

**UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS CAMPO MOURÃO**

**GEISLANA PADETI FERREIRA DUMINELLI**

**PRODUTO EDUCACIONAL:  
ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES**

**CAMPO MOURÃO  
2016**

**GEISLANA PADETI FERREIRA DUMINELLI**

**PRODUTO EDUCACIONAL:  
ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus de Campo Mourão.

Orientadores: Prof. Dr. Gilson Júnior Schiavon  
Prof. Dr. Michel Corci Batista

**CAMPO MOURÃO  
2016**



# SUMÁRIO



1. APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS .....	04
2. ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS .....	05
3. O ESTUDO DOS RESISTORES .....	06
4. CONFECÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ .....	09
5. ENCAMINHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	16
ANEXOS .....	29

# 1 APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS



A presente proposta está pautada numa metodologia investigativa que enfatiza essencialmente o uso da robótica como recurso tecnológico para explorar as diversas aplicações dos resistores lineares e não lineares. Para isso, utilizou-se de leituras, discussões, medições, atividades de cálculos e práticas, desenvolvidas em equipe.

Esta sequência didática foi organizada para professores de Física que lecionam no último ano do Ensino Médio, constituída em três módulos. O número de aulas previsto é de seis aulas, entretanto, esse número pode ser alterado caso tenha necessidade.

Com relação aos conteúdos a sequência didática foi disposta por módulos temáticos. Isso tem como objetivo estabelecer um diálogo entre os diferentes saberes sociais e fazer com que os componentes eletrônicos (resistores), possam ser objeto de estudo.

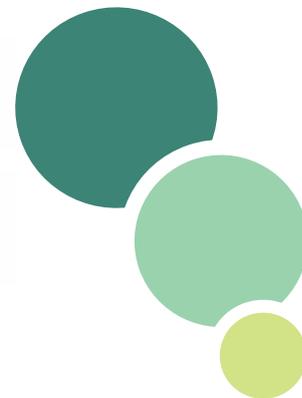
O processo didático-pedagógico de condução das atividades propostas nessa sequência didática considera o conhecimento prévio que os alunos trazem do seu cotidiano e estimula a convivência entre os mesmos. Entende-se que essas considerações valorizam o processo de desenvolvimento de conteúdos conceituais, de competências e habilidades de raciocínio, de valores e de atitudes. Contribuindo para o desenvolvimento das capacidades de argumentar, questionar, tomar decisões, interpretar, raciocinar logicamente e trabalhar em equipe.

## Objetivos da sequência didática

### Constituem-se como objetivos dessa proposta de ensino:

- promover a interação entre professor (a) e alunos (as), bem como a interação entre os próprios alunos (as);
- motivar os alunos para o estudo da robótica;
- promover condições de aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de resistores;
- contribuir para a formação de cidadãos;
- contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico e criatividade;
- estimular a investigação e a compreensão do tema proposto para a atividade prática;
- preparar o aluno para o trabalho em equipe;

## 2 ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS



Os módulos propostos na sequência didática estão organizados da seguinte forma:

Módulos	Temas	Nº de aulas
Módulo 1	Conhecendo o componente resistor	02
Módulo 2	Estudo dos resistores ôhmicos	02
Módulo 3	Estudo dos resistores não ôhmicos	02

**Quadro 01: Esquema de organização dos módulos da sequência didática.**

# 3º ESTUDO DOS RESISTORES



A Lei de Ohm, escrita por Georg Simon Ohm, um físico alemão que viveu entre os anos de 1789 e 1854, enuncia as três grandezas elétricas fundamentais e demonstra como elas estão intrinsecamente relacionadas.

Essa relação se deu através de um experimento relativamente simples feito por Georg, por suas interpretações experimentais seu nome foi dado a essa lei da eletricidade. Georg ligou uma fonte de tensão elétrica a um material, e percebeu que circulou uma corrente elétrica por esse circuito. Posteriormente, variou essa tensão e notou uma corrente elétrica diferente. E desta forma, para cada tensão aplicada, uma corrente diferente era registrada em suas anotações. Estudando após as anotações, Georg percebeu que as tensões e as correntes se relacionavam em uma razão constante. Para esse experimento sempre que Georg dividia uma tensão pela respectiva corrente elétrica encontrada, ele sempre se deparava com o mesmo valor numérico. Esse número constante foi chamado de resistência elétrica. Resumidamente, Georg Simon Ohm verificou experimentalmente que existem resistores nos quais a variação da corrente elétrica é proporcional à variação da diferença de potencial (ddp).

O uso da Lei de Ohm é muito amplo, muito usado para definição e especificação de equipamentos, bitola de cabos, seleção de equipamentos de segurança e proteção de circuitos, de resistências para equipamentos e circuitos elétricos e eletrônicos, utilização de sensores em casas, empresas e veículos, além de outras várias aplicações.

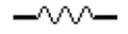
O resistor é um dispositivo eletrônico, constituído geralmente de carbono, cujas principais funções são: dificultar a passagem da corrente elétrica e transformar energia elétrica em energia térmica por Efeito Joule, ou seja, quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre a transformação de energia elétrica em energia térmica. Este fenômeno é conhecido como Efeito Joule, em homenagem ao Físico Britânico James Prescott Joule (1818-1889). A essa dificuldade que o resistor oferece à passagem da corrente elétrica, se conhece por resistência elétrica.

Dessa forma, é possível organizar uma relação matemática que descreve que a tensão aplicada nos terminais de um condutor é proporcional à corrente elétrica que o percorre, matematicamente fica escrita do seguinte modo:

$$V = R \cdot i$$

Onde:

- V é a diferença de potencial, cuja unidade é o Volts (V);
- i é a intensidade da corrente elétrica, cuja unidade é o Ampere (A);
- R é a resistência elétrica, cuja unidade é o Ohm ( $\Omega$ ).

