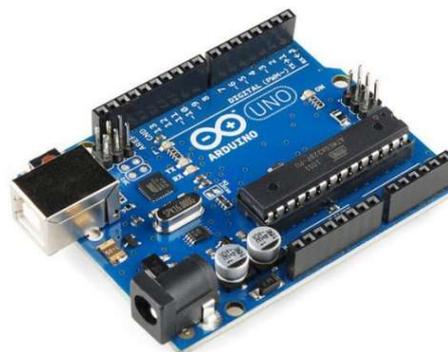


Figura 01 – Arduino Uno  
Fonte :<http://www.hobbytronics.co.uk/>

Como já afirmamos anteriormente, devido ao seu projeto ser livre temos diversos tipos de Arduino, o leitor deve procurar fazer uma pesquisa para saber quais deles possuem mais vantagem aos seus projetos, facilmente você encontra as especificações deles na internet, aproveite para se aprofundar mais sobre eles.



Figura 02 – Alguns tipos de Arduino  
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/>

## FUNCIONAMENTO E PORTAS DO ARDUINO

O Arduino utiliza diversos tipos de portas para a comunicação com sensores e atuadores, de modo simples podemos chamar essas portas de digitais ou analógicas, as portas digitais possuem apenas duas situações, desligado ou ligado, zero ou um, gerando nessa porta uma saída de 0 ou 5V respectivamente, usaremos essa porta por exemplo quando quisermos mandar ou receber um sinal, como ativar ou desligar uma lâmpada, ou saber o estado de um botão (se ele está ativado ou não), essas portas podem ser tanto de entrada ou de saída. Temos também as portas analógicas, que por padrão são portas de entradas e que podem possuir valores variáveis de tensão entre 0 a 5V, assim, podemos fazer uma escala entre essas tensões de entradas e usar como métrica em medidas, porém, essa métrica tem valores digitais entre 0 a 1023 bits, ou seja, os valores lidos pelo controlador podem corresponder entre 1 a 1023 bits. Podemos ainda transformar algumas portas digitais portas de saídas analógicas, porém, os valores de saída corresponderão a uma escala entre 0 a 255 bits, são chamadas de portas PWM e são usadas por exemplo para variar a tensão em motores ou lâmpadas.

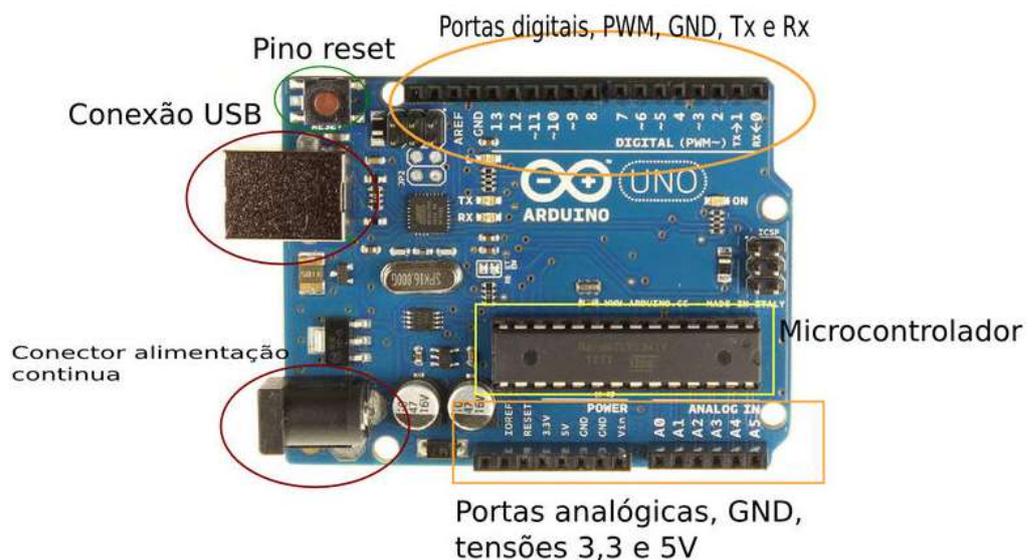


Figura 03 – Portas digitais e analógicas

Fonte: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/>

A quantidade de portas digitais, analógicas ou PWM, dependerá da placa Arduino que você utilizar, na figura acima temos as portas do Arduino UNO, as portas analógicas de saída (Portas PWM) estão simbolizadas pelo símbolo “~”. Para energizar o Arduino você pode tanto usar uma fonte externa quanto pela porta USB, todas as placas possuem um regulador de tensão, mas elas possuem um limite, o recomendado é que você utilize uma tensão entre 7 a 12 V e que

não utilize nas portas digitais ou analógicas atuadores que utilizem uma corrente maior que 40 mA, que é a corrente elétrica máxima que as portas suportam, nesses casos, você deverá um circuito separado, como um Módulo Ponte H por exemplo.

## IDE E A PROGRAMAÇÃO BÁSICA PARA ARDUINO:

Para você usar o Arduino você tem que dizer para ele o que fazer como em qualquer computador, para isso devemos utilizar a linguagem de programação, o leitor terá caso ainda não saiba programar terá que estudar pelo menos o básico, hoje graças a internet temos diversos materiais gratuitos além de diversos livros sobre algoritmo, rapidamente você será capaz de produzir seus códigos para o Arduino, por isso, antes de prosseguir para as próximas atividades sugiro algumas pesquisas básicas de programação, ao final dessa atividade irei dá algumas sugestões.

Como já dito acima, precisamos mandar nosso programa para o Arduino para dizer a ele o que fazer, como o Arduino é um microcontrolador ele só entende linguagem de máquina (zero ou um), para facilitar nossa vida usamos um compilador do Arduino para converter nosso programa para a linguagem de máquina, para fazer isso você deve baixar a IDE do Arduino (do inglês Integrated Development Environment ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento) no site oficial do Arduino : (<https://www.arduino.cc/en/main/software>) e instalar em seu computador de acordo com o seu sistema operacional, ele é gratuito, mas caso queira pode contribuir para ajudar os desenvolvedores da plataforma.



Figura 04: IDE Arduino  
Fonte: Próprio autor

Com a IDE instalada você poderá começar a digitar o seu código, na figura abaixo mostra as principais funções da IDE, com as próximas atividades você vai familiarizar intuitivamente com cada função da IDE, mas é importante saber o que cada botão faz para ajudar nas primeiras atividades.



Figura 05: IDE Arduino

Fonte: <http://omecatronico.com.br/blog/introducao-ao-arduino/>

Para mandar o código para o seu Arduino é necessário que você conecte o seu Arduino através do cabo USB e depois no menu

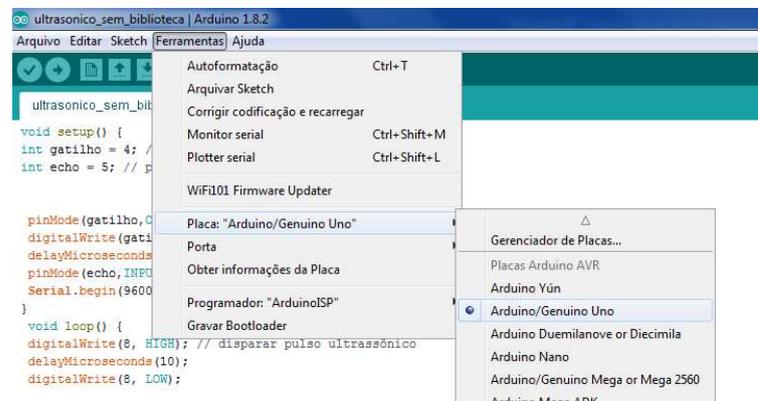


Figura 06: IDE Arduino

Fonte: Próprio autor

Você deverá também escolher a porta correta para que os dados sejam enviados para o Arduino. Toda vez que você colocar um Arduino diferente em seu computador aparecerá uma porta diferente, preste muita atenção quando for enviar os arquivos para o Arduino.

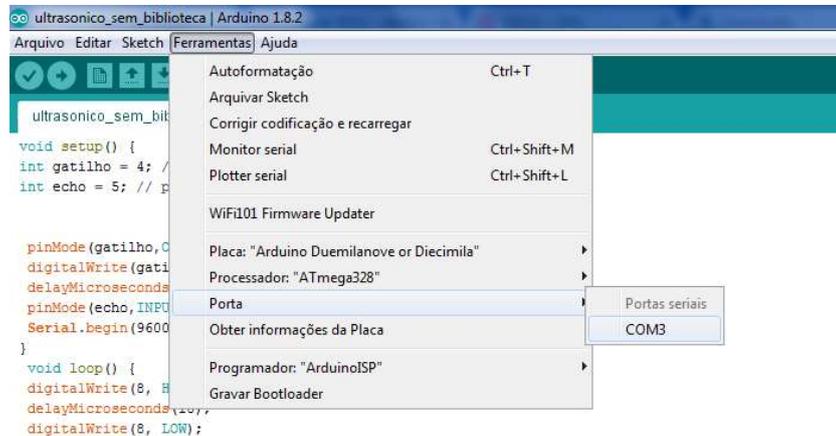


Figura 07: IDE Arduino  
Fonte: Próprio autor

A seguir colocarei algumas informações que poderão ser usados para consultas rápidas para as próximas atividades, você nesse momento não precisará conhecer todas (é um número enorme, acredito que a grande maioria dos programadores não tenham todas elas decoradas), como já dito, esse material é apenas de apoio, você terá que fazer outras pesquisas para aprimorar o seu conhecimento.

## FUNÇÕES, CONSTANTES E VARIÁVEIS;

Para que possamos enviar para o Arduino as instruções das coisas que queremos que ele faça devemos usar algoritmo

### Operadores lógicos:

&& AND

|| OR

! NOT

### Operadores de comparação:

x == y (x é igual a y)

x != y (x não é igual a y)

x < y (x é menor que y)

x > y (x é maior que y)

x <= y (x é menor ou igual a y)

x >= y (x es maior ou igual a y)

### Atribuições:

x++ // igual que x = x +1, o incremento de x é +1  
x-- // igual que x = x - 1, o decremento de x é -1  
x += y // igual que x = x + y, o incremento de x é +y  
x -= y // igual que x = x - y, o decremento de x é -y  
x \*= y // igual que x = x \* y, o multiplica x por y  
x /= y // igual que x = x / y, o divide x por y

### Instruções para compilador:

Constantes	Ação das constantes
false e true	Dois estados lógicos indicando respectivamente falso e verdadeiro. Atribuímos estes valores em variáveis do tipo boolean para sinalizar certas condições no <i>sketch</i> .
INPUT E OUTPUT	Os pinos digitais podem ser configurados como entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT). A função para mudar o estado de um pino digital é <b>pinMode()</b> .
HIGH e LOW	Um de dois valores possíveis (níveis de tensão) que um pino digital pode ser configurado. As funções para alterar estes níveis são: <b>digitalWrite()</b> e <b>digitalRead()</b> .

*Aroldo Barsotti Junior*

Figura 08- Algumas funções

Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/>

### TIPOS DE DADOS:

Tipos de Datos	Memoria que ocupa	Rango de valores
boolean	1 byte	0 o 1 (True o False)
byte / unsigned char	1 byte	0 – 255
char	1 byte	-128 – 127
int	2 bytes	-32.768 – 32.767
word / unsigned int	2 bytes	0 – 65.535
long	2 bytes	-2.147.483.648 – 2.147.483.647
unsigned long	4 bytes	0 – 4.294.967.295
float / double	4 bytes	-3,4028235E+38 - 3,4028235E+38
string	1 byte + x	Array de caracteres
array	1 byte + x	Colección de variables

Figura 09: Tipo de dados

Fonte: <http://arduinoamuede.blogspot.com.br/p/recursos.html>

## A FUNÇÃO IF, ELSE, WHILE E FOR;

```
if (someVariable > 50)
{
  // faça alguma coisa
}
```

```
var = 0;
while(var < 200){
  // caso a variável seja menor que 200
  var++;
}
```

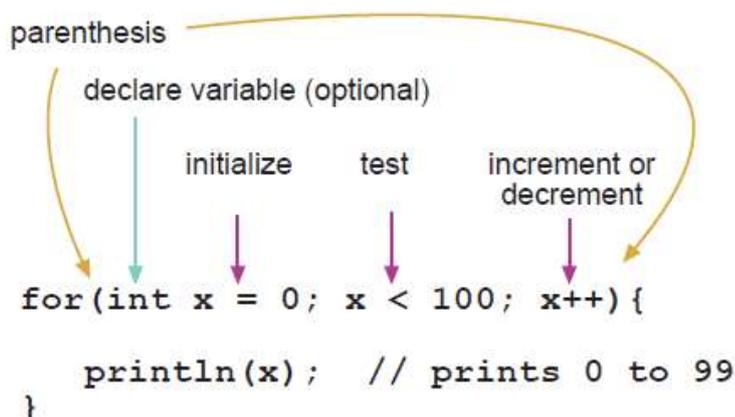


Figura 10: Função FOR

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Reference/For>

## ALGUMAS SUGESTÕES DE LIVROS DE APOIO AO ESTUDO DO ARDUINO

Abaixo segue uma lista de livros que o leitor poderá adquirir para auxiliar em seus estudos da robótica usando a plataforma Arduino, também é possível encontrar muitos vídeos aulas e outros materiais em diversos blogs e no youtube, existe uma grande variedade de informação, com uma breve pesquisa na internet você terá muita coisa para aprender!

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 201

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

<http://omecatronico.com.br/> . Último acesso em outubro de 2017

<http://arduinoamuete.blogspot.com.br/> . Último acesso em outubro de 2017

## ATIVIDADE 01- COMO FUNCIONA UM LED?

### OBJETIVOS DESTA AULA:

- Conhecer e utilizar o Arduino;
- Aprender o que é e como funciona o LED;
- Aprender sobre corrente elétrica, tensão, frequência e potência elétrica.

### MAS AFINAL O QUE É UM LED?



Figura 11 Telas

Fonte: <http://www.mediaface.co.jp/photo/led001.jpg>

O LED é um componente **eletrônico semicondutor** (LED = light emitter diode) que tem sua principal função transformar energia elétrica em energia luminosa, porém é diferente das lâmpadas convencionais que, por exemplo, funcionam com filamentos metálicos e/ou gases (sugestão: faça uma pesquisa sobre os diferentes tipos de lâmpadas e comente em sala de aula sobre as vantagens e desvantagens de cada tipo), os LED's são diferentes dessas lâmpadas pois a transformação de energia ocorre na matéria, chamada de estado sólido.

Alguns materiais são condutores elétricos, ou seja, possuem elétrons livre na sua camada de valência no qual facilita o fluxo de elétrons quando submetidos a uma ddp, outros materiais são considerados isolantes que possuem uma dificuldade nesse fluxo de elétrons, os LEDs são considerados semicondutores por possuir essas duas características quando submetido a certas faixas de temperatura.

Ele é um componente bipolar, com um terminal chamado de anodo e o outro chamado de catodo.

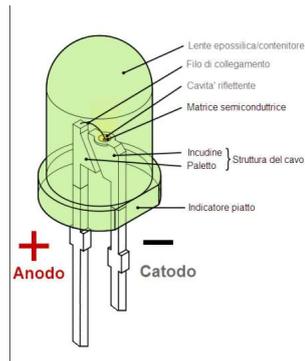


Figura 12 - LED

Fonte: <http://greenworldsolutions.eu/>

Apesar do uso do LED nos últimos anos ter se tornado popular, a sua invenção ocorreu em 1963 por Nick Holonyae que conseguiu fazer um LED apenas da cor vermelha e de baixa intensidade luminosa, somente na década de 90 surgiram os LEDs comerciais com maiores intensidades e com uma grande diversidade de cores (você sabe explicar qual grandeza física está relacionada com a cor de um LED?) e foram utilizadas principalmente nas indústrias.

Para exemplificar hoje temos LED's que atingem 120 lumens de fluxo luminoso e com potência (discuta em sala de aula, o que é uma potência) de 1 a 5 Watts e que já estão substituindo as lâmpadas convencionais.

### ALGUNS BENEFÍCIOS DO USO DO LED:

- Maior vida útil;
- Custo de manutenção reduzido;
- Eficiência;
- Baixa tensão de operação;
- Resistência a impactos e vibração;
- Controle de cor;
- Ecologicamente correto;

A **corrente elétrica** com que o LED funciona depende da fabricação das mesmas, mas geralmente elas operam numa faixa entre 6 mA a 20 mA e uma tensão entre 1 a 3,3 v. Para ligarmos um LED é necessário conhecermos a LEI DE ohm

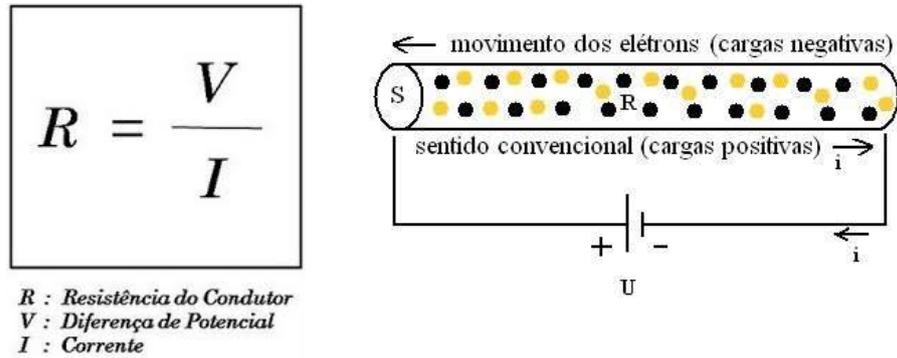


Figura 13- Lei de Ohm  
 Fonte: <http://www.infoescola.com>

## COMO USAR LED NO ARDUINO

Já instalamos e aprendemos algumas funções básicas do Arduino, vamos montar nosso primeiro circuito elétrico. Lembre-se de que os LED possuem uma tensão elétrica muito pequena (em torno de 2 V) e de que o Arduino trabalha com uma saída nas suas portas digitais de 5 V, por isso teremos que reduzir a tensão (na próxima atividade aprenderemos o que é e como usar os resistores no Arduino).