Então,  $1,0 \Omega$  é equivalente a  $1,0 \text{ V/A}$ , em circuitos elétricos a resistência é representada pelo símbolo . Em geral os resistores têm resistências que variam de um valor menor do que 1 Ohm até milhões de Ohms. O valor da resistência de um específico resistor é escrito no seu exterior ou é feito por um código de cores.



É importante destacar que essa lei é válida, para os cálculos de todos os tipos de resistores, porém, a única diferença é que resistores Ôhmicos possuem linearidade, ou seja, a sua resistência em um circuito será constante, já para um resistor não Ôhmico, aplicado em um circuito elétrico ou eletrônico, sua resistência irá aumentar ou diminuir conforme sua dependência, seja essa luminosa ou de temperatura, por exemplo. O condutor Ôhmico que se submete a esta lei terá sempre o mesmo valor de resistência, não importando o valor da tensão. E o condutor não Ôhmico, terá valores de resistência diferentes para cada valor de tensão aplicada sobre ele.

Os resistores não lineares são componentes que possuem certos comportamentos que se alteram, dependendo da situação. Estes componentes têm como principal característica variar a resistência de acordo com a mudança de tensão, temperatura, grau de iluminação, entre outras grandezas físicas.

Cada componente não linear exerce determinada função, por exemplo, um LDR (*Light Dependent Resistor* ou Resistor Dependente de Luz) altera sua resistência de acordo com a quantidade de luz recebida através do efeito fotoelétrico. Sem luz há uma alta resistência entre os terminais. Já com o aumento da iluminação, cai a resistência. Este dispositivo é bastante utilizado quando precisa-se detectar a variação de luminosidade para o controle de alarmes, de lâmpadas de acendimento noturno, etc. Estes sensores são utilizados numa infinidade de aplicações, indo desde sistemas de segurança, controle, máquinas industriais, equipamento médico, entre tantos outros.

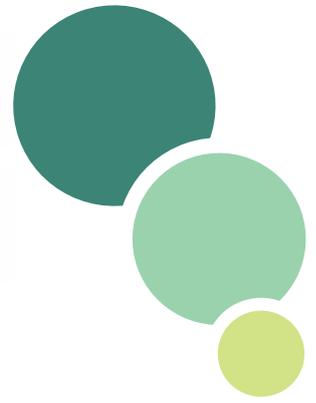
Já um NTC (coeficiente negativo da temperatura) são resistores termicamente sensíveis, cujas características exibem grandes mudanças na resistência com uma pequena mudança da temperatura do corpo, devido à alteração na concentração de portadores de carga. Esta mudança da resistência com a temperatura pode resultar em um coeficiente negativo da temperatura, onde a resistência diminui com um aumento na temperatura.

Para essa proposta de sequência didática, a função primordial do professor, é ser um mediador do conhecimento, contribuindo para que o aluno atinja toda sua potencialidade, aproveitando de todos os benefícios educacionais que os recursos tecnológicos podem proporcionar, a fim de buscar um ensino mais interativo e significativo.

O uso da robótica em sala de aula, aguça o interesse do educando pela disciplina de Física. Cooperar para o raciocínio lógico, para a criatividade, para o trabalho em equipe, além de contribuir na compreensão das possíveis aplicações dos conteúdos da disciplina em uma prática experimental.

Desenvolver robôs constituídos de peças ou materiais de baixo custo, que não exijam a utilização de programação, são mais viáveis no âmbito escolar público, do que adquirir kits de robótica, tais como, kits Lego, que são peças de montagem extremamente caras, as quais necessitam de um computador para executar os procedimentos da linguagem de programação, que é específica dessa proposta de recurso didático-tecnológico. Existem recursos não tão caros, como os kits Arduino, porém, mais difíceis de manusear devido a exigência de compreender uma linguagem de programação, como C ou C++, que irá demandar do professor e do

# 3º ESTUDO DOS RESISTORES



aluno maior domínio de conteúdo não só da disciplina, mas da linguagem lógica do programa.

Atividades que proporcionem momentos de interação entre o universo da robótica em sala de aula com o estudo da disciplina de Física, tem sido de grande valia. É possível observar o avanço intelectual dos educandos ao se depararem com situações que necessitem de certas habilidades e/ou competências para contextualizarem um experimento ou mesmo uma atividade de cálculo. E com isso, não só os alunos ganham em aprendizado, mas o professor conseqüentemente também evolui profissionalmente. Pois, depende dele, o professor, aceitar o desafio de trabalhar em suas aulas esse recurso tecnológico tão essencial e importante desta corrente geração. É submeter-se a trilhar momentos antes talvez nunca explorados e deixar a zona de conforto para se apropriar de novos recursos tecnológicos de ensino-aprendizagem.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ



A placa de controle do robô foi desenvolvida especificamente para este projeto, é uma placa simples, de baixo custo e totalmente analógica, portanto, não envolve programação, podendo ser reproduzida e utilizada por qualquer professor de física. Para a alimentação da placa, e conseqüentemente do robô, são utilizadas duas baterias recarregáveis de Li-ion modelo 18650 de 3,7V/4200 mA cada uma, ligadas em série, totalizando uma tensão nominal de 7,4V.

O princípio de funcionamento da placa é baseado em um simples divisor de tensão composto por um resistor de valor fixo ligado em série com um resistor não linear (não ôhmico), podendo ser um resistor dependente de luz (LDR - *Light Dependent Resistor*) ou um resistor dependente da temperatura (NTC - *Negative Temperature Coeficient*), conforme apresentado na figura abaixo:

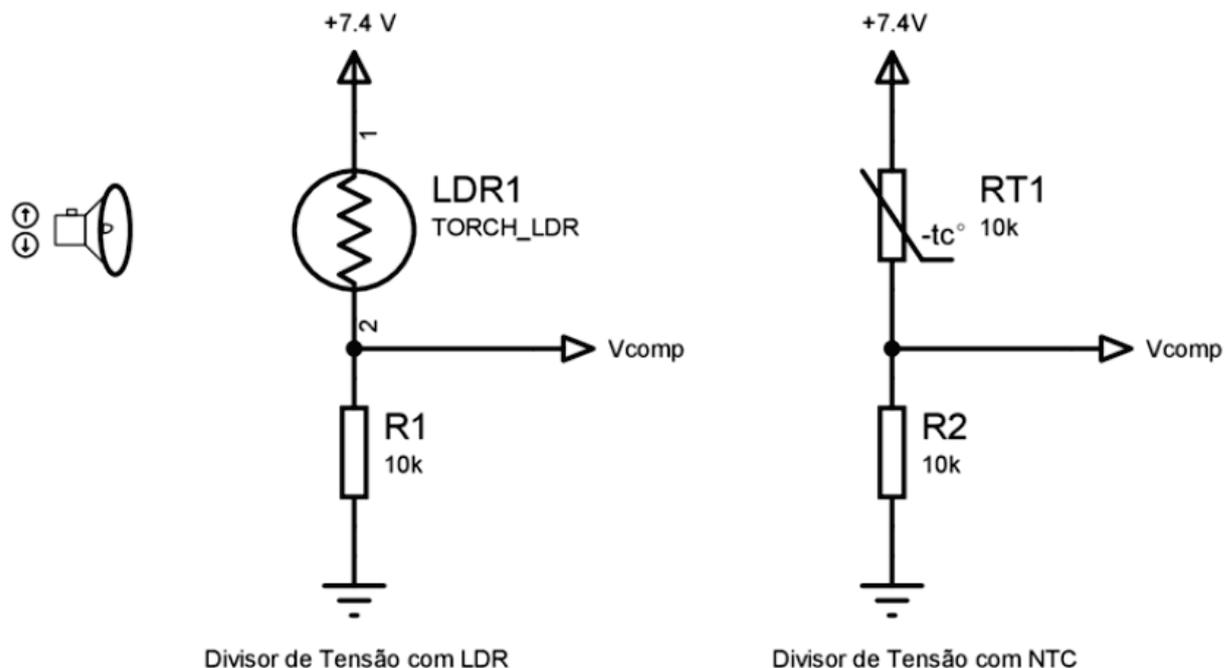


Figura 1: Funcionamento do divisor de Tensão com LDR e NTC.  
Fonte: Autoria própria.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ



O ponto de saída  $V_{comp}$  significa tensão a ser comparada.

No caso do divisor de tensão com LDR, quando há presença de luz incidente sobre o mesmo sua resistência diminui consideravelmente, causando assim uma diminuição na tensão sobre ele e um aumento na tensão sobre o resistor de valor fixo  $R1$  a qual está sendo utilizada para comparação, uma vez que  $V_{R1} = V_{comp}$ , pois a tensão total do divisor de tensão ( $V_{LDR1} + V_{R1}$ ) é sempre de 7,4 V. Assim, tem-se um divisor de tensão dinâmico, ou seja, um divisor de tensão variável com a incidência de luz.

O divisor de tensão com NTC também caracteriza um divisor de tensão dinâmico, porém sua dependência é da temperatura. Quando ocorre um aumento da temperatura a resistência do NTC diminui, causando assim uma diminuição na tensão sobre ele e um aumento na tensão sobre o resistor de valor fixo  $R2$  a qual está sendo utilizada para comparação, uma vez que  $V_{R2} = V_{comp}$ , pois a tensão total do divisor de tensão ( $V_{RT1} + V_{R2}$ ) é sempre de 7,4 V.

Em qualquer um dos casos, a tensão de comparação ( $V_{comp}$ ) será comparada com uma tensão de referência ajustada por meio de um resistor variável (trimpot) que deverá ser ajustada de acordo com as condições ambientais (luminosidade e temperatura) em que o robô será utilizado. O componente responsável pela comparação das tensões é um circuito integrado com quatro amplificadores operacionais internos do tipo LM324, que pode ser adquirido em qualquer loja de componentes eletrônicos. A figura a seguir apresenta o circuito responsável pela comparação da tensão.

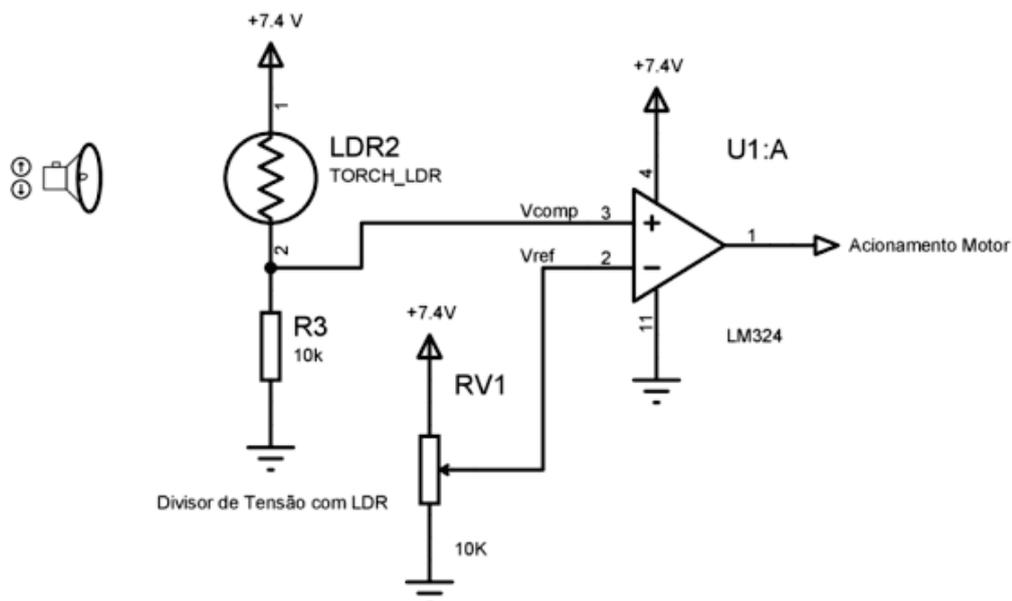


Figura 2: Circuito responsável pela comparação da tensão.  
Fonte: Autoria própria.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ



O circuito integrado LM324 é um CI com encapsulamento de 14 pinos, onde foram utilizados apenas 3 dos 4 operacionais internos (U1:A, U1:B e U1:C), portanto não utilizando os pinos 12, 13 e 14 (U1:D), neste caso. O funcionamento do circuito comparador de tensão é simples, quando a tensão  $V_{comp}$  for maior que a tensão  $V_{ref}$  o amplificador operacional (CI) acionará o motor e o manterá em funcionamento até que  $V_{comp}$  seja menor que  $V_{ref}$ . Perceba que o motor será acionado quando houver presença de luz, pois assim a resistência do LDR diminui, sua tensão também diminui, conseqüentemente causando um aumento na tensão  $V_{comp}$ , que ao ultrapassar o valor da tensão  $V_{ref}$  acionará o motor.