### MATERIAIS:

LED de 5 mm

Resistor de 100 ohms (na próxima aula aprenderemos mais sobre os resistores)

Fios jumper

Arduino

### ATIVIDADE PRÁTICA

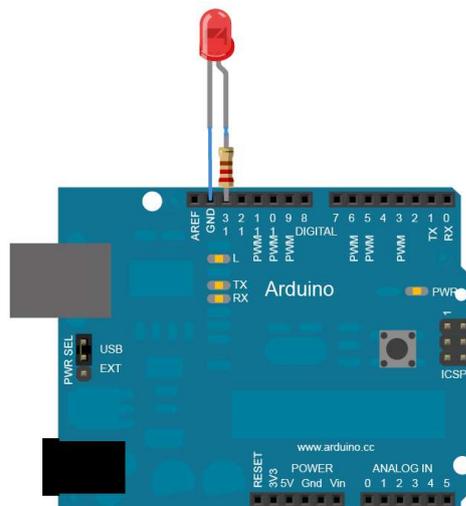


Figura 14- Arduino  
 Fonte: <https://www.arduino.cc/>

Digite e salve o código abaixo no IDE do Arduino:

```
void setup () {  
  // Inicializa o pino digital como uma saída.  
  // Pin 13 tem um LED conectado na maioria das placas  
  Arduino:  
  pinMode (13, OUTPUT); }  
  
void loop () {  
  digitalWrite (13, HIGH); // set o LED  
  delay (1000); // esperar / por um segundo  
  digitalWrite (13, LOW); // definir o off LED  
  delay (1000); // esperar / por um segundo  
}
```

*Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)*

Monte o circuito, coloque a polaridade positiva do LED na porta 13, digite o código e faça o **upload** no Arduino e veja o funcionamento, logo em seguida mude a polaridade do LED e veja se ele acende. (Você sabe explicar por qual motivo o LED não acende se você coloca a polaridade negativa na porta digital?)

### **TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:**

1. O que acontece se você não utilizar a função **delay** no programa acima? Apague essas funções execute novamente e tente explicar o que ocorre.
2. No começo do programa crie uma variável inteira chamado tempo e utilize essa variável dentro da função delay, altere essa variável e veja como utilizar variáveis no código.
3. O que pode acontecer se você não utilizar o resistor junto com o LED? Justifique sua resposta.
4. O que aconteceria se você usasse um resistor de 10 k $\Omega$ ? Justifique sua resposta.
4. Calcule a corrente elétrica que passa pelo LED. (use a lei de ohm sabendo que as portas digitais do arduino tem uma tensão de 5V. (Considere o LED como resistência nula, utilize apenas o valor nominal do resistor que foi utilizado).

## DESAFIO:

Usando agora 3 leds (vermelho, amarelo e verde) e 1 resistores de 220 ohms faça um semáforo em que os LEDs desliguem e apaguem a cada 5 segundos, para isso será necessário a utilização da protoboard.

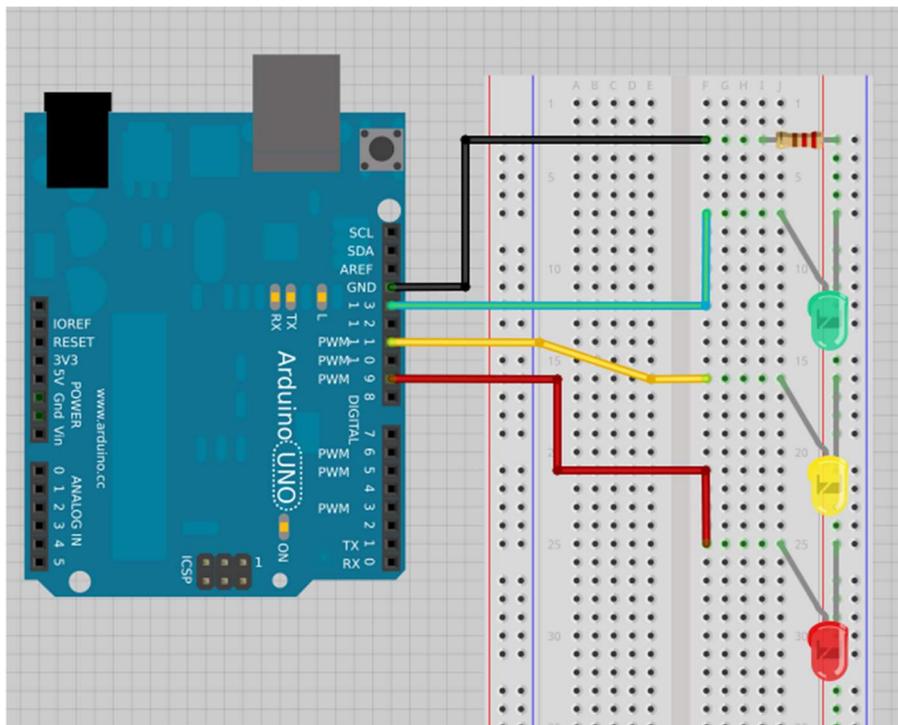


Figura 15- Arduino Semáforo  
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ARDUINO - <http://arduino.cc/>

LABORATÓRIO DE GARAGEM - <http://labdegaragem.com/>

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

SOUZA, A, R. PAIXÃO, A, C. UZÊDA, D, D. DIAS, M, A. DUARTE, S. AMORIM, H, S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702 (2011)

## ATIVIDADE 02 – RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

### OBJETIVOS DESSA AULA:

- Entender como funciona os circuitos elétricos;
- O que são e para que serve os resistores;
- Fazer um divisor de tensão;
- Aprender a utilizar portas analógicas no Arduino;

Estamos no nosso segundo passo para aprendermos a utilizar o nosso robô seguidor de linha. Neste novo passo teremos que aprender sobre o que é e como utilizar resistores e compreender como funcionam os circuitos elétricos.

### O QUE SÃO OS CIRCUITOS ELÉTRICOS?

É um conjunto de componentes eletrônicos formados por gerador elétrico, condutor elétrico e um outro componente que em um circuito fechado utiliza a energia elétrica gerada pelo gerador. Observe a figura:

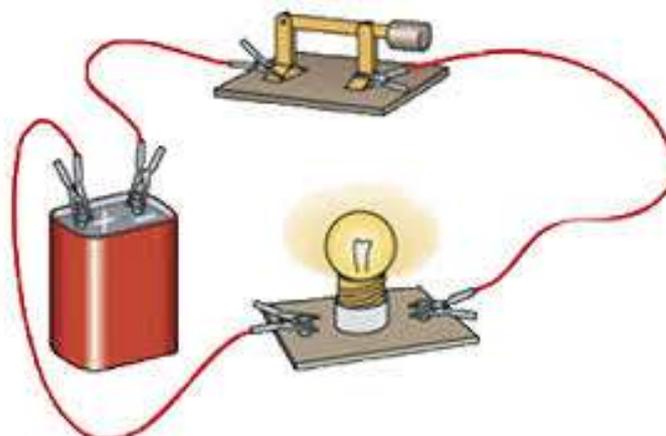


Figura 16- circuito elétrico  
Fonte: [www.aulas-fisica-quimica.com](http://www.aulas-fisica-quimica.com)

Um gerador elétrico é qualquer componente ou aparelho capaz de transformar qualquer energia em energia elétrica, já um receptor elétrico é o inverso, ou seja, é qualquer componente ou aparelho elétrico capaz de transformar a energia elétrica em outra forma de energia.

Os circuitos elétricos podem ser divididos em duas categorias, circuitos em série ou em paralelos:

Os circuitos em série todos os componentes são ligados em série, ou seja, são ligados de tal modo que a corrente que passa por todos os pontos do circuito sejam a mesma, porém a tensão se divide proporcionalmente:

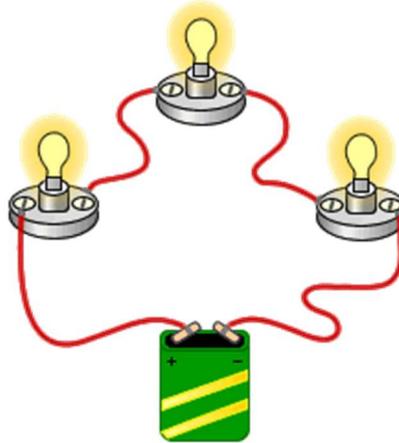


Figura 17- circuito em série  
Fonte: <https://www.educabras.com>

Já em circuitos em paralelo a corrente elétrica percorre em caminho distinta, porém possuem a mesma tensão elétrica ao longo do percurso, veja a figura:

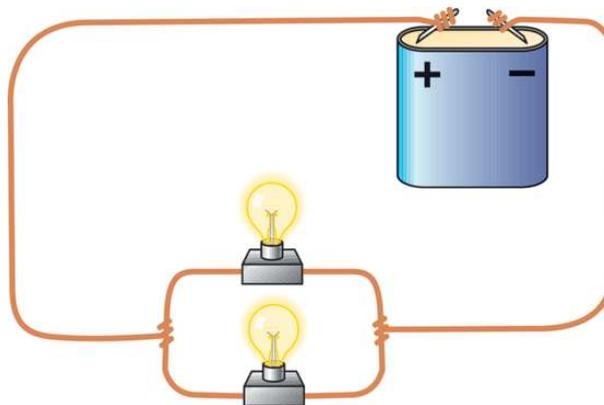


Figura 18- circuito em paralelo  
Fonte: <http://cientificamentefalando-margarida.blogspot.com.br/>

## MAS AFINAL, O QUE SÃO RESISTORES?

Resistores são dispositivos elétricos (ou eletrônicos) muito usado em circuitos elétricos, eles possuem dois terminais e no SI tem unidade de medida de ohm que é equivalente de volt por ampère.



Figura 19 - Resistores

Fonte: <https://www.elprocus.com/wp-content/uploads/2014/03/114.jpg>

As utilidades dos resistores são variadas, mas as duas principais utilidades são a transformação de energia elétrica em energia térmica (Efeito Joule) e o controle de voltagem em circuitos, já que ela produz uma dificuldade na passagem de corrente elétrica (por isso na atividade 1 tivemos que utilizar um resistor para diminuir a voltagem no LED para não queimar!).

Podemos ter vários tipos de resistores, deste com valores fixos como varáveis:

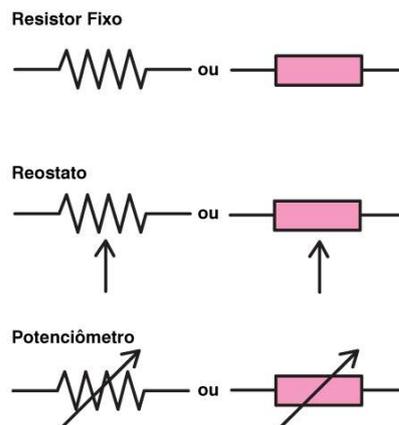


Figura 20- Tipo de resistores

Fonte: <http://www.dreaminc.com.br>

A resistência elétrica está associada a corrente e a tensão que passa pelo circuito elétrico, dada pela função:

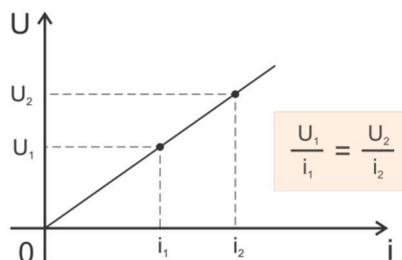


Figura 21– Gráfico Lei de Ohm

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

Em circuitos elétricos podemos identificar os resistores através do código de cores:

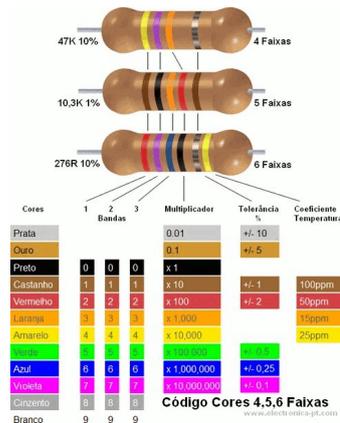


Figura 22– Código de cores  
 Fonte: <https://www.electronica-pt.com>

Para entendermos bem o conceito de resistores é importante compreendermos o conceito de corrente elétrica. Em um material condutor elétrico neutro (quando não está submetido a nenhuma tensão elétrica) os elétrons se movem de maneira totalmente desordenada, porém, quando submetemos uma tensão elétrica esta passa a ter um certo fluxo no qual definimos como corrente elétrica.

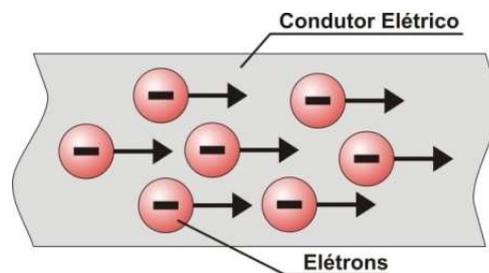


Figura 23– Corrente elétrica  
 Fonte: <http://www.netfisica.com>

Por questões históricas o sentido da corrente se definiu como sendo do sentido positivo para o negativo, porém, o sentido dos elétrons ocorre do sentido negativo para o positivo:

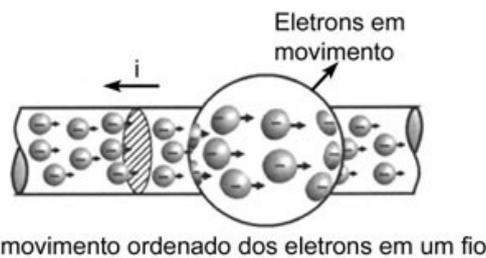


Figura 24: fluxo dos elétrons  
 Fonte: <http://fisicapaidegua.com/teoria/corrente1.jpg>

## COMO FAZER UM DIVISOR DE TENSÃO?

Utilizamos um divisor de tensão com a utilização de resistores, o objetivo é utilizar os resistores para diminuir ou aumentar a tensão elétrica em certo componente do circuito como também direcionar a corrente elétrica (muito utilizado no Arduino para receber informações nas portas digitais e analógicas!).

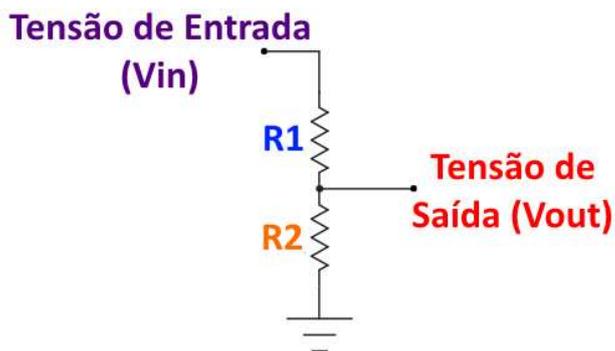


Figura 25- divisor de tensão  
Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

## O QUE É UM LDR?

LDR, em português Resistor Dependente de Luz ou Fotorresistência é um componente eletrônico do tipo resistor variável, mais especificamente, é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz, ou seja, é um componente eletrônico que serve como um sensor de luz sendo utilizado em diversas aplicações tecnológicas.

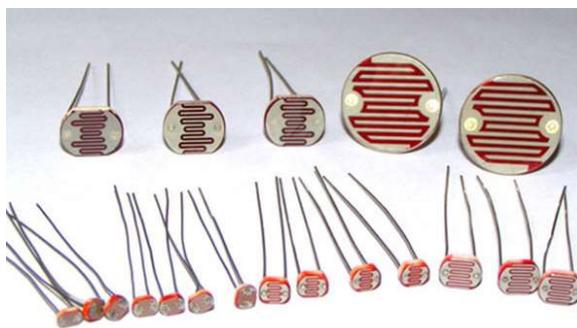


Figura 26 - LDR  
Figura: <https://fazerlab.files.wordpress.com>

## USANDO O LDR NO ARRUÍNO:

Iremos fazer um sensor de luminosidade, para isso usaremos um LDR que em uma determinada intensidade de luz acenderá um LED, teremos também que usar o divisor de tensão.

### Materiais:

Fios Jumper's

Protoboard

Arduino Uno Rev3

1x LED

1x Resistor 300Ohm

1x LDR

1x Resistor 10kOhm

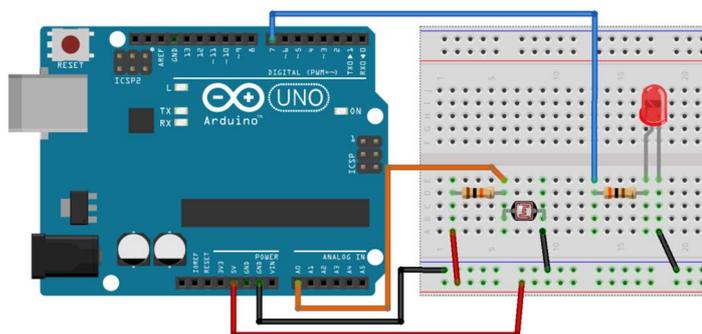


Figura 27- LDR Arduino

Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/sensor-de-luz-ldr/>

```
//Codigo Sensor de luz

int ledPin = 7; //Led no pino 7
int ldrPin = 0; //LDR no pino analógico
int ldrValor = 0; //Valor lido do LDR

void setup() {
  pinMode(ledPin,OUTPUT); //define a porta 7 como saída
  Serial.begin(9600); //Inicia a comunicação serial
}

void loop() {
  ///ler o valor do LDR
  ldrValor = analogRead(ldrPin); //O valor lido será entre 0 e 1023

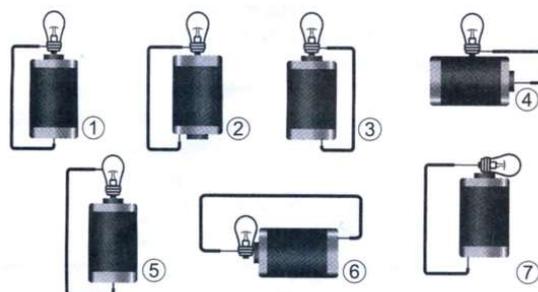
  //se o valor lido for maior que 500, liga o led
  if (ldrValor>= 800) digitalWrite(ledPin,HIGH);
  // senão, apaga o led
  else digitalWrite(ledPin,LOW);

  //imprime o valor lido do LDR no monitor serial
  Serial.println(ldrValor);
  delay(100);
}
```

*Fonte do código: próprio autor*

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. (ENEM 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. INSTALAÇÃO ELÉTRICA:  
INVESTIGANDO E APRENDENDO.  
SÃO PAULO: SCIPIONE, 1997 (ADAPTADO).

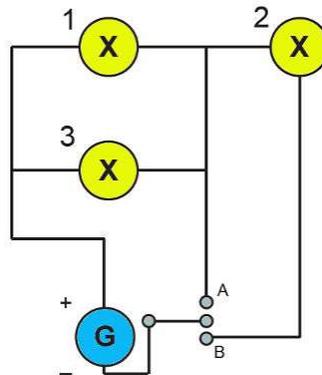
Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A) (1), (3), (6)
- B) (3), (4), (5)
- C) (1), (3), (5)
- D) (1), (3), (7)
- E) (1), (2), (5)

2. (ENEM/2013) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente. De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que:

- a) o fluido elétrico se desloca no circuito.
- b) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- c) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- d) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- e) as cargas positivas e negativas chocam-se no filamento da lâmpada.