Para facilitar o acionamento dos motores (frente e ré) foi utilizada uma placa de acionamento comercial, sendo esta a ponte H L298, uma placa de baixo custo, de fácil utilização e que também não envolve programação. A ponte H L298 já possui os pinos para acionamento (frente e ré) dos motores, pinos estes que receberão as tensões de acionamentos dos motores, provenientes dos amplificadores operacionais, conforme apresentado na figura a seguir.

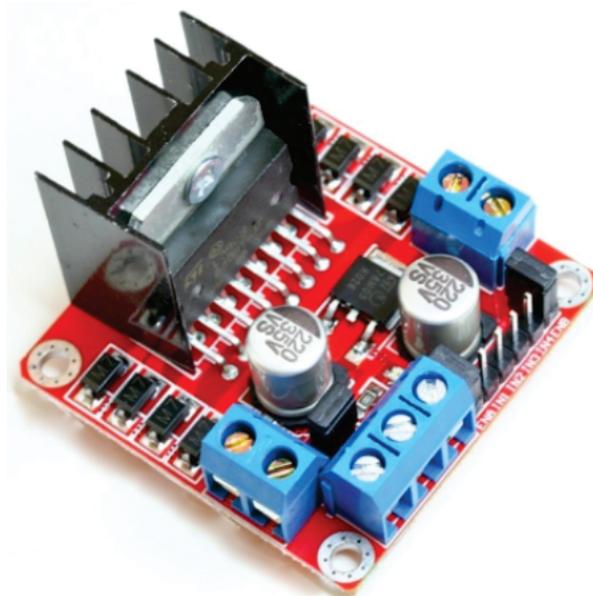


Figura 3: Placa de acionamento comercial.  
Fonte: Autoria própria.

A placa construída para o funcionamento do robô possui 3 funções, sendo estas o acionamento para frente (tração nas duas rodas), para trás (roda esquerda) e para trás (roda direita). Assim, pode-se dizer que a placa possui 3 conjuntos de circuitos sensores/comparadores conforme apresentado anteriormente. Mais a diante será apresentado o esquema de ligação entre as placas, motores e baterias. A figura a seguir apresenta o circuito completo da placa desenvolvida.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA

## FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ

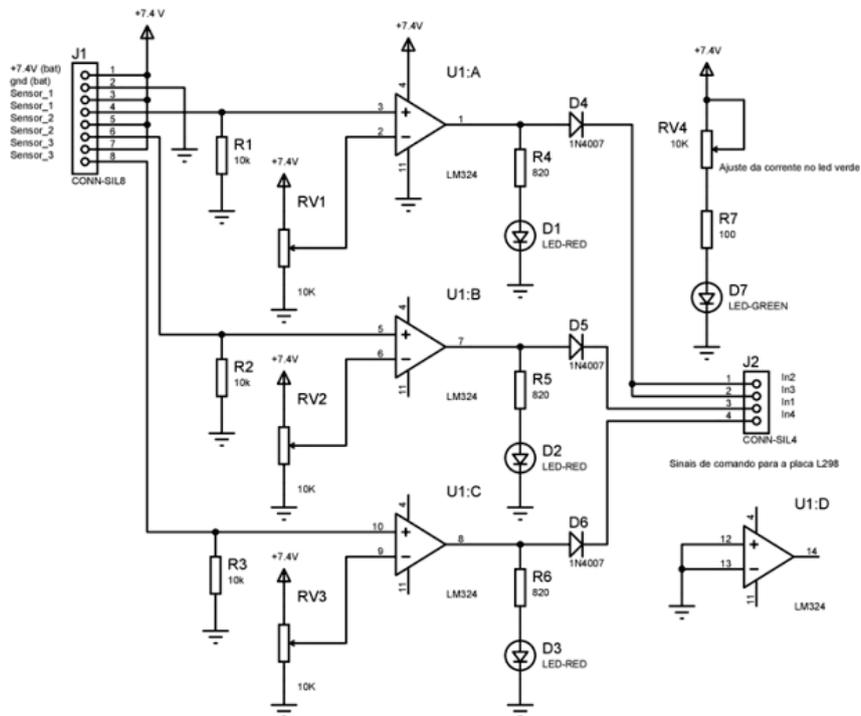


Figura 4: Circuito completo da placa desenvolvida.  
Fonte: Autoria própria.

Na placa final ainda foi adicionado um circuito para exemplificar a utilização prática de um resistor variável (trimpot) aplicado ao controle de intensidade luminosa de um led. O circuito em questão é formado pelo resistor variável RV4, resistor fixo R7 e led verde D7. Os led's D1, D2 e D3 foram incluídos para identificação de cada sensor, quando acionado.

O sensor 1 é responsável pelo movimento para frente, enquanto os sensores 2 e 3 são responsáveis pelos movimentos para trás (ré) das rodas esquerda e direita, respectivamente.

A figura a seguir apresenta o conjunto roda/motor/chassi utilizados para montagem do robô. Estes itens podem ser adquiridos separadamente ou kit, conforme a necessidade.