3. (ENEM/2014) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- d) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- e) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

### REFERÊNCIA BIBLIGRÁFICA:

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 25/05/2017

LABORATÓRIO DE GARAGEM - <http://labdegaragem.com/>

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4

H. D. Young & R. A. Freedman, "Física III: Eletromagnetismo, 12a. ed." Pearson, São Paulo, Brasil, 2009.

## **ATIVIDADE 3 – O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? (APRENDENDO A USAR PORTAS DIGITAIS E ANALÓGICAS NO ARDUINO COM O SENSOR DE REFLETÂNCIA)**

### **OBJETIVOS DESSA AULA:**

- Compreender como podemos enxergar as cores.
- Compreender o que é uma onda eletromagnética;
- Relacionar e identificar as diferentes formas de ondas eletromagnéticas no cotidiano;
- Aprender a usar portas digitais e analógicas no Arduino
- Utilizar o sensor de refletância para diferenciar cores brancas e escuras;

Estamos dando mais um passo para a construção do nosso robô seguidor de linha, como já foi discutido, para que o robô funcione é necessário ele possuir sensores para poder captar as cores do caminho que ele automaticamente irá percorrer, hoje vamos utilizar um sensor para que nosso robô possa diferenciar em qual caminho é branco e qual caminho é a fita preta para que possa tomar a decisão de sua direção, para isso, é preciso primeiro entender como podemos enxergar as cores e compreender o que são ondas eletromagnéticas.

### **1- COMO ENXERGAMOS?**

Para nós é muito simples enxergar e diferenciar as cores pretas e brancas, temos um sensor muito especial que são nossos olhos, mas afinal como podemos enxergar um objeto? Essa pergunta parece bem óbvia agora, mas este conhecimento não era tão certo na antiguidade, eles observaram que os olhos de certos animais brilhavam em ambientes com pouca luminosidade, assim acharam que dentro dos olhos existiam uma espécie de fogo que iluminavam e chegava até aos objetos fazendo com que esses objetos sejam vistos, sabemos hoje que para enxergar um objeto uma luz deve ser refletida (ou emitida) por um objeto chegando aos nossos olhos:

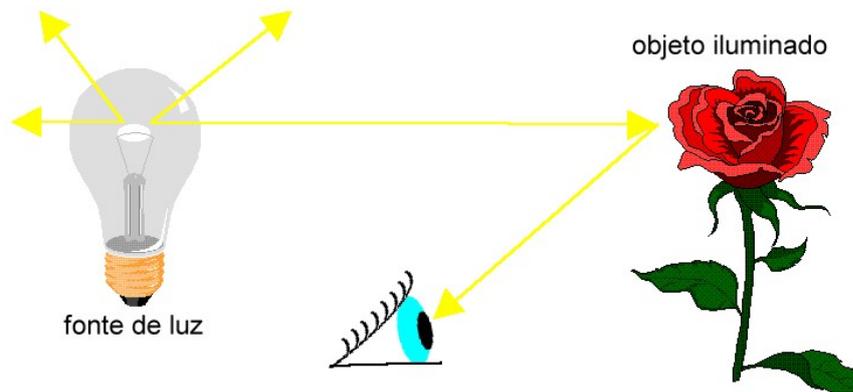


Figura 28 - Luz

Fonte: <https://12dimensao.files.wordpress.com>

Para captar essas imagens nosso olho possui um mecanismo complexo e bem evoluído, de forma resumida podemos dizer que a luz atravessa a pupila, passa pela córnea, pelo cristalino, passando por todo o globo ocular chegando no fundo do olho especificamente na retina que lá possuem foto-sensores que transformam a luz em impulsos elétricos que são transmitidos para o sistema nervoso chegando ao nosso cérebro onde esses dados são transformados novamente em imagem. O nosso olho tem muita semelhança ‘ máquina fotográfica onde a pálpebra é equivalente ao obturador que fecha e abre para a passagem de luz.

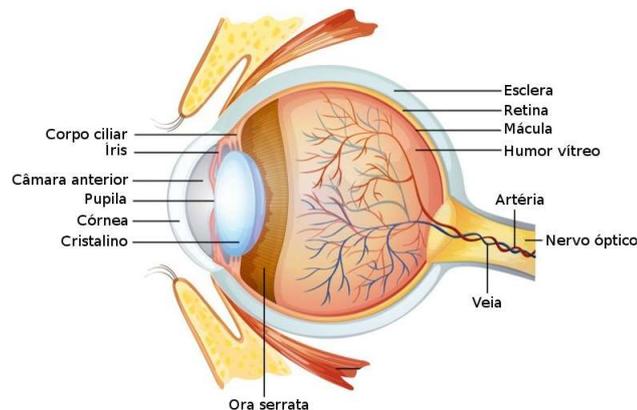


Figura 29 : olho humano

Fonte: [www.infoescola.com/](http://www.infoescola.com/)

## 2 – COMO ENXERGAMOS AS CORES?

Já sabemos como captamos e enxergamos um objeto, mas porque os objetos possuem cores diferentes? E como conseguimos fazer essas distinções? A luz branca é uma luz policromática, ou seja, é formada por diferentes faixas de luz monocromática, quem primeiro conseguiu perceber isso e demonstrar foi o Newton que em 1672 publicou um artigo demonstrando suas ideias sobre as cores de um corpo:



Figura 30 : dispersão da luz

Fonte: <http://rededosaberfisico.xpg.uol.com.br>

Ele afirmou que a cor de um objeto está relacionada com a capacidade de absorção e reflexão de feixes de luz, assim, objetos da cor branca tem a capacidade de refletir totalmente a luz, enquanto objetos pretos absorvem todas os feixes de luz, objetos de cor azul por exemplo, consegue refletir apenas a luz azul absorvendo todas as outras.

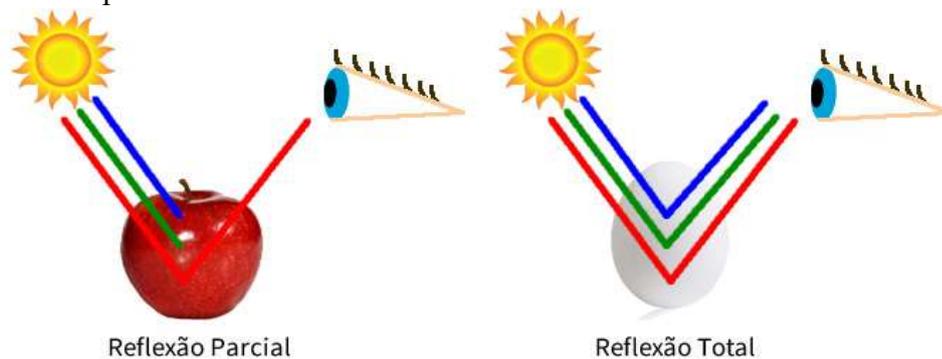


Figura 31: cor de um objeto

Fonte: <https://d24kgseos9bn1o.cloudfront.net>

### 3- O QUE SÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS?

O sensor que iremos utilizar nesta nossa prática experimental funciona na faixa do infravermelho, mas o que é uma luz infravermelho? E como não enxergamos essa luz?

Para compreender bem sobre isso é necessário entendermos inicialmente o que são ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas são ondas formadas por um combinação de campo elétrico e campo magnético variável, perpendiculares entre si e que não necessitam de meios materiais para se propagarem, por isso, podem se propagar no vácuo, possuem velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s no vácuo. A luz visível é uma onda eletromagnética, por isso, ela consegue viajar pelo espaço vazio, como a luz do Sol por exemplo.

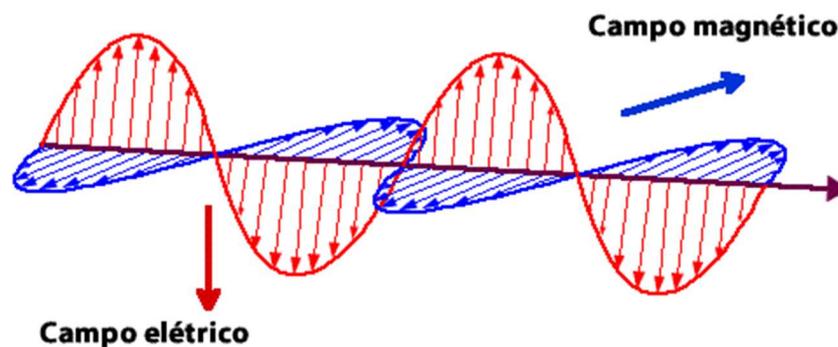


Figura 32: onda eletromagnética  
 Fonte: <http://professorbiriba.com.br>

Quem primeiro conseguiu mostrar que a luz é uma onda eletromagnética foi James C. Maxwell, no séc. XIX, onde conseguiu prevê a existência de ondas eletromagnéticas em que o olho humano não consegue detectar, nove anos depois o físico alemão Heinrich Hertz conseguiu demonstrar essas ondas. Hoje utilizamos diversas formas de ondas eletromagnéticas:

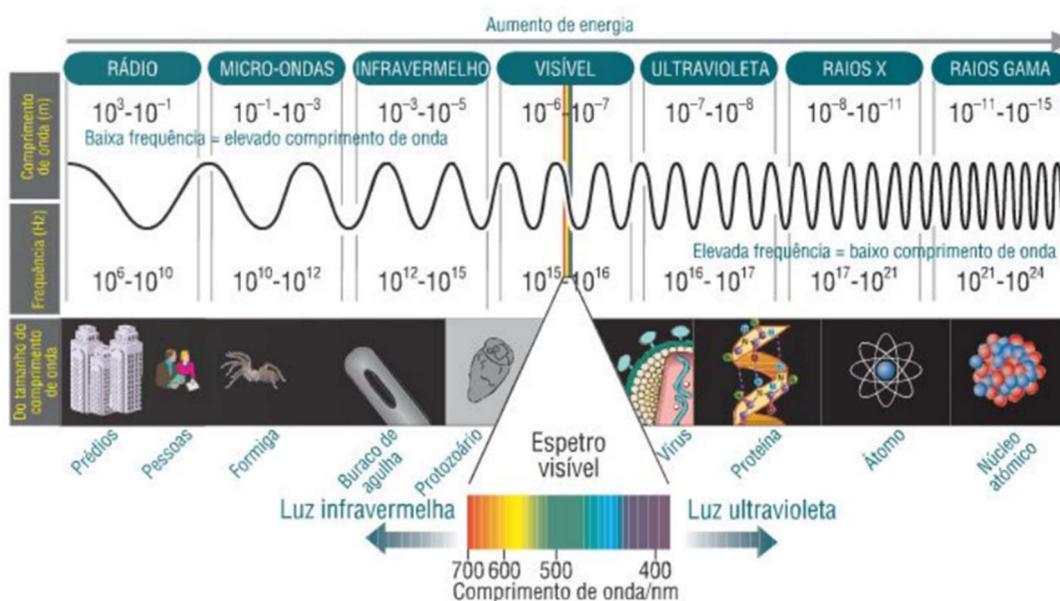


Figura 33: espectro de ondas eletromagnéticas  
 Fonte: <http://4.bp.blogspot.com>

Assim, nossos olhos conseguem ver apenas uma parte de ondas eletromagnética, na faixa entre 700 a 400 nm, porém existem aparelhos que detectam faixas diferentes do olho humano, o sensor de refletância que iremos utilizar por exemplo capta ondas que o nosso olho não consegue enxergar.

## 4 –O SENSOR DE REFLETÂNCIA

Infelizmente nosso robô não possui olhos como os nossos, assim, para identificar onde é preto e onde é branco é necessário utilizar um sensor de refletância, que é um sensor que capta determinadas feixes de luz e transforma esses feixes em uma tensão elétrica que varia de 0 a 5 V, e que a partir desses valores podemos identificar a cor de um determinado objeto, usaremos o módulo TCR5000.

### Especificações:

- Fonte de alimentação: 5V
- Corrente: <10mA
- Faixa de temperatura operacional: 0°C ~ + 50°C
- Saída: 1 - VCC, 2 - GND, 3 - OUT
- Medidas: 10mm×35mm
- Peso: Aprox. 1g

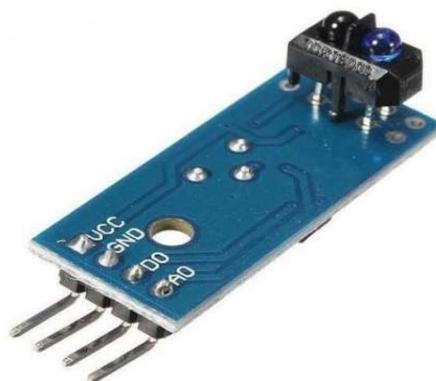


Figura 34: sensor de refletância  
Fonte: autor

### **Como funciona?**

Ele é basicamente composto por um LED emissor de luz na faixa do infravermelho e um sensor infravermelho que capta a luz refletida por um objeto, sendo que pode ser usado na porta digital (recebendo, portanto, valores de 0 ou 1) e nas portas analógicas que iremos utilizar (valores entre 0 a 1024), assim, para objetos brancos ele mostrará para o Arduino um valor próximo de 1024 e para objeto:

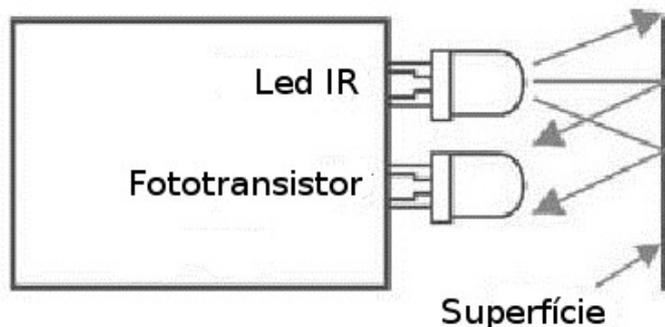


Figura 35: sensor e refletância  
Fonte: <https://totalarduino.files.wordpress.com>

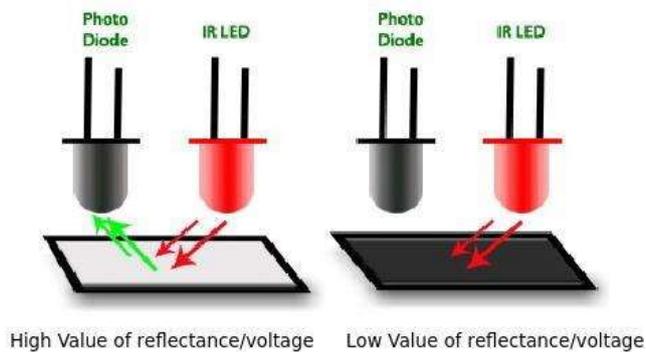


Figura: branco e preto  
 Fonte: <https://mjrobot.files.wordpress.com>

### COMO LIGAR NO ARDUINO?



Figura 36: ligando o sensor de refletância  
 Fonte: <https://totalarduino.files.wordpress.com>

**Código de funcionamento:** Vamos agora fazer um código simples que detecta se existe ou não uma linha preta e mostra no Serial Monitor da IDE do Arduino:

```
int pinoSensor = A0;
int valorSensor = 0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  valorSensor = analogRead(pinoSensor);
  int valorCorrigido = (valorSensor * 5) / 1024;

  if(valorCorrigido > 0)
    Serial.println("Linha Detectada!!!");
}
```

```
    delay(1000);  
}
```

*Fonte do código: Próprio autor*

**PRATICANDO:** Desenvolva um projeto no Arduino em que ao detectar um objeto branco acenda um LED vermelho, caso contrário acenda um LED verde.

Na nossa próxima aula iremos aprender sobre o sensor ultrassônico que é um sensor que funciona como um sonar e que é capaz de detectar objetos, espero que tenham gostado da aula, bons estudos!

### **TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:**

1. (UFRN) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilhar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilhar será iluminada agora com luz monocromática verde, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo

- a) verde, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.
- d) vermelho, pois a cor do vestido independe da radiação incidente.

2. A respeito das cores dos objetos, marque a alternativa correta:

- a) A cor é uma característica própria de cada objeto.
- b) A cor não é uma característica própria de cada objeto, pois depende da luz que o ilumina.
- c) Um objeto de cor amarela sob luz policromática é visto com a mesma cor sob luz monocromática verde.
- d) Como reflete todas as cores, o corpo negro não tem condição de apresentar coloração, sendo visto, portanto, como preto.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

3. (PUC - RS) Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

- a) Radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.
- b) Radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.

- c) Ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.
- d) Ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.
- e) Ondas eletromagnéticas de frequências iguais as das ondas infravermelhas.

4. (ENEM 2013). Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A) terem fases opostas.
- B) serem ambas audíveis.
- C) terem intensidades inversas.
- D) serem de mesma amplitude.
- E) terem frequências próximas.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. ° edição, Editora Ática, Volume 02, São Paulo, 2013.

MCROBERTS, Michael. Arduino. Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

## ATIVIDADE 4- O QUE É O SOM E COMO FUNCIONA O ECO? (APRENDENDO A USAR O ULTRASSÔNICO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Identificar as características e propriedades do som;
- Diferenciar altura, timbre e intensidade do som;
- Aprender sobre o ouvido humano;
- Compreender como funciona o eco e o sonar;
- Aprender a utilizar o sensor ultrassônico no Arduino para medir distâncias;

Na nossa última aula aprendermos como utilizar o sensor de refletância para que o robô possa identificar quando está ou não em uma linha preta para que este possa percorrer esse caminho de forma autônoma. Além de percorrer esse caminho ele terá que parar sua trajetória caso tenha algum obstáculo em sua frente a uma dada distância programada, mas como nosso robô conseguirá “enxergar” esse objeto se ele não possui olhos? Certamente você já deve saber que é necessário um sensor específico para esta tarefa, existem vários tipos desses sensores que poderiam realizar esta tarefa, iremos utilizar nessa nossa atividade o sensor ultrassônico do Arduino, mas antes precisamos compreender como as características e propriedades do som.

### 1. MAS AFINAL O QUE É O SOM?

O som é uma onda longitudinal de pressão, que se propagam somente em meios materiais e que por isso são classificadas como ondas mecânicas. Assim, o som não consegue se propagar no vácuo diferentemente das ondas eletromagnéticas estudadas na nossa atividade passada.



Figura 37: onda sonora

Fonte: <http://s2.static.brasilecola.uol.com.br>

Como demonstra a figura o autofalante deixa o ar mais comprimido e mais rarefeito provocando um pulso de onda que se propaga no meio que ele está inserido, geralmente essas ondas são produzidas por objetos que vibram tais como autofalante, diapasão, cordas vocais, entre outras. Como qualquer outra onda ela possui características tais como reflexão, difração, refração e interferência.