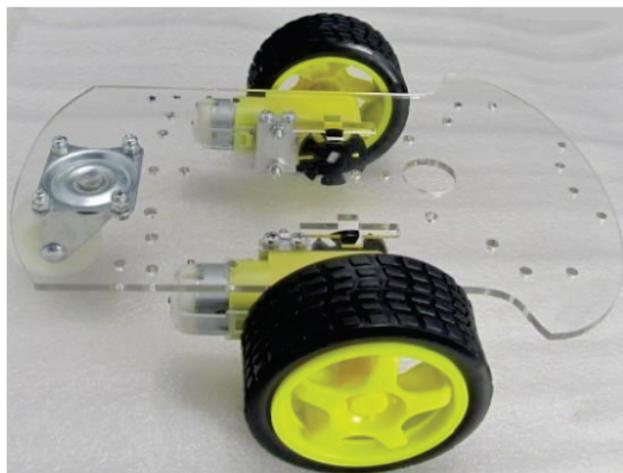


Figura 5: Conjunto de roda/motor/chassi.  
Fonte: Autoria própria.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ

Com o objetivo de facilitar a reprodução do robô, a figura a seguir apresenta o esquema de ligação de todos os componentes do robô.

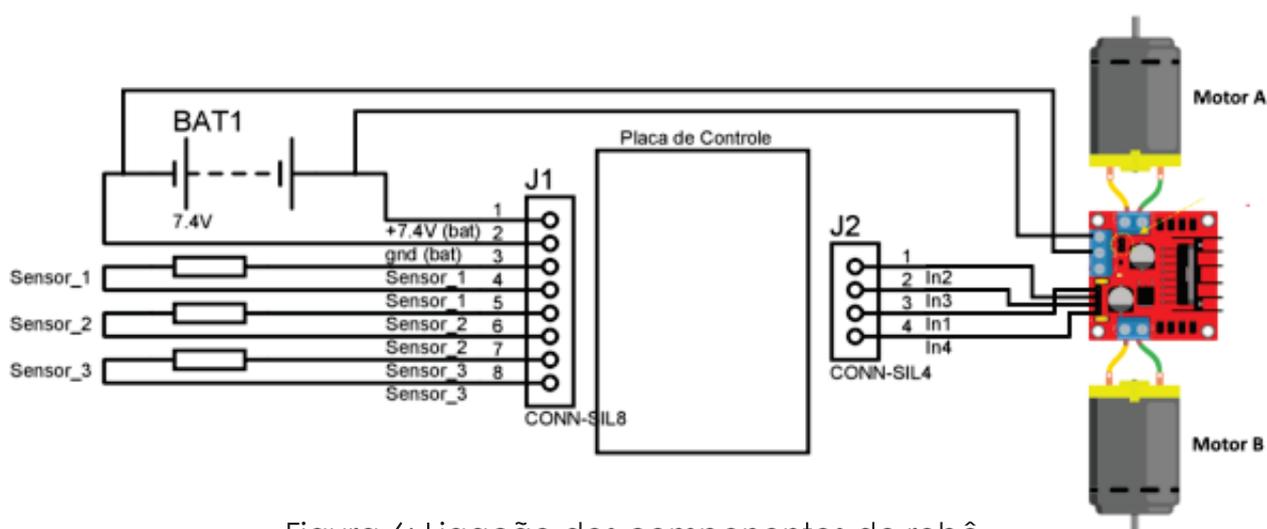


Figura 6: Ligação dos componentes do robô.  
Fonte: Autoria própria.

A placa de controle possui 2 conectores de ligações, J1 e J2. No pino 1 do conector J1 deve ser ligado o polo positivo da bateria, enquanto no pino 2 deve ser ligado o polo negativo da bateria, assim a placa estará energizada. Os pinos 3 e 4, assim como 5 e 6, 7 e 8 são destinados aos sensores (LDR ou NTC) que deverão ficar alojados em locais estratégicos do robô e ligados a placa por fios. É importante ressaltar que tais sensores são “resistores” (não lineares), portanto, não possuem polaridade, ou seja, não há risco de inverter a ligação.

O conector J2 é responsável pela ligação dos sinais de acionamento dos motores da placa de controle à placa ponte H L298. O pino 1 do conector J2 deve ser ligado ao terminal In2, o pino 2 deve ser ligado ao terminal In3, o pino 3 deve ser ligado ao terminal In1 e o pino 4 do conector J2 deve ser ligado ao terminal In4 da placa ponte H L298.

A placa ponte H L298 também deve ser energizada pela mesma bateria, onde o polo positivo deve ser conectado no borne KRE 1 e o polo negativo no borne KRE 2, conforme mostrado na figura acima. Os motores A e B devem ser ligados nos outros 2 bornes KRE restantes, conforme ilustrado.

As figuras a seguir apresentam uma sugestão de layout para a placa de controle do robô.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ

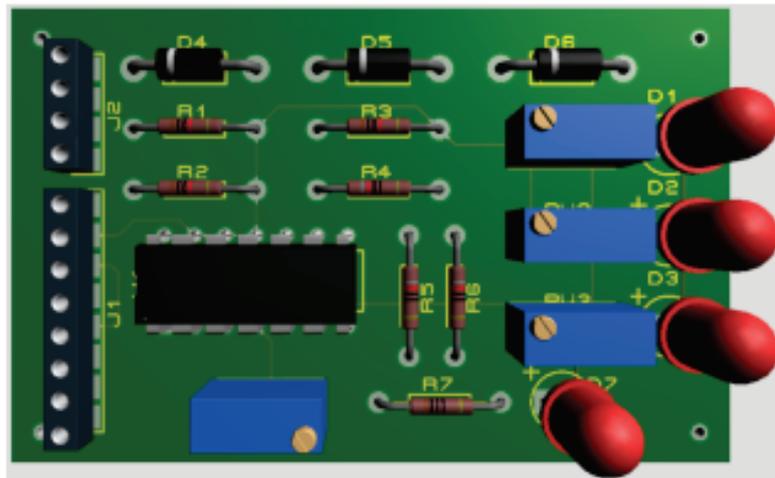


Figura 7: Layout da placa de controle do robô (vista dos componentes).  
Fonte: Autoria própria.

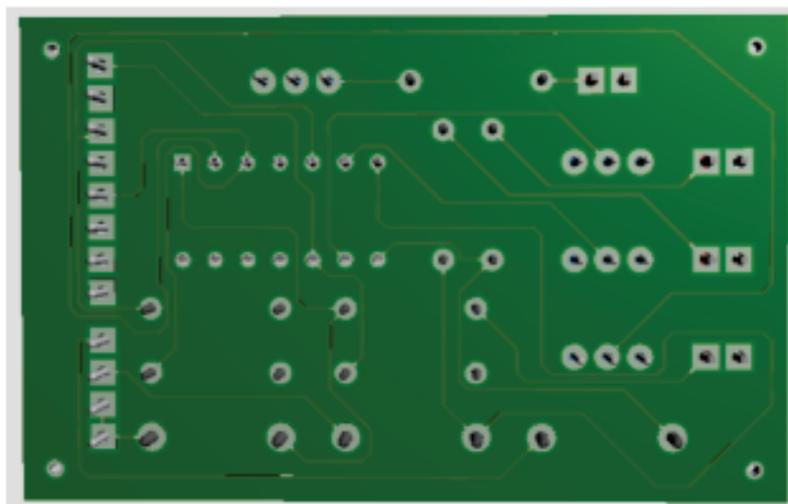


Figura 8: Layout da placa de controle do robô (vista das soldas).  
Fonte: Autoria própria.

Na internet existem vários tutoriais e vídeos explicativos contendo os procedimentos para corrosão e montagem de uma placa de circuito impresso. Outra opção seria a utilização de uma placa matriz, conforme na próxima figura.

# 4 CONFEÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ

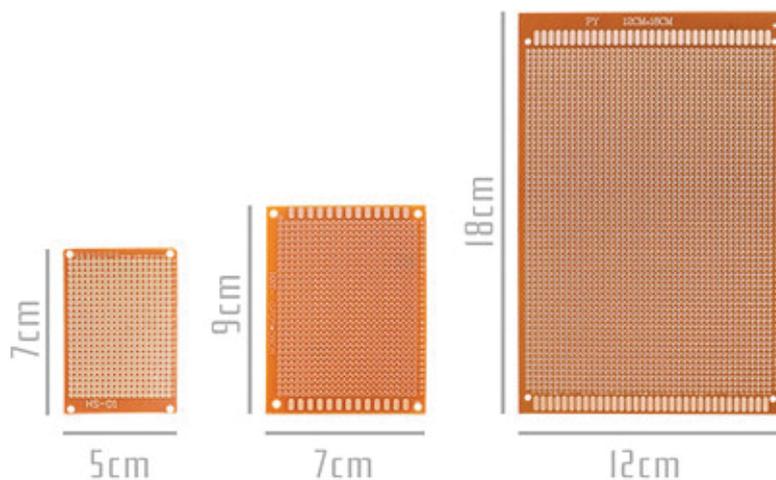


Figura 9: Placa matriz

Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-6b7e0-placa-fenolite-perfurada-5x7cm.html>

Este modelo de placa é uma opção para agilizar sua confecção, pois não precisa de percloroeto de ferro para corrosão e já vem furada para encaixar os terminais. Basta colocar os componentes e soldar.

Lista de Componentes:

Reference	Type	Value	Package
➔ D1	LED-RED	LED-RED	LED
➔ D2	LED-RED	LED-RED	LED
➔ D3	LED-RED	LED-RED	LED
➔ D4	1N4007	1N4007	DO41
➔ D5	1N4007	1N4007	DO41
➔ D6	1N4007	1N4007	DO41
➔ D7	LED-GREEN	LED-GREEN	LED
➔ J1	CONN-SIL8	CONN-SIL8	CONN-SIL8
➔ J2	CONN-SIL4	CONN-SIL4	CONN-SIL4
➔ R1	MINRES10K	10k	RES40
➔ R2	MINRES10K	10k	RES40
➔ R3	MINRES10K	10k	RES40
➔ R4	MINRES10K	820	RES40
➔ R5	MINRES10K	820	RES40
➔ R6	MINRES10K	820	RES40
➔ R7	MINRES10K	100	RES40
➔ RV1	3252W-1-103LF	10K	PRE-SQ1
➔ RV2	3252W-1-103LF	10K	PRE-SQ1
➔ RV3	3252W-1-103LF	10K	PRE-SQ1
➔ RV4	3252W-1-103LF	10K	PRE-SQ1
➔ U1:A	LM324	LM324	DIL14
➔ U1:B	LM324	LM324	DIL14
➔ U1:C	LM324	LM324	DIL14
➔ U1:D	LM324	LM324	DIL14

Figura 10: Lista de componentes.

Fonte: Autoria própria.

## **5. ENCAMINHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

# MÓDULO 1

## CONHECENDO O COMPONENTE RESISTOR



**MÓDULO 1:**  
CONHECENDO O COMPONENTE RESISTOR



**DURAÇÃO:**  
02 AULAS



### OBJETIVOS:

Explorar o conhecimento prévio dos alunos sobre os resistores, o seu uso em diversas áreas, como, aparelhos eletroeletrônicos, robótica e indústrias, além de abordar o estudo da leitura do código de cores que os compõem.

### CONTEÚDOS

#### Conceitual

Explicar e associar os conhecimentos antecedentes sobre resistores, registrando no formato de mapa conceitual.

#### Procedimental

Instigar e observar a aplicabilidade de resistores em um carro-robô, contribuindo para o aprendizado dos alunos.

#### Atitudinal

Conhecer a intensidade ôhmica de um resistor utilizando o código de cores.

### O PAPEL DO PROFESSOR:

No momento da condução das atividades propostas, recomenda-se ao professor gerir o debate entre os alunos por meio de indagações e argumentações, de modo a estimulá-los para o estudo dos resistores.