Nós conseguimos captar essas ondas sonoras através de nossos ouvidos que nada mais são do que um sensor, e como já sabemos todo sensor tem suas limitações, no caso do ouvido humano ele está na faixa entre 20 Hz a 20.000 Hz (ou 20 KHz), porém alguns animais possuem faixas de frequência distintas a do ouvido humano podendo captar sons que não conseguimos escutar, e outros aparelhos criados pelo homem para captar ou emitir sons para diversos fins.

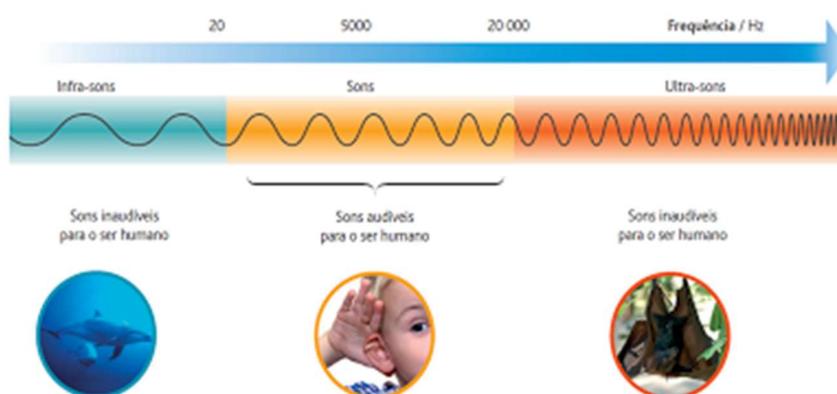


Figura 38: faixa de som  
Fonte: 4.bp.blogspot.com

## 2 – CARACTERÍSTICAS DO SOM

Podemos caracterizar o som através de algumas características tais como altura, timbre e intensidade, a altura corresponde a frequências baixas ou altas, para frequências baixas temos um som mais “grave” e para sons com maior frequência temos um som mais “agudo”, o timbre corresponde as características peculiares de cada sim, assim, são pequenas perturbações da onda que deixam caraterísticas únicas em um som como se fosse uma digita, é assim que podemos identificar pelo som instrumentos musicais ou o som de uma pessoa que conhecemos, já a intensidade corresponde um som forte ou fraco que está vinculado à amplitude da onda:

## Parâmetros do som

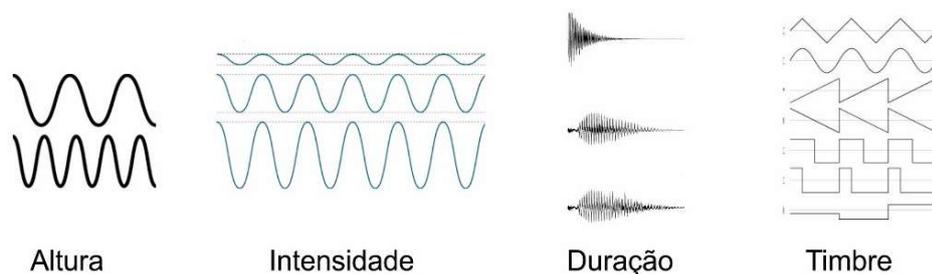


Figura 39 : parâmetro do som  
Fonte: <https://arteducacao.files.wordpress.com/>

A velocidade do som depende do material em que está se propagando e da temperatura, quanto mais denso for o material mais rápida é sua propagação, para uma temperatura de 15 ° C a velocidade do som no ar tem valor aproximada de 340 m/s e no mesmo meio material possui velocidade constante sendo assim um movimento uniforme.

### 3- O OUVIDO HUMANO

O ouvido humano é um órgão muito sensível e também semelhante ao ouvido de outros mamíferos, ele consegue captar estímulos externos mecânico do ambiente externo e consegue converter esses estímulos externos para o sistema nervoso sob forma de impulsos elétricos, ele consegue captar pequenas perturbações na pressão do ar e amplificar essas perturbações transformando na som que nos captamos. Hoje sabemos que o ouvido consegue captar faixas entre 20 a 20.000 KHz, outros animais conseguem captar sons numa escala diferente, modificadas ao longo de sua evolução.

Podemos dividir a estrutura do ouvido em três partes: ouvido externo, médio e o interno. Cada umas dessas partes têm sua função na captação e transmissão do som, resumidamente o som é captado pelo ouvido externo que é direcionado para o ouvido médio onde se encontra o *tímpano* que formado por pequenos ossos que vibram a partir dessas pequenas mudanças de pressão transmitindo até o ouvido interno, lá tem transmitem as informações ao sistema nervoso em forma de impulsos elétricos, onde é transmitido para o cérebro.

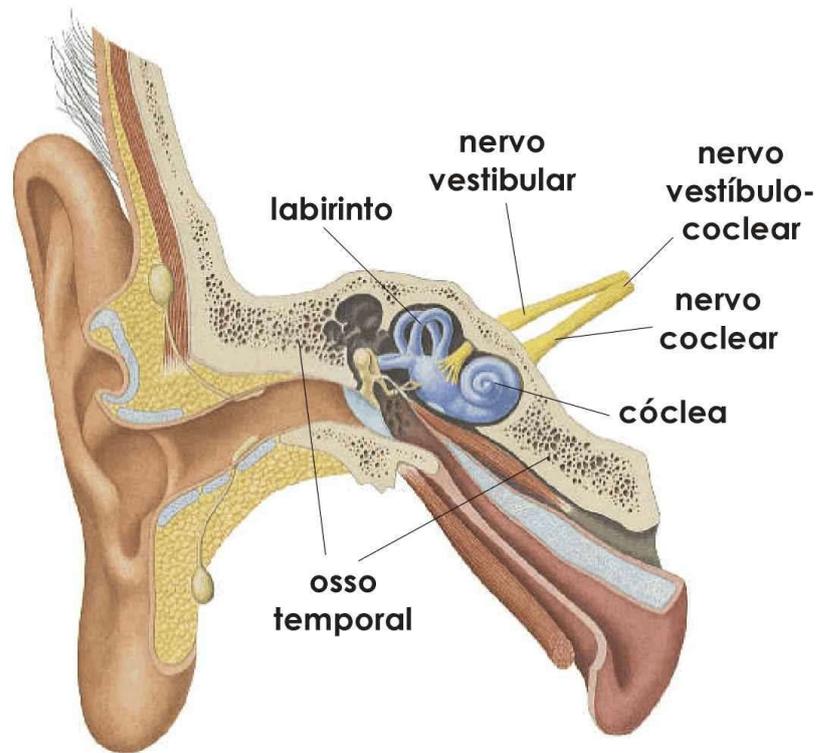


Figura 40: ouvido humano  
Fonte: <http://www.vertigemetonura.com.br>

#### 4- ECO E O SONAR

Nosso sensor que vamos utilizar em nosso robô funciona como o sonar, por isso, vamos entender o funcionamento do sonar e o que é a ecolocalização. Alguns animais como morcego e golfinhos possuem uma incrível habilidade de localizar outros animais ou objetos através de um processo chamado de ecolocalização, eles emitem um som que podem ser ultrassônico (acima da faixa audível do ser humano, que é caso dos morcegos) como infrassônico (caso das baleias e golfinhos), para exemplificar melhor vamos falar dos morcegos, eles emitem um som que se propaga no ar com velocidade aproximadamente de 340 m/s (esse valor varia a partir da temperatura e da pressão atmosférica) que chega ao inseto ou objeto e retorna ao morcego chegando ao seus ouvidos, a partir do intervalo de tempo entre a transmissão e a recepção do som ele pode localizar onde está o inseto com ambientes de pouca ou até mesmo sem nenhuma luminosidade com uma precisão incrível.

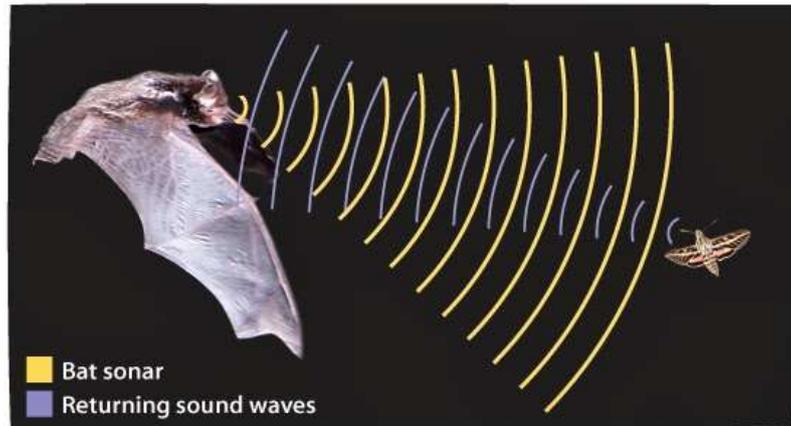


Figura 41: sonar dos morcegos

Fonte: <http://2.bp.blogspot>.

O processo é muito semelhante como o sonar do submarino, porém ele é feito na água e por isso o sonar calcula o som para uma velocidade aproximadamente 4,4 vezes a velocidade do som no ar, chegando num valor aproximado de 1438 m/s a uma temperatura de 8 ° C, foi inicialmente construído para fins bélicos e bastante desenvolvido durante a primeira guerra mundial para detecção de submarinos e outras embarcações. Hoje também utilizamos essas tecnologias para outros fins tais como o ultrassônico na medicina por exemplo.

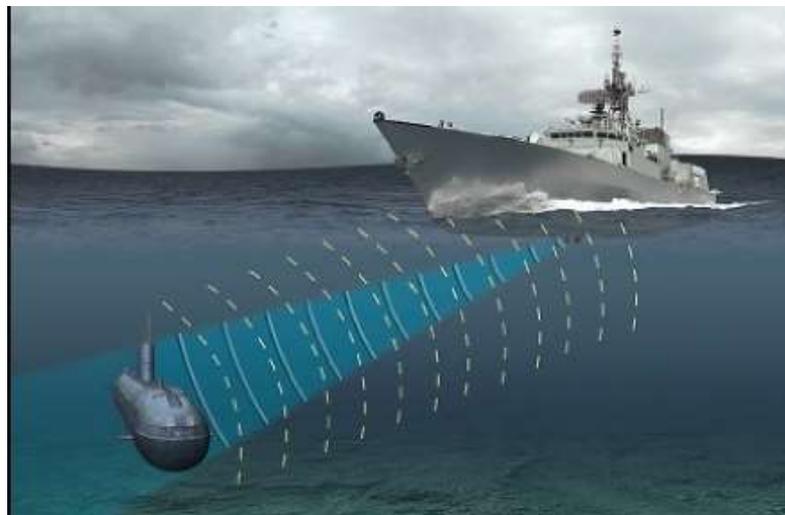


Figura 42: sonar

Fonte: <http://www.nautelc-tech.com>

## 5 – O SENSOR ULTRASSÔNICO HC- SR04

Para nossa atividade usaremos um sensor muito utilizado na robótica para localização do robô, para o Arduino usaremos o sensor ultrassônico HC-SR04 que funciona de maneira muito semelhante ao método dos morcegos descrito anteriormente, ele possui dois autofalantes, um emite o som na faixa do ultrassônico e o outro é responsável pela captação

desse som, a diferença do tempo entre a emissão e a recepção é usada para o cálculo da distância do objeto.



Figura 43: Sensor ultrassônico  
Fonte: Próprio autor

Especificações:

- Alimentação; 5 V
- Corrente de operação: 2 mA
- Ângulo de efeito: 15 °
- Alcance; 2 cm- 4m
- Precisão: 3 mm

Fonte: <http://www.filipeflop.com>

### MONTAGEM DO CIRCUITO:

Como vimos na figura anterior o sensor possui 4 pinos, um para alimentação (+5V), outro para o GND e os outros são os pinos Trig e Echo, o pino que fica o Trig é chamado de “gatilho” que é onde é mandando o sinal sonoro e o Echo é o receptor que espera o retorno e então manda a informação do Arduino para fazer o cálculo da distância.

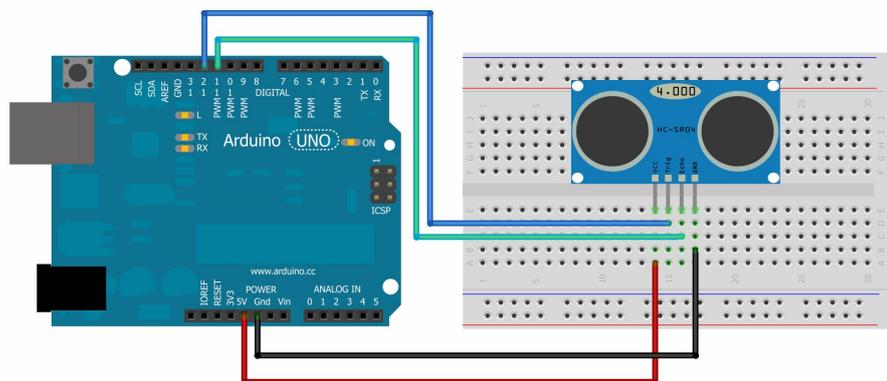


Figura 44: montagem do circuito  
Fonte: <https://zarelli.files.wordpress.com>

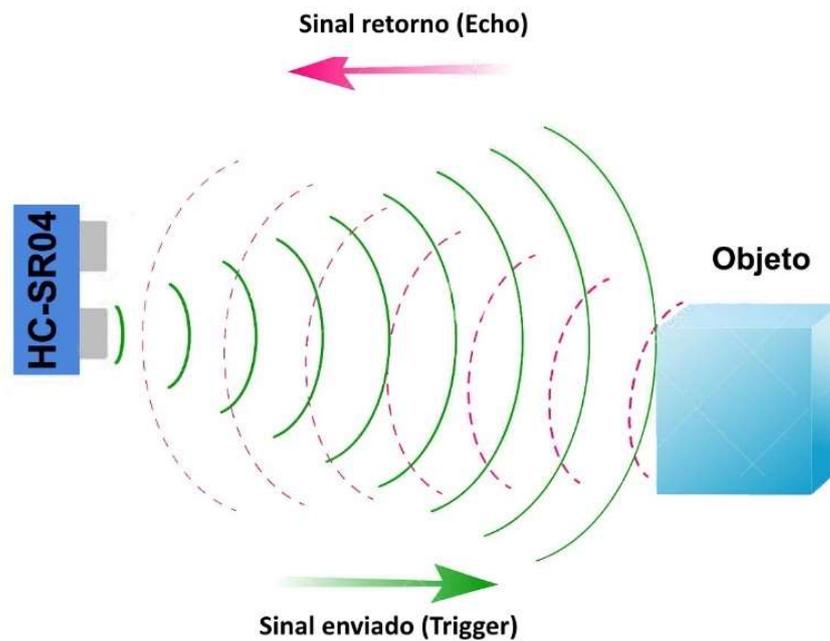


Figura 45: funcionamento do ultrassônico  
 Fonte: <http://blog.filipeflop.com>

## 6 –CÓDIGO NO ARDUINO

Para esse código usaremos um biblioteca do Arduino chamado de “Ultrasonic.” que pode ser encontrada no site : <https://github.com/filipeflop/Ultrasonic>.

```
//Carrega a biblioteca do sensor ultrassonico
#include <Ultrasonic.h>

//Define os pinos para o trigger e echo
#define pino_trigger 12
#define pino_echo 11

//Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
}

void loop()
{
  //Le as informacoes do sensor, em cm e pol
  float cmMsec, inMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
```

```

inMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::IN);
//Exibe informacoes no serial monitor
Serial.print("Distancia em cm: ");
Serial.print(cmMsec);
Serial.print(" - Distancia em polegadas: ");
Serial.println(inMsec);
delay(1000);
}

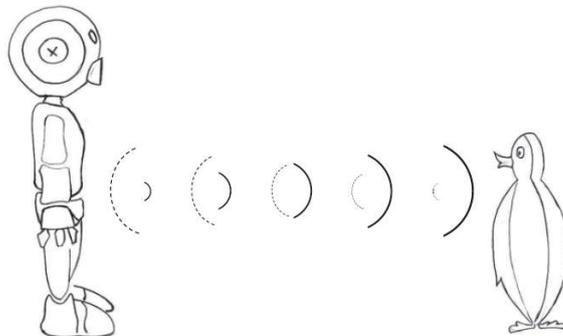
```

**DESAFIO:** Faça um sensor de aproximação utilizando o ultrassônico e 3 LED's, quando a distância for maior que 40 cm um LED verde é ligado, quando a distância estiver menor que 40 cm e maior que 20 cm o LED amarelo é ligado e quando a distância for menor ou igual a 20 cm o LED vermelho é ligado. (Dica: você deverá usar a função if neste programa e não esqueça de declarar as variáveis em cada if)

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. (OBR 2013) Assim como os morcegos e golfinhos, alguns robôs fazem uso de ecolocalização para detectar obstáculos e estimar as suas distâncias. Para isto, os robôs utilizam sonares, que são dispositivos que emitem sons em frequências não audíveis (ultrassons). Medindo o tempo que a onda sonora leva para ir até o obstáculo, ser refletida nele e voltar até o robô, é possível calcular a distância do robô até o obstáculo. Considere que um robô foi enviado para explorar a Antártida. Este robô dotado de sonar emitiu um pulso de ultrassom e recebeu o eco devido a um obstáculo à sua frente após 50 milissegundos. Considerando que nas condições climáticas da Antártida a velocidade do som nesse momento era de 340 m/s, a que distância se encontra o obstáculo?

- a. ( ) 17,0 metros
- b. ( ) 8,5 metros
- c. ( ) 50,0 metros
- d. ( ) 6,8 metros
- e. ( ) 3,4 metros



2. (OBR 2017) Os sensores de ultrassom são amplamente utilizados em: aplicações industriais, por exemplo, para detectar a presença ou passagem de um objeto; em estacionamento, para

detectar a passagem ou presença de um veículo; e aplicações que fazem uso do ultrassom. Seu princípio de operação é o mesmo do sonar, usado pelo morcego para detectar objetos e presas em seu voo cego. Seu funcionamento, baseia-se na emissão de um sinal sonoro ultrassônico e medição do tempo que o sinal leva para sair do sensor, refletir ao atingir o obstáculo e voltar para o sensor, como demonstrado na figura.