No transcurso da sequência, será proporcionado algumas questões que poderão dirigir para as discussões. Se faz extremamente importante valorizar o conhecimento trazido pelos alunos, nesta ocasião o professor tem a chance de observar as concepções espontâneas dos alunos em

relação ao tema, para posteriormente cogitá-las no momento adequado.

O carro-robô deve ser utilizado como um recurso didático que admitirá ao aluno algumas considerações sobre o tema estudado, sugere-se aqui que o professor encaminhe uma discussão sobre o movimento do carro-robô.

### O QUE SE ESPERA:

Em conformidade com as respostas e argumentações, o professor terá condições de estimar como os alunos justificam o porquê do movimento do carro-robô quando

recebe o estímulo da luz emitida pela lanterna ou porque ele pára ao deixar de recebê-la. Esse levantamento permitirá ao professor constituir as bases para o ensino-aprendizagem dos conteúdos conceituais.

### MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

- Carro-robô
- Projetor multimídia
- Resistores

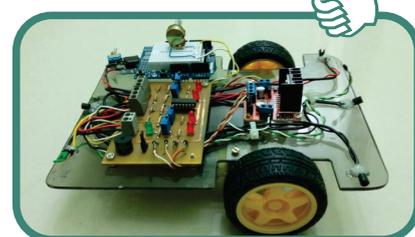


Imagem do carro-robô  
Autoria própria

## CONHECENDO O COMPONENTE RESISTOR

### ENCAMINHAMENTOS

Primeiramente o professor exhibe o tema de estudo aos alunos, conhecendo o componente resistor. Com a finalidade de identificar o que os alunos já conhecem sobre o assunto, o professor aplica os seguintes questionamentos:

**O que é necessário para o carro-robô andar sozinho?** E solicita que os alunos em equipe escrevam em uma folha de caderno.

Em seguida, o professor liga o carro-robô e questiona a turma com a seguinte pergunta: **Por que ele permaneceu parado?**

Após as respostas, o professor aplica luz sobre o sensor e o carro robô anda para frente, o professor lança o seguinte questionamento: **Por que o carro-robô se moveu para frente ao incidir luz emitida pela lanterna sobre ele?**

Sequencialmente, já os indaga com outra pergunta: **Por que ao retirar a luz emitida pela lanterna, o robô pára de**

**andar?** Permita um tempo adequado para que eles discutam em equipe e façam o registro.

E por fim, lança mais uma pergunta: **Por que mesmo esse protótipo (carro-robô) tendo todos os elementos básicos para funcionar ainda assim não funciona?**

Após finalizarem os registros, o professor pede para que os alunos leiam suas respostas, enquanto isso ele vai anotando no quadro, todas as hipóteses elencadas pela turma. Posteriormente, o professor deve levantar uma discussão sobre o movimento do carro-robô, evidenciando que mesmo esse protótipo possuindo todos os subsídios fundamentais para funcionar, tais como, rodas, pilhas, chave de liga e desliga, neste caso específico, foi preciso utilizar alguns componentes eletrônicos particulares, como, os resistores lineares e não lineares, também conhecidos como resistores Ôhmicos e resistores não Ôhmicos.

Ressaltando que, o primeiro componente eletrônico que será conhecido e estudado será o resistor Ôhmico. É importante comentar com os alunos que um resistor possui uma resistência, e este por sua vez, é composto de várias voltas de um material definido como bom condutor, com uma finalidade característica, como por exemplo, dificultar a passagem dos elétrons para evitar a queima de outros componentes eletrônicos pertencentes ao mesmo circuito.

Depois desse momento decorrido, o professor deve iniciar o estudo da leitura do código de cores de um resistor Ôhmico, propondo a interpretação da imagem sugerida e o reconhecimento de um resistor real. Aqui o professor pode deixar alguns resistores em cada equipe para que os alunos se familiarizem com o componente.

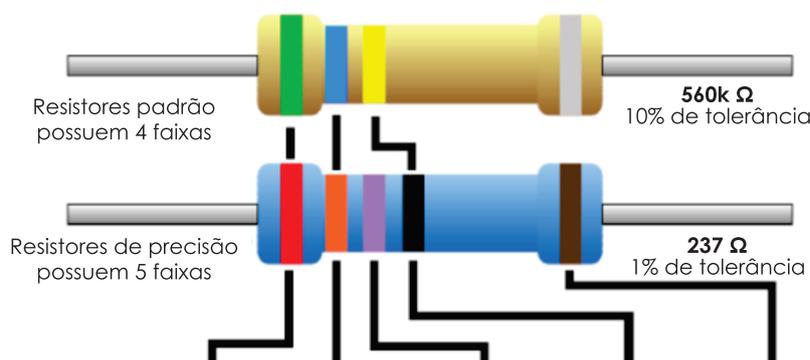


Imagem dos resistores Ôhmicos  
Autoria própria

# Código de Cores

(imagem sugerida)

A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda



Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 Ω	
Marrom	1	1	1	x 10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x 100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x 1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x 10K Ω	
Verde	5	5	5	x 100K Ω	+/- .5%
Azul	6	6	6	x 1M Ω	+/- .25%
Violeta	7	7	7	x 10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado				x .1 Ω	+/- .5%
Prateado				x .01 Ω	+/- 10%

Fonte: <http://www.arduinoecia.com.br/2013/08/codigo-de-cores-de-resistores.html>

A imagem explora a tabela referente a cada faixa de cor com um valor específico do resistor e sua porcentagem de tolerância.

Após a leitura da imagem e aplicação de alguns exemplos, os alunos devem realizar a atividade de treino e registrar no caderno.

Nessa ocasião, cada equipe receberá alguns resistores para que possam ler as cores e definir os valores dos resistores.

## Sugestões de leituras complementares para o desenvolvimento da atividade:

**01** MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Física: de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Scipione, 2003.