Um sensor de ultrassom foi instalado no robô móvel, responsável pelo transporte de material em uma planta fabril, para que o robô pare ao detectar algum objeto em seu trajeto. Considerando a velocidade do som de 340 m/s, o tempo gasto na leitura pelo sensor para um objeto a 1,70 metros de distância será de:

- a. 5 milissegundos
- b. 55 milissegundos
- c. 10 milissegundos
- d. 100 milissegundos
- e. 5500 microssegundos



(Fonte: <https://www.linkedin.com/pulse/global-automated-guided-vehicle-market-revenue-projected-mantosh-rai>)

3. (ENEM 2015) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferenciação se deve principalmente ao(a)
- a) intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
  - b) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
  - c) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
  - d) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
  - e) altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

### **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:**

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

DURAN, Jose Enrique Rodas. Biofísica: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2011.

MCROBERTS, Michael. Arduino básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 02, São Paulo, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. F. Física II. 10.ed. Prentice-Hall, 2002.

## ATIVIDADE 5- COMO FUNCIONA OS MOTORES ELÉTRICOS? PARA QUE SERVE ENGRELAGENS? (USANDO E CONTROLANDO MOTORES NO ARDUINO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Compreender a relação entre eletricidade e magnetismo;
- Entender os conceitos físicos presentes no funcionamento do motor elétrico;
- Discutir a importância do motor elétrico na sociedade atual;
- Aprender a utilizar motores junto com Arduino;
- Compreender a utilidade e usar uma ponte H para controle de motores no Arduino



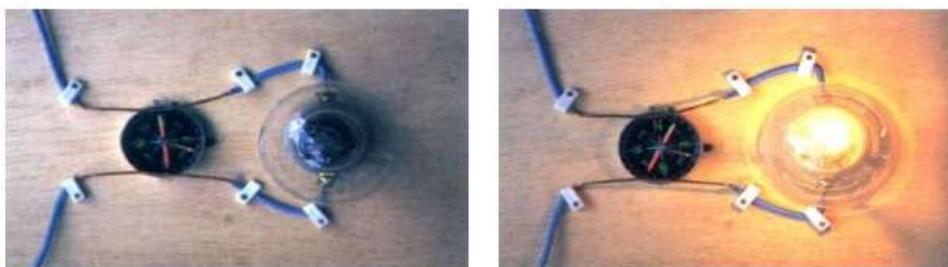
Figura 46 - Motor Arduino  
Fonte: <http://s3.amazonaws.com>

Vimos na nossa aula anterior como nosso robô conseguirá saber se existe um objeto em sua frente utilizando o sensor ultrassônico e como ele conseguirá distinguir se está em uma superfície branca ou preta para percorrer um determinado caminho de forma autônoma, hoje aprenderemos a movimentar o robô, mas para compreendermos como isso funciona deveremos aprender sobre os motores elétricos que são atuadores (ou seja, realizam uma ação pré comandada no Arduino) além disso aprenderemos como as engrenagem conseguem dar “mais

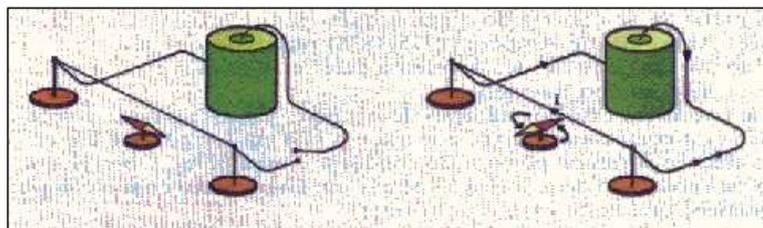
força” (veremos que na verdade o conceito correto é o fr torque) e partir disso seremos capaz de programar os primeiros passos de nosso robô seguidor de linha, bons estudos!

## 1. A DESCOBERTA DE OERSTED E DE FARADAY

Até o ano de 1820 os cientistas acreditavam que o magnetismo e a eletricidade eram ramos da física totalmente independentes, ou seja, a eletricidade e o magnetismo não tinham nenhuma relação, tudo mudou quando o físico dinamarquês H. Oersted ainda no ano de 1820 em um experiência em sala de aula observou que a corrente elétrica que passava por um circuito causava uma certa inclinação na agulha de um bússola, provando que uma corrente elétrica é capaz e produzir um campo magnético ao seu redor, relacionando portanto que existe uma relação entre eletricidade e magnetismo surgindo portanto o novo ramo da Física, o eletromagnetismo.



Quando uma corrente passa por um fio condutor deflete a agulha magnética



**Representação esquemática da Experiência de Oersted**

Figura 47- A experiência de Orsted  
Fonte: <https://image.slidesharecdn.com>

Cientistas ingleses, William Sturgeon e Michael Faraday depois aprimoraram as ideias sobre o eletromagnetismo e descobriram novas interações sobre o eletromagnetismo, Faraday descobriu a indução eletromagnética e foi aí que em 1837 o cientista alemão Werner Von criou o primeiro motor elétrico.

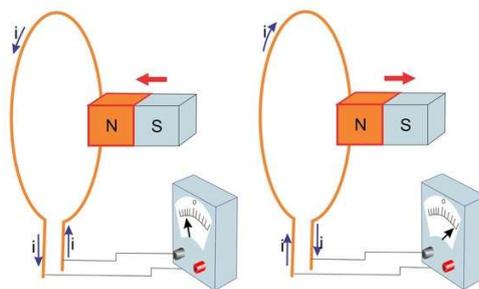


Figura 48- Corrente elétrica induzida

Fonte: <http://s2.glbing.com>

## 2. FUNCIONAMENTO DO MOTOR ELÉTRICO

Os motores elétricos são transdutores que são capazes de converter energia elétrica em energia mecânica, estão presentes nos variados aparelhos do nosso dia a dia e fizeram uma gigantesca revolução em nossa sociedade nos mais diferentes campos, desde cientificamente quanto em diversas tecnologias.

O funcionamento de um motor simples se baseia na produção de um campo magnético gerado por uma (ou várias) espiras que passam uma corrente elétrica gerado um campo magnético que se opõe ao campo magnético de um ímã produzindo uma força que faz com que ocorra o torque no eixo do motor. Para que ocorra o giro total da espira é necessário umas escovas comutadoras mudam os contatos e com isso a corrente inverte seu sentido de circulação. O texto em destaque abaixo foi retirado da internet e explica resumidamente o funcionamento de um motor elétrico:

*Tudo isso nos leva ao seguinte comportamento mecânico do dispositivo assim formado.*

- a). Quando aplicamos a corrente nos contatos que alimentam a bobina circula uma corrente num sentido tal que tende a movimentar a bobina de meia volta num sentido que depende justamente do sentido de circulação desta corrente.*
- b). Quando a bobina alcança a posição que seria de repouso, meia volta depois, as escovas comutadoras mudam os contatos e com isso a corrente inverte seu sentido de circulação.*
- c) O resultado disso, é que a posição em que a bobina alcançou não é mais a posição de repouso, já que surge uma nova força que tende a fazê-la continuar girando. A nova posição de repouso estará agora meia volta adiante.*

d) A bobina gira mais volta para alcançar a nova posição de repouso, mas ao chegar próxima dela, novamente entram em ação os comutadores e a corrente é invertida. Uma nova posição de repouso aparece.

e) A nova posição de repouso estará novamente meia volta à frente e a bobina continua girando.

Disponível em: Fonte: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/2829-mec060>

Último acesso em 06/10/2017

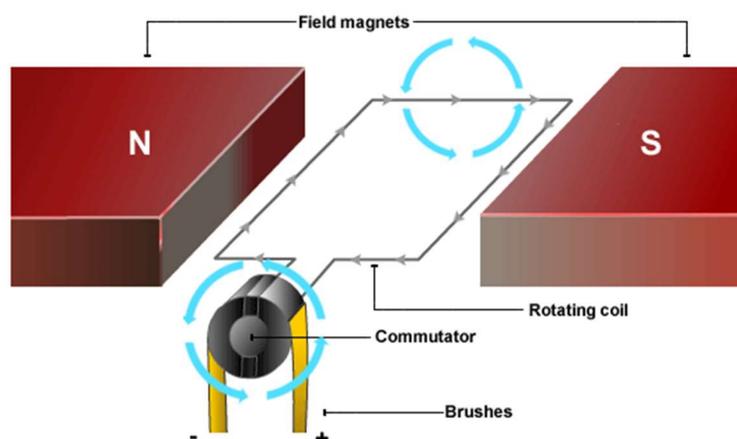


Figura 49 - Funcionamento do motor

Fonte: <http://www.bbc.co.uk>

Fonte: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/maquinas/engrenagem/>

### 3- PARA QUE SERVE AS ENGENAGENS?

Os motores que usaremos tem uma caixa de redução, responsável para aumentar o torque do motor aumentando assim a força do nosso motor, porém, diminuindo a sua velocidade, ela é formada por um sistema de engrenagens, mas afinal, para que serve essas engrenagens? O texto em destaque abaixo foi retirado do site <http://efisica.if.usp.br> e explica o funcionamento de um motor com caixa de redução:

*As engrenagens são máquinas simples voltadas para a redução ou para o aumento da velocidade angular da rotação, de um determinado dispositivo, ou alterar sua direção.*

*Grosso modo, uma engrenagem é um conjunto de rodas dentadas que se acoplam de alguma maneira.*

*A justificativa mais comum para a utilização das engrenagens é que nem sempre um dispositivo (uma máquina, por exemplo) tem sua velocidade adequada para funcionamento*

igual àquele do dispositivo que o colocou em movimento (um motor, por exemplo). Digamos que um motor, impulsionado por um conjunto de pistões, coloque um virabrequim para funcionar com uma velocidade de rotação de 1000rpm, mas a máquina que ele pretende acionar só funciona bem se acionada a 250rpm.

Para reduzir a velocidade angular por um fator 4, basta acoplarmos as engrenagens de maneira tal que, enquanto um dá 4 voltas, a outra dê apenas uma volta. Isso se consegue fazendo com que uma das rodas tenha quatro vezes mais dentes do que a outra.

Usualmente, construímos um sistema de duas engrenagens formando um conjunto único. Pode-se, assim, transmitir a energia proporcional provida por um motor para uma máquina. Às vezes, no entanto, não é conveniente ter-se as engrenagens ligadas entre si diretamente. Nesse caso, pode-se fazer uso de correntes ou correias.

Disponível em Fonte: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/maquinas/engrenagem/>  
Último acesso em 10 de outubro de 2017

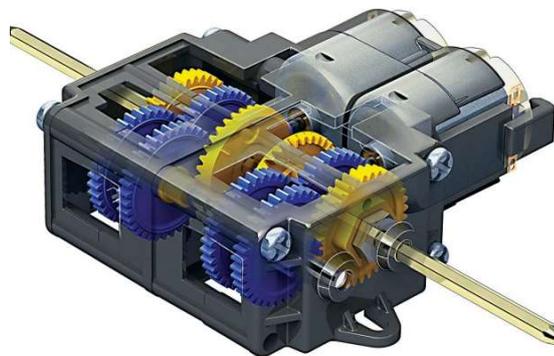


Figura 50- Motor com engrenagens  
Fonte: <http://lghhttp.57222.nexcesscdn.net/>

#### 4. FUNCIONAMENTO DE UMA PONTE H

Corrente máxima para os motores: 2A;

Potência máxima: 25W;

Tensão lógica: 5V;

Corrente lógica: 0-36mA;

Dimensões: 43x43x27 mm

Peso: 30g.

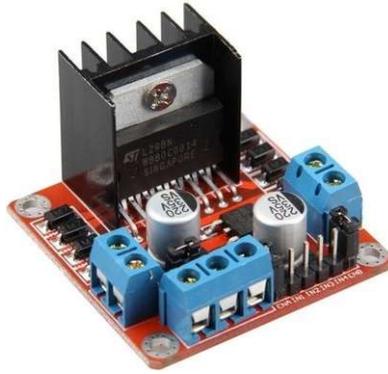


Figura 51- Módulo Ponte H para Arduino  
 Fonte: <http://s3.amazonaws.com>

Como já sabemos as portas do Arduino não suporta uma corrente alta (apenas 40 mA) e sem contar que também temos que em certos tipos de movimento do nosso robô inverter as polaridades do motor para que os sentidos de certa roda invertam sua rotação, como também temos que aprender a controlar a velocidade de rotação das rodas, então, para controlar tudo isso devemos usar em nosso robô um módulo Ponte\_H\_L298N do Arduino. A figura abaixo descreve as funcionalidades de cada porta.

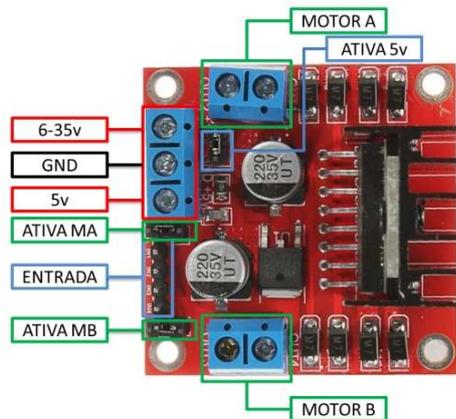


Figura 52- Conexões do modulo ponte H  
 Fonte: <http://blog.filipeflop.com/>

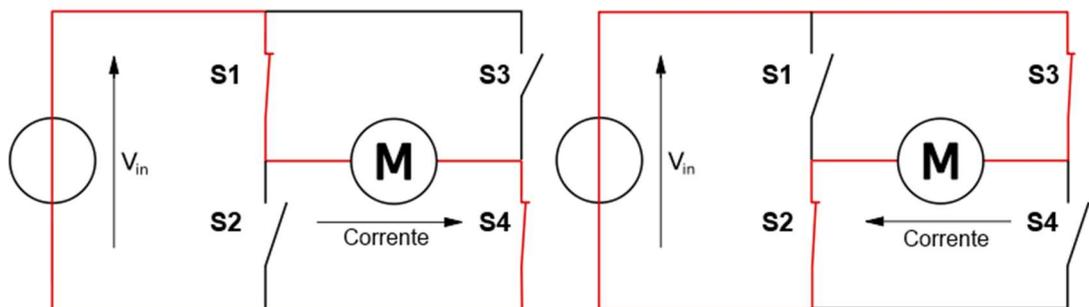


Figura 53- Funcionamento de uma ponte H  
 Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

- **Motor A e Motor B:** Conectores para os dois motores
- **6-35V:** Porta para alimentação da placa com tensão entre 6 a 35V.
- **Ativa 5V:** Quando jumpeado, a placa utilizará o regulador de tensão integrado para fornecer 5v (na porta 5v) quando a porta 6-35V estiver sendo alimentada por uma tensão entre 6 e 35V. Neste caso, não se deve alimentar a porta 5V pois pode danificar os componentes. A tensão fornecida na porta 5V pode ser usada para alimentar o Arduino, por exemplo.
- **5v:** Em casos de não haver fonte de alimentação com mais de 6V podemos alimentar a placa com 5V por esta porta.
- **Ativa MA:** Quando jumpeado aciona o motor A com velocidade máxima. Para controlar a velocidade do motor A basta remover o jumper e alimentar o pino com uma tensão entre 0 e 5v, onde 0V é a velocidade mínima (parado) e 5V a velocidade máxima.
- **Ativa MB:** Quando jumpeado aciona o motor B com velocidade máxima. Para controlar a velocidade do motor B basta remover o jumper e alimentar o pino com uma tensão entre 0 e 5v, onde 0V é a velocidade mínima (parado) e 5V a velocidade máxima.
- **IN1 e IN2:** são utilizados para controlar o sentido do motor A;
- **IN3 e IN4:** são utilizados para controlar o sentido do motor B;

Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-1298n-arduino/>

## 5. CONTROLANDO MOTORES NO ARDUINO

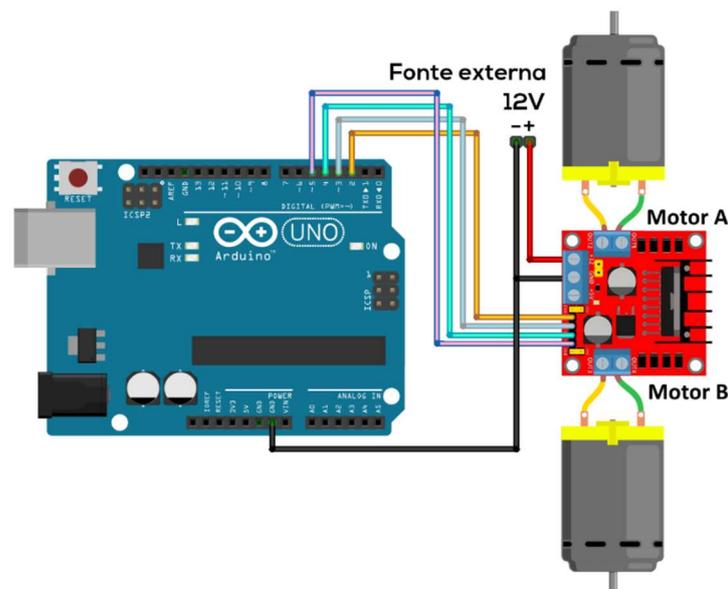


Figura 54- Ligando motores no Arduino  
Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/>

```

/*Pinagem do arduino*/
//motor A
int IN1 = 2 ;
int IN2 = 3 ;

//motor B
int IN3 = 4 ;
int IN4 = 5 ;

//Inicializa Pinos
void setup(){
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);
  pinMode(IN4,OUTPUT);
}

void loop(){

  /*Inicio dos Estados do motor A*/

  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  delay(5000);

  //Freia Motor
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);

  //Sentido Anti-Horario
  digitalWrite(IN1,LOW);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);

  //Freia Motor
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);
  /*Fim dos Estados do motor A*/

  /*Inicio dos Estados do motor B*/

  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN3,HIGH);
  digitalWrite(IN4,LOW);
  delay(5000);

```

```

//Freia Motor
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);

//Sentido Anti-Horario
digitalWrite(IN3,LOW);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);
//Freia Motor
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);
/*Fim dos Estados do motor B*/
}

```

Fonte do código: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-l298n-arduino/>

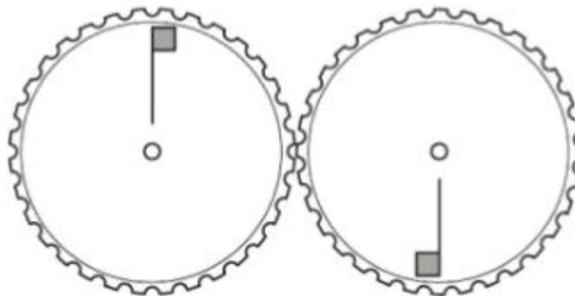
## 6. ATIVIDADE PRÁTICA

Utilizando os comandos do código descrito acima tente fazer um código com que o seu robô faça as seguintes atividades:

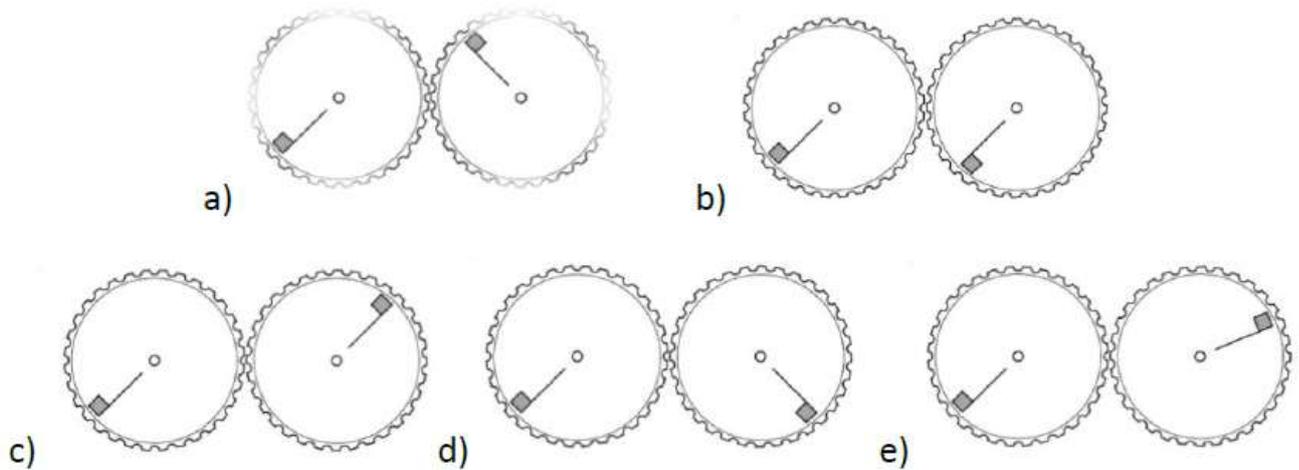
- Ande para frente durante 2 segundos, pare durante 1 segundo e volte em linha reta durante 2 segundos e pare novamente por um segundo.
- Faça um dos motores girarem para um lado e o outro girar para o outro lado ao mesmo tempo e veja o que acontece.

## 7. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

1. (OBR 2011) Em uma fábrica, um robô tinha a tarefa de encaixar e girar duas rodas dentadas iguais, cada uma com uma bandeirinha igual desenhada, como mostra a figura.



Ao final do dia sua bateria estava fraca e o robô apenas girou um pouco a roda da esquerda, quando parou totalmente. Qual das alternativas abaixo pode representar a posição final das rodas?



2. (OBR 2015) O sistema de alimentação de um robô é constituído por 2 conjuntos de 4 pilhas AA recarregáveis. Cada pilha tem capacidade de 1,2V / 800mAh. Sabe-se que um dos conjuntos é de uso exclusivo dos motores. O robô possui 2 motores que consomem, cada um, 300mA. O microcontrolador e o conjunto de sensores consomem 400 mA.

Qual a autonomia prevista para o robô se deslocar em linha reta?

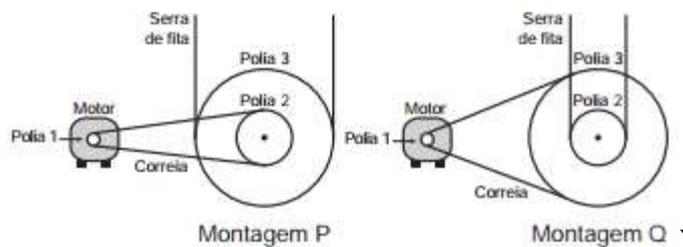
- a. ( ) 2 horas.
- b. ( ) 30 minutos.
- c. ( ) 1 hora.
- d. ( ) 80 minutos.
- e. ( ) 68 minutos

3. (OBR 2016) Os motores de drones, como o da figura abaixo, normalmente são indicados pelo fabricante com uma medida chamada de KV (não confundir com quilovolt). Essa medida indica a quantidade de Rotações por Minuto (RPM) que o motor pode fazer por volt ou seja, RPM/volt. Por exemplo, um motor com 950 KV, se submetido a 1 volt, girará 950 vezes em um minuto. Suponha que você tenha adquirido um motor de 1200 KV, com resistência interna informada pelo fabricante igual a 2 Ohms. Ao submeter esse motor a uma corrente com intensidade de 5,5 Amperes, qual será quantidade de RPM deste motor?

- a. 6600 RPM.

- b. 13200 RPM.
- c. 12000 RPM.
- d. 109 RPM.
- e. 24000 RPM .

4. (ENEM 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- A) Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B) Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C) P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D) P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E) Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 03, São Paulo, 2013.

GUIMARÃES, F. A. Desenvolvimento de Robô Móvel Utilizando para a Exploração de Ambientes Hostis –

<http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-1298n-arduino/> Último acesso em outubro de 2017

<http://motoreseltricos-fsica.blogspot.com.br/> Último acesso em outubro de 2017

## ATIVIDADE 06 – O QUE É UM MOVIMENTO CURVO? (APRENDENDO A MOVIMENTAR O ROBÔ)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Características físicas de um movimento circular
- Diferença entre velocidade escalar e velocidade angular.
- Comparar velocidades em engrenagens (ou polias);
- Relacionar as frequências de uma polia;
- Comparar velocidade linear e angular em função do raio de uma engrenagem.
- Movimentos de translação e de rotação
- Fazendo o robô girar sobre o próprio eixo
- Fazendo diferentes curvas

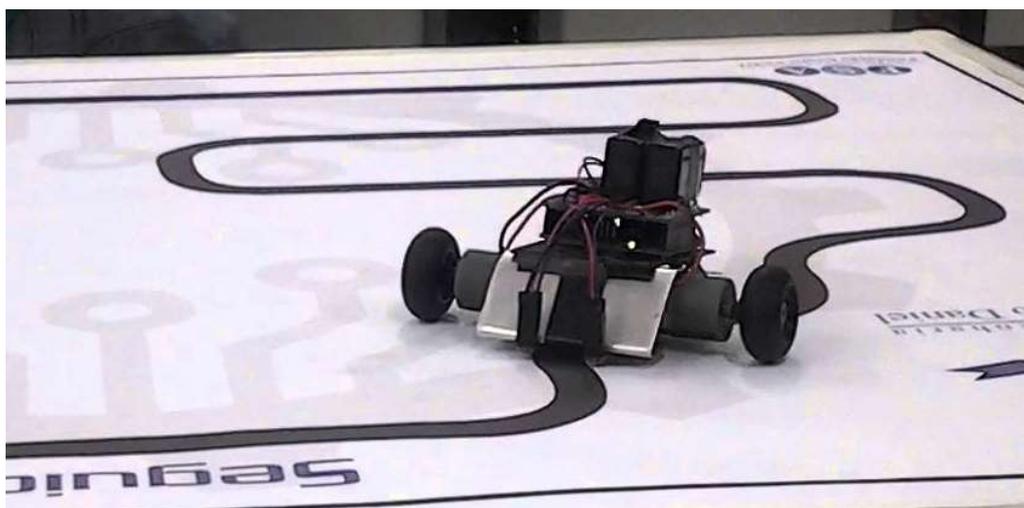


Figura 55: seguidor de linha  
Fonte: <https://i.ytimg.com/>

Na atividade passada estudamos e aprendemos como funcionam os motores elétricos e vimos como utilizá-lo na Arduino, utilizamos também a ponte H e compreendemos sua utilização eletronicamente e com a utilização das portas PWM para controlar a velocidade desses motores. Nessa aula aprenderemos a dar os primeiros movimentos do robô, para isso é necessário fazer a montagem das rodas juntamente com o chassi, a ponte H e o Arduino, aprenderemos como controlar o robô para fazer determinados movimentos previamente programados e assim como fazer diferentes formas de curvas. Para isso será necessária

alguma compreensão sobre os movimentos circulares, ao final dessa aula você será capaz de produzir diferentes formas de movimento. Bons estudos!

## 1- O QUE É O MOVIMENTO CIRCULAR?



Figura 56- Roda gigante  
Fonte: <https://www.estudopratico.com>.

Na natureza encontramos muitas situações onde ocorre um tipo de movimento que definimos como movimento circular, no parque de diversão temos diversas situações onde nos encontramos no movimento circular, nosso robô terá que além de seguir uma linha reta deve também fazer diferentes tipos de curvas, mas afinal o que seria o movimento circular e quais as suas características básicas? E como isso é importante para aprendermos a movimentar nosso robô?

Para um estudo mais simplificado vamos aprender sobre o Movimento Circular e Uniforme, que é o movimento com trajetória circular que percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, e nela temos dois tipos de velocidades que veremos mais adiante. Outra característica dos movimentos circulares é a presença de uma força sempre em direção ao centro da trajetória circular chamada de aceleração centrípeta, que no caso no MCU tem valor constante em módulo,

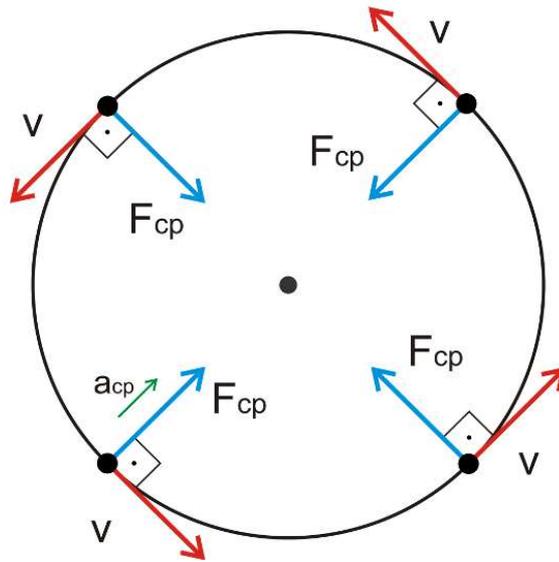


Figura 57- Movimento Circular Uniforme  
 Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

## 2-DIFERENÇA ENTRE VELOCIDADE ESCALAR E VELOCIDADE ANGULAR

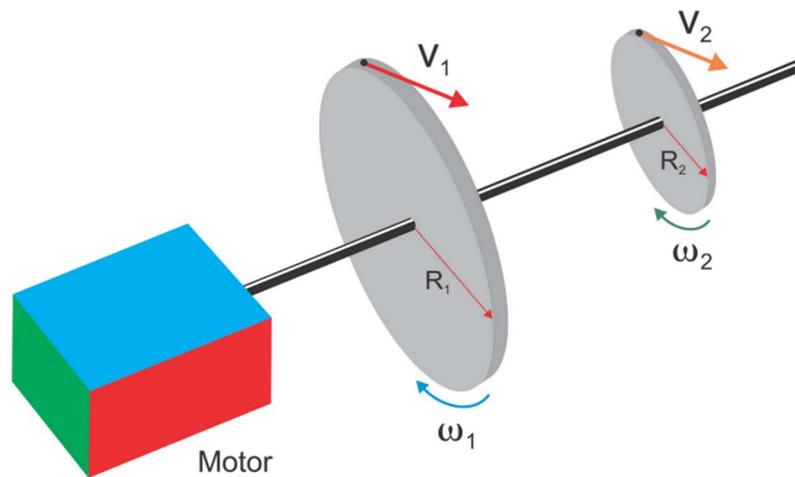


Figura 58- Velocidade escalar e angular  
 Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

Para melhor entendermos o movimento circular temos que inicialmente diferenciar os dois tipos de velocidade presente nesse tipo de movimento, a figura acima destaca esses dois tipos de velocidade, em um movimento circular uniforme o vetor velocidade escalar é sempre tangencial a trajetória do movimento, assim, a direção do vetor velocidade sempre muda a sua orientação apesar do módulo dessa velocidade ser sempre constante, nos dois discos da figura a velocidade escalar é a mesma apesar do diâmetro dos discos serem diferentes. Já a velocidade

angular é a taxa com que o arco do círculo é alterado em relação ao tempo, por isso ela depende do raio da circunferência, observe a figura:

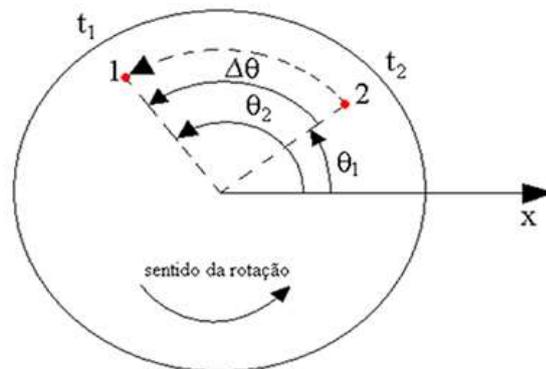


Figura 59- velocidade angular  
Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br>

Assim, na figura com os dois discos (numerar as figuras) apesar da velocidade escalar das duas serem exatamente a mesma, a velocidade angular é diferente já que os diâmetros delas são diferentes, vale ressaltar que a velocidade angular é inversamente proporcional ao raio nessa situação, assim, quanto maior a roda menor será a velocidade angular.

### 3- FREQUÊNCIA E PERÍODO

Outra característica do movimento circular é a frequência e período, a frequência nada mais é do a repetição do movimento, no motor ou nas rodas do nosso robô essa frequência está relacionada com a quantidade de repetições que a roda faz (uma circunferência completa) em um certo intervalo de tempo, assim, quando a roda do nosso robô girar mais vezes em um certo intervalo de tempo ele terá uma maior frequência, e quanto menos vezes nesse mesmo intervalo de tempo teremos uma frequência menor.

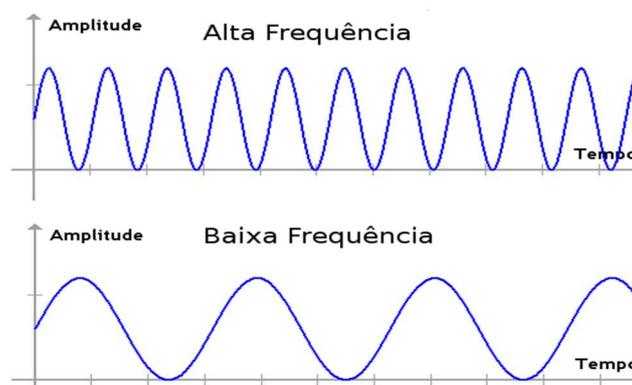


Figura 60- frequência e período  
Fonte: <https://anasaors1.files.wordpress.com>

O período é o tempo que cada oscilação demora, no nosso caso, é o tempo para que a roda dê um giro completo, assim, ela corresponde ao inverso da frequência, quando maior o tempo para girar completamente a roda de nosso robô, menor será a sua frequência, enquanto quanto menor o tempo do giro completo da roda maior é a frequência.

#### 4- FAZENDO O ROBÔ GIRAR E FAZER CURVAS

Então como fazer nosso robô fazer curvas? Na atividade passada aprendemos a utilizar a ponte H para controlar os motores, porém, a atividade anterior teve o desafio apenas de locomover o nosso robô em linha reta, com os conhecimentos que aprendemos nessa atividade somos agora capazes de fazer essas curvas.

Existe duas maneiras de girar o nosso robô, podemos inicialmente fazer com que ele gire no próprio eixo, para isso, devemos inicialmente com a mesma montagem da aula passada faz com que as rodas girem em sentidos opostos, porém com o módulo da frequência seja a mesma. Fazendo o pneu da direita girar no sentido horário e o pneu da esquerda girar no sentido anti-horário ao mesmo tempo e com a mesma frequência faremos com que o robô possa girar em seu próprio eixo com um giro para a esquerda, se quisermos inverter esse giro teremos que inverter o giro dos motores, tente fazer essa atividade na prática!

Porém alguns caminho teremos que fazer uma curva mais suave, já que no exemplo anterior nosso robô apesar de girar ele não sairá do lugar, para isso você deverá fazer com que a(s) roda(s) do lado direito ou esquerdo girem numa frequência maior do que a outra, para isso você deverá usar a ponte H juntamente com as portas PWM para poder aumentar ou diminuir a intensidade da potência em cada motor (aumentando ou diminuindo a sua frequência, e assim fazendo as curvas).

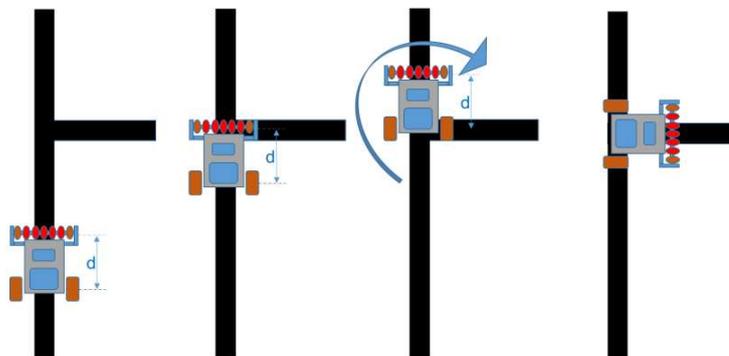


Figura 61- Robô fazendo curva  
Fonte: <https://mjrobot.files.wordpress.com>

## 5- USANDO AS PORTAS PWM

Com as portas PWM podemos controlar a intensidade da tensão de entrada nos motores e assim poder controlar a sua rotação (ou frequência), para isso peço que você dê uma relida no material introdutório que explica o funcionamento das portas PWM, o circuito é muito parecido com o da aula anterior, só que agora usaremos as portas PWM para controlar a velocidade de cada motor, fazendo diferentes curvas de velocidade, podendo fazer

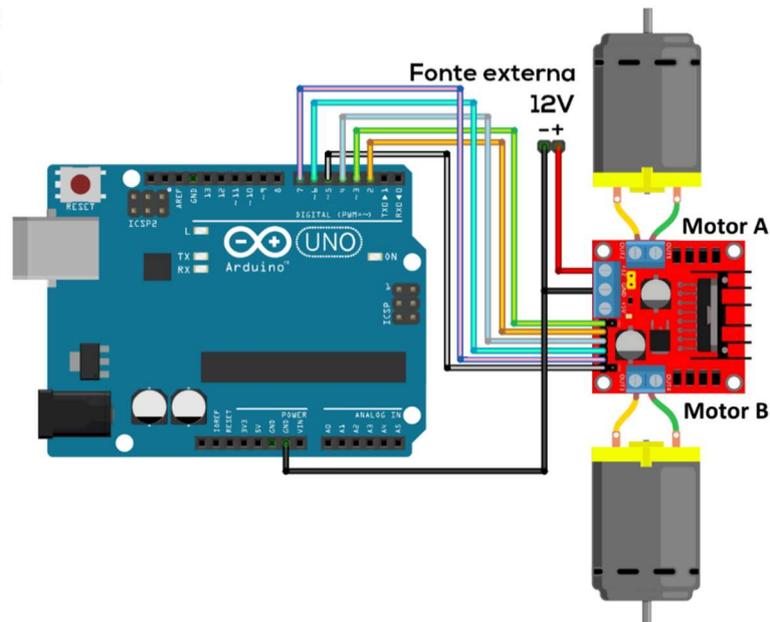


Figura 62- Controle de velocidade com a porta PWM  
Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br>

## CÓDIGO TESTE

```
/*Pinagem do arduino*/  
  
//motor A  
int IN1 = 2 ;  
int IN2 = 4 ;  
int velocidadeA = 3;  
  
//motor B  
int IN3 = 6 ;  
int IN4 = 7 ;  
int velocidadeB = 5;  
  
//variavel auxiliar
```

```

int velocidade = 0;
//Inicializa Pinos
void setup(){
pinMode(IN1,OUTPUT);
pinMode(IN2,OUTPUT);
pinMode(IN3,OUTPUT);
pinMode(IN4,OUTPUT);
pinMode(velocidadeA,OUTPUT);
pinMode(velocidadeB,OUTPUT);
}
void loop(){
/*Exemplo de velocidades no motor A*/
//Sentido Horário
digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,LOW);
//Alta
analogWrite(velocidadeA,230);
//Intermediaria
analogWrite(velocidadeA,150);
//Baixa
analogWrite(velocidadeA,80);
/*Exemplo de variação de velocidade no motor B*/
//Sentido Horário
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,LOW);
//velocidade de 0 a 255
while (velocidadeB < 255){
analogWrite(velocidadeB,velocidade);
velocidade = velocidade + 10;
delay(50);
}
//velocidade de 255 a 0
while (velocidadeB > 0){

```

```
analogWrite(velocidadeB,velocidade);  
velocidade = velocidade - 10;  
delay(50);  
}  
}
```

Fonte do código: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/ponte-h-l298n-controle-velocidade-motor/>

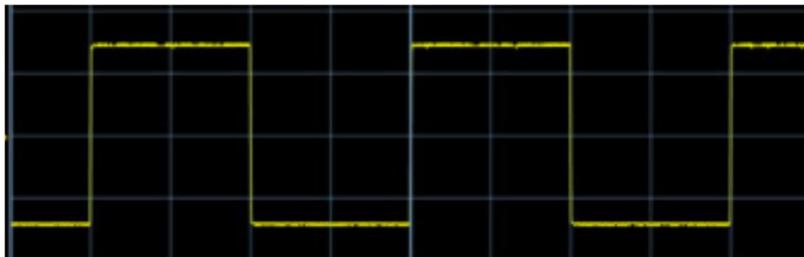
## 6- DESAFIO

Faça um programa onde o robô faça diferentes tipos de curvas, tanto no próprio eixo quanto curvas mais suaves mudando a intensidade da velocidade dos motores, esse conhecimento será de grande importância para o nosso objetivo final, utilize os códigos feitos nas aulas anteriores e não esqueça de salvar esses arquivos para as próximas atividades.

## 7. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

1. (OBR 2013) A onda quadrada representada na figura abaixo, é utilizada como clock em um circuito digital que opera em um robô manipulador. Sabendo que o período medido para esta onda é de 0,01 segundos, pode-se afirmar que sua frequência é de:

- a.  1 Hz
- b.  10 Hz
- c.  100 Hz
- d.  1 KHz
- e.  1 GHz

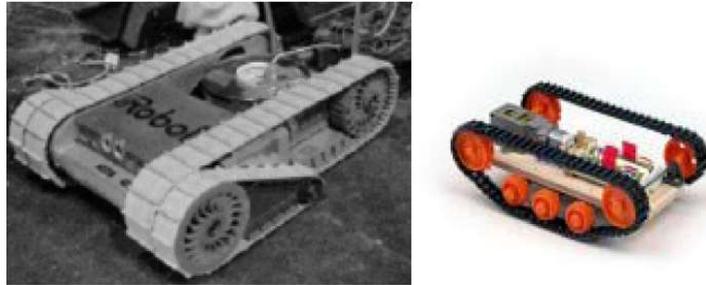


2. (OBR 2013) Deseja-se construir um robô com velocidade máxima de 31,4cm/s. Este robô é composto por dois motores com caixa de redução em uma configuração de acionamento diferencial. Nesta configuração, cada motor aciona uma roda e seus eixos são alinhados. Limitações de projeto exigem que o diâmetro das rodas seja 5cm. Calcule aproximadamente as rotações por minuto (RPM) no eixo após a caixa de redução para que o robô alcance a velocidade máxima desejada.

- a.  2 RPM
- b.  1884 RPM
- c.  120 RPM
- d.  31,4 RPM

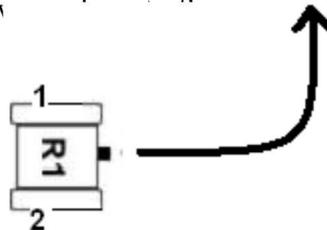
e. ( ) 60 RPM

3. (OBR 2007) Alguns robôs são equipados com “lagartas” ao invés de rodas. A lagarta é uma “esteira” que se acopla às rodas com a finalidade de aumentar a aderência ao solo e a tração, permitindo que o robô se desloque através de terrenos muito difíceis.



Imaginando um robô com duas lagartas que precisa fazer uma curva à esquerda, enquanto anda para a frente, como devemos mover as lagartas?

- a) Com mesma velocidade.
- (b) Com sentidos opostos.
- (c) 1 mais rápido que 2.
- (d) 2 mais rápido que 1.
- (e) Ele não pode virar à esquerda.



## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 01, São Paulo, 2013.

## ATIVIDADE 07 – VAMOS SUBIR UM PLANO INCLINADO? (ATRITO E PLANO INCLINADO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- O que é um Plano Inclinado;
- Identificar o ângulo referente a esta inclinação;
- Definir as Forças que agem num plano inclinado;
- Aprender a decomposição da Força Peso.
- Compreender a força de atrito;



Figura 63: plano inclinado

Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/x3kXdNuTCYM/hqdefault.jpg>

Na aula passada aprendemos como movimentar nosso robô seja em um movimento retilíneo como em um movimento circular de diversas maneiras distintas. Nessa aula teremos um novo desafio, nosso robô deverá subir em um plano inclinado, por isso, teremos que compreender as forças atuantes quando um corpo está sob um plano de inclinado como também compreender sobre a força de atrito que é fundamental para que nosso robô possa subir a rampa, ao final dessa atividade você deverá fazer com que o robô possa subir em um plano inclinado sob um ângulo de  $20^\circ$  graus e entenderá quais variáveis físicas devem ser observadas para conseguir atingir tal desafio. Bons estudos.

## 1. O QUE É UM PLNAO INCLINADO

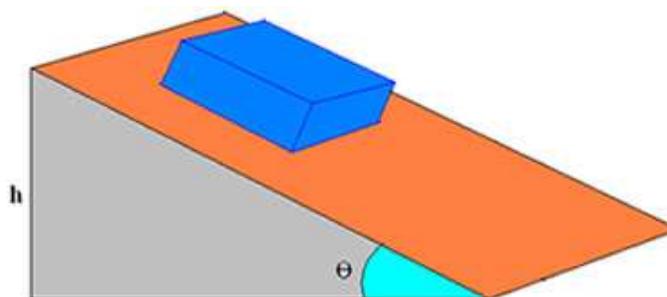


Figura 64- Plano inclinado

Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/>

Chamamos de plano inclinado uma superfície que possui um ângulo theta em relação com a uma superfície horizontal, quando colocamos um corpo sobre essa superfície, o corpo sofre duas forças distintas: a força peso que possui direção vertical e o sentido de cima para baixo que é provocada pela força gravitacional que a Terra exerce sobre o corpo e uma força normal que é uma força causada de contato causada pela reação da força de contato entre o corpo e o plano, onde a força normal é perpendicular à superfície que o corpo se encontra. Essas duas forças possuem direções diferentes e por isso não se anulam, portanto, possui uma resultante no eixo paralelo ao plano inclinado como mostra a figura abaixo:

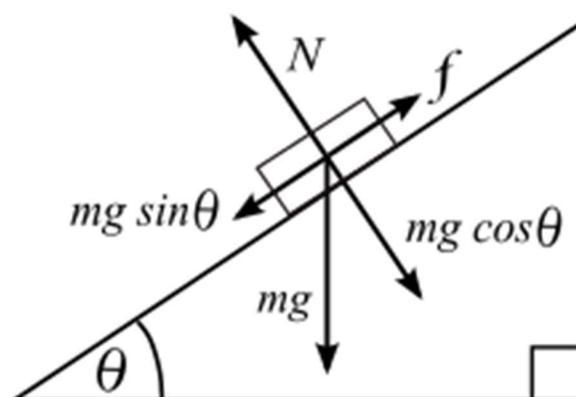


Figura 65- decomposição de forças do Plano inclinado

Fonte: <https://upload.wikimedia.org/>

Na figura descrita acima decomparamos o vetor Força Peso em dois eixos, de modo que a resultante das forças vai depender se o corpo possui ou não atrito, caso não possua atrito a resultante dessas forças será paralela ao plano inclinado e terá sentido para baixo do plano, porém, dependendo do atrito o corpo poderá ter força resultante nula.

## 2. FORÇA DE ATRITO



Figura 66- Força de atrito

Fonte: <http://malharbem.com.br/wp-content/uploads/2014/05/15.jpg>

O atrito está presente no nosso dia a dia, todos os corpos possuem um certo atrito quando está em contato com outro corpo, mas afinal o que é o atrito? Todos os corpos mesmo aparentemente lisos possuem algumas rugosidades em suas superfícies, assim, quando tentamos mover um objeto em contato com outro objeto forças de origem microscópicas de origem elétrica fazem com que o movimento seja “dificultado” ou seja, aparece uma força de oposição a esse movimento, essa força chamamos de força de atrito.

O simples ato de andar demonstra a utilização do atrito, para que possamos andar para frente é necessário que apliquemos uma força para trás através da força de atrito, em reação o chão faz uma força de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto (3ª lei de Newton- ação x reação) fazendo com que o nosso corpo se desloque para frente.

Assim, as leis newtonianas explicam como funciona as forças de atrito, mas afinal quais são as grandezas físicas que interferem no atrito?

## 3. ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Você já deve ter notado que a força que você deve aplicar para deixar um corpo em movimento é menor que a força aplicada para tirar o corpo do estado de repouso, isso se deve porque a força de atrito é diferente quando o corpo está em repouso e quando o corpo está em movimento.

Para colocar um corpo em movimento sobre uma superfície com atrito (veja figura abaixo) você deve superar a força de atrito estático (atrito estático ocorre somente quando o corpo está em repouso), já sabemos pelas Leis de Newton que quando um corpo está em repouso ele se encontra em estado de inércia e que portanto a soma das forças devem ser nulas,

assim, quando aplicamos uma força  $F$  paralela à superfície e esse corpo não entra em movimento é a força de atrito estática que faz com que a força seja nula, porém, a força de atrito estática possui um valor máximo, que ao ser atingida o corpo passa então a entrar em movimento, essa força limite é calculada pela função  $F_{ate} = \mu \cdot N$ , onde  $\mu$  representa o coeficiente de atrito estático que está relacionada com a rugosidade entre as superfícies em contato e  $N$  representa a força normal exercida entre os corpos.



Figura 67- Força de atrito composição  
 Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/>

Quando o corpo está em movimento o atrito é diferente (menor que a força de atrito estático), ela também depende do tipo de material de contato mas ela possui um valor diferente que chamamos de coeficiente de atrito cinético ( $\mu_c$ ) e da força normal ( $N$ ) obedecendo a função  $F_{at} = \mu_c \cdot N$ . Dependendo do tipo do movimento temos as somatórias das forças nulas ou não, se o movimento for retilíneo e uniforme temos o corpo em estado de inércia e que por isso a somatória das forças é nula de acordo com a 1ª Lei de Newton, caso o movimento seja variado a somatória dessas forças será diferente de zero já que o corpo apresentará uma aceleração.

Já aprendemos que a força de atrito depende do material de que é feito às superfícies que estão em contato e da força normal entre essas superfícies, assim, para o nosso desafio precisaremos analisar essas duas situações para que nosso robô possa vender o plano inclinado, observe a figura:

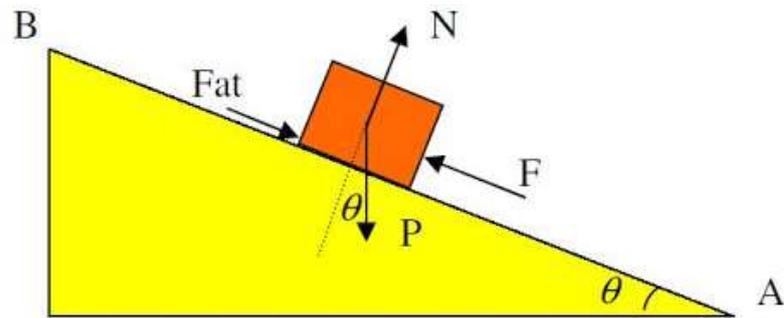


Figura 68- Plano Inclinado  
 Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

Deste modo, para que o bloco da figura acima possa subir do ponto A para o ponto B temos aplicando uma força F (veja figura) essa força deve ser maior que a força de atrito  $F_{at}$  que está em oposição a esse movimento. Além do coeficiente de atrito cinético ( $\mu_c$ ) a força de atrito também depende da força normal entre o bloco e o plano inclinado, em que nessa situação tem valor menor que

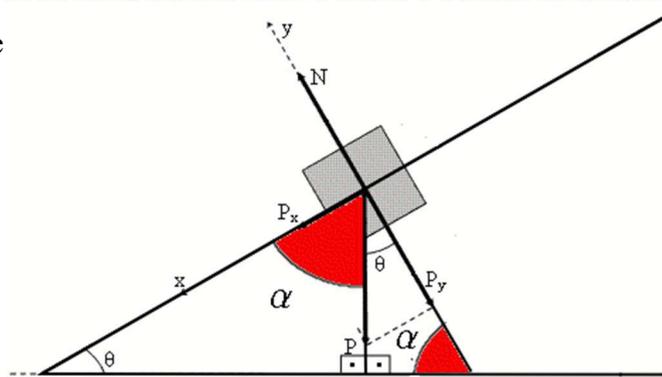


Figura 69 decomposição da força peso  
 Fonte: <http://souloucoporfisica.blogspot.com.br/>

Observando a figura acima observamos que a força normal tem módulo igual a força  $P_y$  que pode ser calculada pela função  $P_y = N = m \cdot g \cdot \cos\theta$ , assim, a força de atrito pode ser calculada por  $F_{at} = \mu \cdot (m \cdot g \cdot \cos\theta)$ , percebemos pela função que a força de atrito é diretamente proporcional ao cosseno do ângulo de inclinação porém, além da força de atrito também temos a componente  $P_x$  que corresponde a componente paralela do plano inclinado quem também está em oposição ao movimento, ela é calculada pela função  $P_x = m \cdot g \cdot \sin\theta$ , então a força de oposição total do movimento ascendente é dada por  $F_R = P_x + F_{at}$ , ambas depende da ângulo de inclinação do plano. Na prática dessa atividade você perceberá que quanto maior for o ângulo maior será a dificuldade de subida devido a essa componente  $P_x$  e também da força de atrito.

Já aprendemos que a força que irá empurrar o nosso robô para o ponto ascendente da rampa deve-se a reação da força de atrito que as rodas devem fazer com a superfície, assim, o

tipo de material das rodas do robô que está relacionada com o coeficiente de atrito e o peso do robô que está será também responsável pelas componentes da força peso (tanto  $P_x$  quanto  $P_y$ ) devem ser cuidadosamente estudados para que nosso robô suba a rampa. A força que vai fazer o robô subir está relacionada com a potência do motor, assim, para conseguir subir temos que escolher rodas com materiais emborrachados para um melhor atrito e também você deve fazer com que o robô seja o mais leve possível para diminuir a componente da força peso  $P_x$  e assim conseguir subir a rampa. Lembre-se também que quanto maior o ângulo de inclinação maior vai ser a dificuldade de subir a rampa.



Figura 70- Roda robô  
Fonte: Próprio autor

#### 4. ATIVIDADE PRÁTICA

Nessa atividade você deve estar com o robô pronto de acordo com a aula anterior, iremos testar nosso robô sobre o plano inclinado. Para isso você precisará além do robô você deverá fazer um plano inclinado de madeira ou outra superfície qualquer, mas que não seja muito lisa já que precisamos da reação provocada pela força de atrito das rodas e também de um transferidor para medir os ângulos de inclinação.

Faça um programa que mova seu robô com potência máxima (no nosso caso como os motores possuem tensão máxima de 9V utilize nas portas PWM um valor correspondente à essa tensão, lembre-se que as portas PWM recebem valor lógico entre 0 e 256 utilizando para isso a função `analogWrite(valor lógico)` no código do Arduino, e veja qual o ângulo máximo que seu robô consegue subir a rampa, aproveite também e anote o tempo de subida para diferentes ângulos.

Em seguida, aumente a força peso do robô (coloque algum objeto em cima dele de massa conhecida) e veja o que acontece com o tempo de subida e veja o que ocorre também com a força de atrito.

Discuta os resultados dessa atividade com sua equipe e com o professor, esses dados são muito importantes se você pretende futuramente participar de uma competição de robótica como a Olimpíada Brasileira de Robótica.

### EXEMPLO DE CÓDIGO:

```
int ENA=9; // pino da energia do motor do lado direito- PWM
int INA=12; // gira o motor A no sentido horário
int INB=11; // gira o motor a no sentido anti- horário

int ENB=6; // pino da energia do motor do lado direito- PWM
int INC=8; // gira o motor B no sentido horário
int IND= 7; // gira o motor B no sentido anti- horário

void setup(){

pinMode(ENA,OUTPUT); // ENA MOTOR A PWM
pinMode(INA,OUTPUT); // iNA
pinMode(INB,OUTPUT); //iNB

pinMode(ENB,OUTPUT); // MOTOR b PWM
pinMode(INC,OUTPUT); //iNC
pinMode(IND,OUTPUT); //iND
}

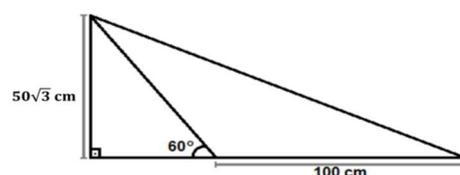
void loop(){
analogWrite(ENA,250); // energia do motor A
analogWrite(ENB,250); // energia do motor B
digitalWrite(INA,1); // do motor A //
digitalWrite(INC,1); // do motor A

}
```

*Fonte do código: Próprio autor*

## 5. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

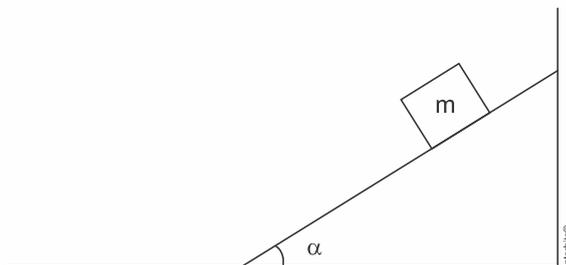
1. (OBR 2015) Em uma das etapas da Modalidade Prática da OBR, o robô de sua equipe, pesando 3 Kg, precisa subir uma rampa como a esquematizada na figura.



Qual a força mínima que os motores deverão desenvolver para que o robô realize esta tarefa? (Considere a aceleração da gravidade como sendo  $10 \text{ m/s}^2$ ).

- a. ( ) 10 N.
- b. ( ) 15 N.
- c. ( ) 20 N.
- d. ( ) 25 N.
- e. ( ) 30 N.

Na figura abaixo, um bloco de massa  $m$  é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo  $\alpha$  com a direção horizontal. Considere  $g$  o módulo da aceleração da gravidade.



2. (Ufrgs 2016) Nessa situação, os módulos da força peso do bloco e da força normal sobre o bloco valem, respectivamente,

- a)  $mg$  e  $mg$ .
- b)  $mg$  e  $mg \sin \alpha$ .
- c)  $mg$  e  $mg \cos \alpha$ .
- d)  $mg \sin \alpha$  e  $mg$ .
- e)  $mg \cos \alpha$  e  $mg \sin \alpha$ .

3. (Ufrgs 2016) O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a

- a)  $mg \cos \alpha$ .
- b)  $mg \sin \alpha$ .
- c)  $mg \tan \alpha$ .
- d)  $mg$ .
- e) zero.

04. (UNIFOR) Um bloco de massa  $20 \text{ kg}$  é puxado horizontalmente por um barbante. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano horizontal de apoio é  $0,25$ . Adota-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sabendo que o bloco tem aceleração de módulo igual a  $2,0 \text{ m/s}^2$ , concluímos que a força de atração no barbante tem intensidade igual a:

- a) 40N
- b) 50N
- c) 60N
- d) 70N
- e) 90N

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017
- BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física volume 1: mecânica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico: movimento, força e astronomia: volume 1. São Paulo: FTD, 2010.
- GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 01, São Paulo, 2013.
- RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. Os fundamentos da física: volume 1: mecânica. 9.ed. São Paulo: Moderna, 2007

## ATIVIDADE 08– ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA QUE DESVIA DE OBSTÁCULOS

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Relacionar os fenômenos físicos durante a construção do robô;
- Compreender sobre calibração e medição de valores na prática.
- Utilizar todos os conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores para a produção de um robô seguidor de linha que desvia de obstáculos.



Figura 71: robô seguidor de linha  
Fonte: Próprio autor

Tivemos um longo caminho para chegar até aqui não é mesmo? Essa será nossa última aula do nosso projeto, teremos que utilizar todos os nossos conhecimentos das aulas anteriores para conseguir nosso objetivo final, ao final dessa atividade você deverá ser capaz de criar um robô seguidor de linha autônomo, ou seja, seu robô deverá percorrer qualquer trajetória descrita por um fita preta, assim, teremos que juntar todos os nossos conhecimentos para a realização dessa atividade, tanto nos conhecimentos de Física quanto seus conhecimentos de programação e eletrônica básica, assim, sugiro que você faça essa atividade com todos os integrantes de seu grupo já que durante a execução dessa atividade é comum surgirem alguns “imprevistos” tais como erros na programação ou na montagem do seu robô. Daremos aqui uma sugestão de montagem e programação, porém, a calibração dos sensores e programação dependerá muito

de como você ajustou os sensores, motores e como foi criado o seu circuito. No final dessa aula uma ótima sugestão seria um minicampeonato de robô seguidor de linha junto com seus amigos, a ideia é estimular e aprender junto com seus outros colegas. Boa sorte!

## 1- TESTE DOS SENSORES DE REFLETÂNCIA

Nas atividades passadas você deve se lembrar que aprendemos a utilizar o sensor de refletância, para que nosso robô possa identificar quando uma linha é preta ou branca ele deve usar esses sensores para reconhecer o caminho a ser percorrido, assim, é importante calibrar esses sensores de modo que eles possam fazer aproximadamente os mesmos valores quando estiverem sob a mesma cor a ser lida, assim, o primeiro passo é a fazer um teste de cada sensor individualmente, para isso monte o circuito da atividade 03 ( O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? (APRENDENDO A USAR PORTAS DIGITAIS E ANALÓGICAS NO ARDUINO COM O SENSOR DE REFLETÂNCIA) só que precisaremos que o Arduino mostre os valores lidos da porta analógica, assim o teremos o código:

```
int pinoSensor = A0;
int valorSensor = 0;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  valorSensor = analogRead(pinoSensor);
  Serial.println(valorSensor);
  delay(500);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

O código acima irá mostrar o valor lido pela porta que terá um valor entre 0 a 1023, dependendo da cor refletida na superfície, em cima do módulo sensor TCR5000 temos um potenciômetro que é responsável para fazer o divisor de tensão, nele temos um parafuso que serve para mudar a resistência e assim fazer um calibragem do sensor, gire esse parafuso para conseguir uma melhor captação do sensor, iremos utilizar dois sensores para detectar a linha, por isso, procure fazer com que os dois sensores fiquem aproximadamente com a mesma calibração. (Faça vários testes até conseguir uma calibração melhor, para isso utilize superfícies

brancas e pretas opacas e não reflexivas a uma distância aproximada que você utilizara no seu robô.



Figura 72 – Potenciômetro do sensor de refletância  
Fonte: <https://www.dhresource.com/>

Coloque os dois sensores no robô, sob uma mesma distância da superfície que ele irá percorrer, mas lembre-se de colocar em uma distância que os sensores possam captar melhor a superfície (entre 0,5 a 1,5 cm) e faça agora um teste com os dois sensores ao mesmo tempo e veja na IDE do Arduino os valores lidos, observe o código abaixo:

```
int pinoSensorA = A0;
int pinoSensorB = A1;

int valorSensorA = 0;
int valorSensorB = 0;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  valorSensorA = analogRead(pinoSensorA);
  valorSensorB = analogRead(pinoSensorB);
  Serial.print(" Sensor A= "); Serial.print(valorSensorA);
  Serial.print("    ");
  Serial.print(" Sensor B= "); Serial.println(valorSensorB);
  delay(500);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

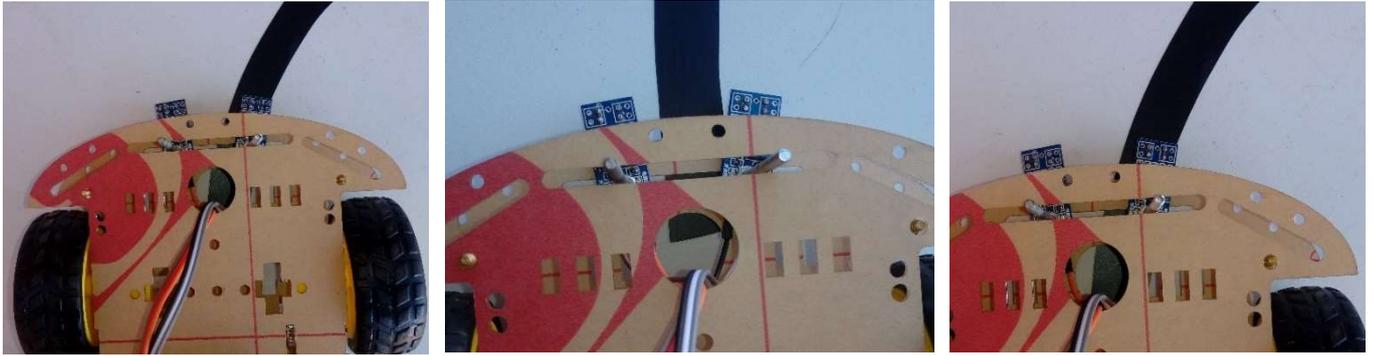


Figura 73- reconhecimento de linha preta  
 Fonte: Próprio autor

Teremos agora que dizer para nosso robô como o que fazer em determinadas situações, para uma melhor compreensão vamos separar as possibilidades:

**1º Possibilidade: A LINHA PRETA ESTÁ EM LINHA RETA**

Nessa situação os dois sensores vão mostrar o mesmo valor (que no caso o valor será o lido o correspondente na cor branca que vai depender da calibração dos sensores), então nosso robô deverá permanecer em linha reta, assim, utilizando o que aprendemos na atividade 06 teremos que fazer com que as rodas girem no mesmo sentido e sob a mesma velocidade (ou mesma frequência), assim teremos uma função:

```
frente(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("para frente");
digitalWrite(INA,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(INC,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                    // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO.
digitalWrite(INA,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(INC,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

## 2º POSSIBILIDADE: GIRO PARA A DIREITA

Nessa situação o sensor da direita vai está sob a linha preta e o sensor da esquerda não, por isso devemos fazer com que o robô faça uma curva para a direita, faremos com que a roda da direita gire no sentido contrário para que o robô gire para a direita, faremos uma função giro\_direita:

```
giro_direita(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("GIRO DIREITA");
digitalWrite(INA,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(IND,1);             // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                   //TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO,
digitalWrite(INA,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(IND,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

## 3º POSSIBILIDADE: GIRO PARA A ESQUERDA

Situação contrária da situação anterior, então teremos:

```
giro_esquerda(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("GIRO ESQUERDA");
digitalWrite(INB,1);             // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(INC,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                   // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO
digitalWrite(INB,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(INC,0);
```

```
}
```

#### 4º POSSIBILIDADE: OS DOIS SENSORES ESTÃO NA LINHA PRETA

Nessa situação os dois sensores os dois sensores estão na linha preta, portanto, ele deve ter saído da pista, assim, se não programamos nada nessa situação o robô simplesmente irá parar, como não queremos isso, vamos programar ele para ir para trás para que ele ache novamente o caminho da linha, teremos a função para trás:

```
para_tras(){
analogWrite(ENA,200);          // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);          // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("para trás");
digitalWrite(INB,1);           // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(IND,1);           // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                  // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO QUE IRA PRA TRÁS,
digitalWrite(INB,0);           // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(IND,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

Agora utilizaremos a função IF para que ele possa percorrer qualquer caminho da linha preta, teremos, portanto:

```
if( (valorSensorA< corte) & (valorSensorB < corte) ) frente();
if( (valorSensorA< corte) & (valorSensorB >corte) ) giro_direita();
if( (valorSensorA> corte) & (valorSensorB < corte) ) giro_esquerda();
if( (valorSensorA> corte) & (valorSensorB > corte) ) para tras();
```

A variável corte é um valor intermediário para saber quando é preto ou branco, isso vai depender da calibração dos sensores, para teste sugiro usar um valor intermediário, no caso 500, e deve ser declarado fora do função setup().

Agora usaremos o sensor ultrassônico para detectar um obstáculo no meio do caminho e então nosso robô saia da linha e contorne o obstáculo voltando para o caminho da linha (esse

obstáculo deve estar somente quando o caminho for uma linha reta), assim, utilizando nossos conhecimentos da aula da Atividade 05, vamos fazer uma função obstáculo:

```
#include <Ultrasonic.h> //Carrega a biblioteca do sensor ultrassônico
#define pino_trigger 12 //Define os pinos para o trigger e echo
#define pino_echo 11
Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo); //Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
}
void loop()
{
  float cmMsec,
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  delay(100);
  if(cmMsec<15){
    giro_direita();
    frente();
    giro_esquerda();
    frente(); delay(100);
    giro_esquerda();
    frente();
    giro_direita();
  }
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

A lista de funções descrita acima faz com que o robô faça uma curva quando detecta um objeto a 15 cm dele, esse valor pode e deve ser alterado dependendo do tamanho do robô, para isso realize os testes.

Monte todo o robô e não esqueça de testar todos os sensores, fios e motores, abaixo tem algumas fotos da montagem de um robô que fiz alguns testes, você deverá montar o seu:

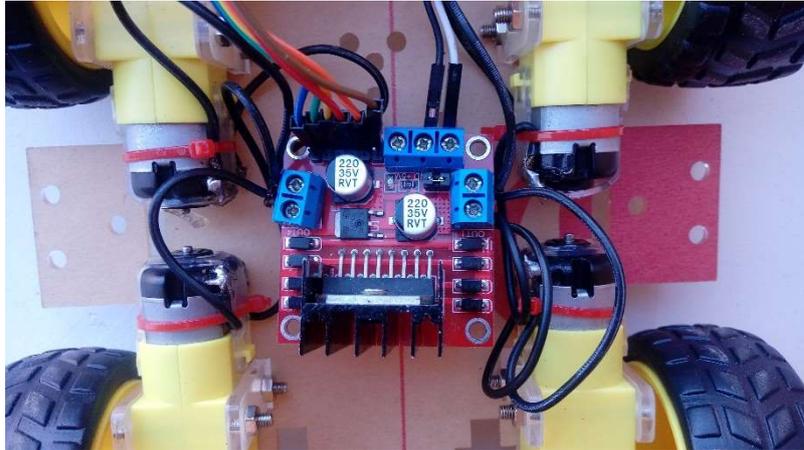


Figura 74- circuito ponte H  
Fonte: Próprio autor

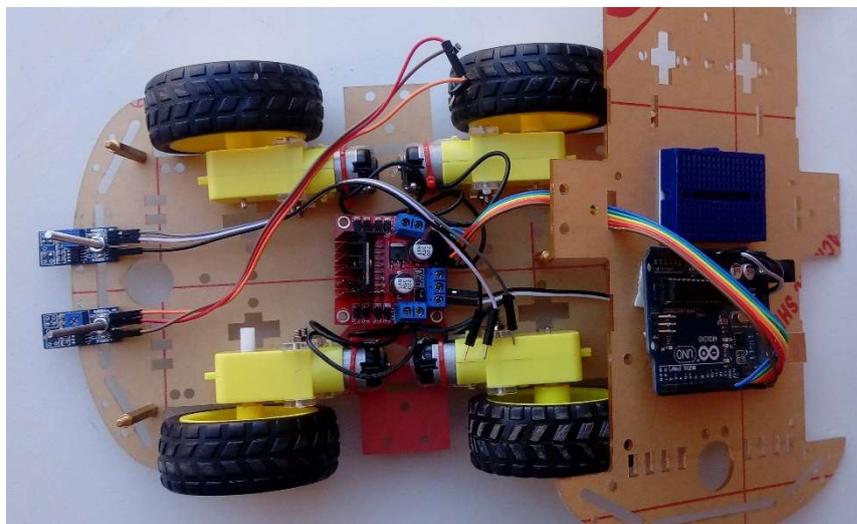


Figura 75- chassi  
Fonte: Próprio autor

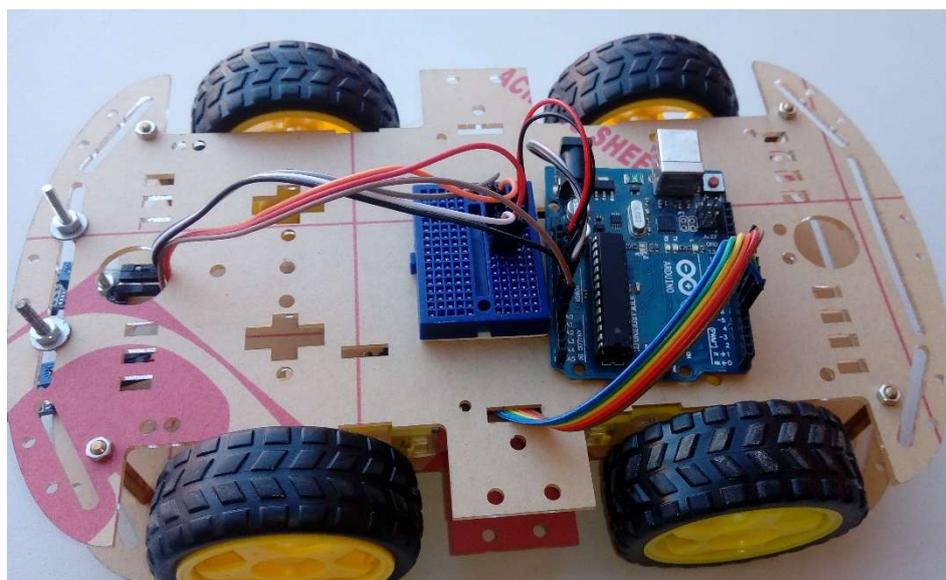


Figura 76- robô seguidor de linha  
Fonte: Próprio autor

## 6. ATIVIDADE PRÁTICA

Chegamos a nossa última atividade, vamos criar nosso robô seguidor de linha que desvia de obstáculos, você deverá ter condições de criar seu código usando dois sensores de refletância e um sensor ultrassônico, este é o modelo mais simples que você pode utilizar, como são apenas dois sensores a linha não pode ter curvas muito inclinadas, caso queira utilizar em competições você deverá usar 4 sensores, para isso terá que fazer algumas adaptações no código, mas o princípio é o mesmo.

Tente agora montar o seu próprio código com os exemplos descrito nessa aula, com um pouco de paciência (principalmente com muitos erros) você irá conseguir, pesquise alguns códigos na internet e nos livros indicados na Atividade 00, tenho certeza que será gratificante!

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percorremos um longo trajeto até aqui, mas tenho certeza que aprendemos muita coisa e que usar a robótica é um pouco trabalhoso, mas é muito divertido. Essas atividades são apenas um começo para o aprendizado da robótica, utilize outros materiais para aprimorar seus conhecimentos, pratique, pesquise, estude e acima de tudo ponha suas ideias e criatividade para o mundo, tenho certeza que com um pouco de esforço e dedicação você alcançará vários resultados e com certeza será gratificante. Este material não foi produzido por um expert na área (sou professor de Física) e críticas e/ou sugestões sempre serão bem vindas, espero também

ter contribuído para o aprendizado de Física e estimula-los para o estudo da ciência como um todo, bons estudos e bom trabalho, parabéns por conseguir chegar até o fim dessa jornada.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.