**02** <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/codigo-cores-dos-resistores.htm>

**03** <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/codigo-cores-para-resistores.htm>

## ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS

**DURAÇÃO:**  
02 AULAS



**MÓDULO 2:**  
ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS



### OBJETIVOS:

Estruturar para o aluno a função dos resistores referenciando a Primeira Lei de Ohm. Analisar a curva característica e as principais aplicações dos resistores no LED. Explicar de modo superficial os resistores não Ôhmicos.



### CONTEÚDOS

#### Conceitual

Elucidar o conceito da Primeira Lei de Ohm, relacionando com as grandezas físicas tensão e intensidade da corrente elétrica e analisar o comportamento da curva característica de um resistor Ôhmico.

#### Procedimental

Aplicar a equação referente a Primeira Lei de Ohm, exemplificando possíveis situações reais para compreensão e interpretação do cálculo.

#### Atitudinal

Conhecer a representação gráfica de um resistor Ôhmico em circuito, compreender a importância do uso e cálculo dos resistores.

### O PAPEL DO PROFESSOR:

No instante do direcionamento das atividades propostas, recomenda-se ao professor argumentar com os alunos as funcionalidades de um resistor, as aplicações diversas e apresentá-los a equação que define a relação entre tensão ou ddp (diferença de potencial) com a intensidade da corrente elétrica, evidenciar as unidades de medida padrão, abordar exemplos teórico-prático, de modo a instigá-los para o estudo da Primeira

Lei de Ohm. No decurso da sequência, será proporcionado algumas questões que poderão conduzir para uma atividade de cálculo.

É de suma importância valorizar o conhecimento matemático trazido pelos educandos, nesta ocasião o professor tem a chance de observar as interpretações e resoluções dos alunos em relação ao tema. Sugere-se após, que o professor realize as correções das atividades propostas para extração das dúvidas.

Em consonância com as respostas das atividades sugeridas, o professor terá condições de estimar como os alunos justificam a linearidade dos resistores Ôhmicos, percebendo a resistência elétrica constante quando submetido à uma tensão variável. Esse momento de resoluções permitirá ao professor constituir os alicerces para o ensino-aprendizagem dos conteúdos conceituais.

### MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

- Livro didático
- Caderno
- Projetor multimídia

### O QUE SE ESPERA:



## ENCAMINHAMENTOS



Inicialmente o professor expõe o tema de estudo aos alunos, estudo dos resistores Ôhmicos. Com o desígnio de caracterizar a oposição que um condutor oferece à passagem da corrente elétrica ( $i$ ), quando submetido a uma diferença de potencial ( $V$ ), definindo a grandeza resistência elétrica ( $R$ ).

Fazer a análise gráfica, demonstrando a linearidade da resistência em função da tensão ou  $ddp$  e da corrente elétrica. A partir desse momento, o professor aplica várias situações problemas que relacionem à equação da Primeira Lei de Ohm, situações que contemplem gráficos em

sua composição, enunciados elaborados elencando as principais grandezas.

Admita um tempo apropriado para que eles realizem a atividade proposta e façam o registro.



## PARA REALIZAR:

**01** (UEPG-PR) A respeito da resistência elétrica apresentada pelos condutores e de resistores elétricos, assinale o que for correto e faça a somatória.

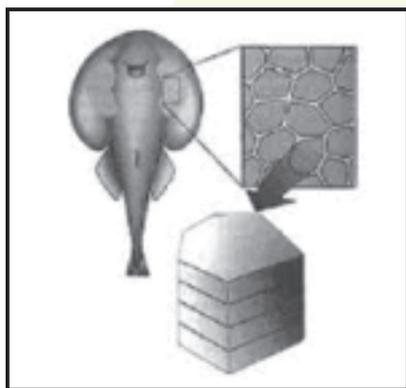
Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/>  
Acesso em: 20 abril 2016

01. Resistor é um dispositivo elétrico especialmente construído para impedir a passagem da corrente elétrica.
02. Dobrando o comprimento de um condutor e mantendo a sua área de secção transversal, sua resistência dobra, porém, sua resistividade se reduz à metade.
04. Lâmpadas ligadas em série tem suas intensidades luminosas reduzidas à medida que no circuito se acrescentam novas lâmpadas.
08. A resistência elétrica de um condutor depende de suas dimensões, da sua condutividade e da sua temperatura.

R:

## ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS

**02** (UNESP) A arraia elétrica (gênero Torpedo) possui células que acumulam energia elétrica como pilhas. Cada eletrócito pode gerar uma ddp de  $10^{-4}$  V, e eles ficam arrumados em camadas, como aparece na figura.



Disponível em: <http://www1.curso-objetivo.br/vestibular>  
Acesso em: 20 abril 2016

Considere que um mergulhador tem uma resistência elétrica corporal baixa, de aproximadamente  $2000 \Omega$ , e que uma corrente elétrica fatal, nessas condições, seja da ordem de 20 mA. Nesse caso, o número de camadas de eletrócitos capaz de produzir essa corrente fatal será igual a:

- a) 400 000. b) 480 000. c) 560 000. d) 800 000. e) 1 000 000.

**03** (ENEM 2010) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aqueles que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/>  
Acesso em: 20 abril 2016 (adaptado)

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de  $23,56 \Omega$  de resistência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor da intensidade da corrente elétrica do fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- a) azul b) preto c) laranja d) amarelo e) vermelho



**04** A tabela a seguir apresenta os danos que choques elétricos podem causar aos seres humanos.

I	até 10 mA	dor e contração muscular
II	de 10 mA até 20 mA	aumento das contrações musculares
III	de 20 mA até 100 mA	parada respiratória
IV	de 100 mA até 3 A	fibrilação ventricular que pode ser fatal
V	acima de 3 A	parada cardíaca, queimaduras graves

Fonte: DURAN, J. E. R. Biofísica – Fundamentos e aplicações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. P. 178.

Em qual das faixas descritas na tabela enquadra-se o caso de uma pessoa que leve um choque elétrico em uma rede de 220 V, considerando que sua resistência é da ordem de  $10^5 \Omega$  quando sua pele está seca?

Após concluírem os registros, o professor pede para que os alunos iniciem as correções no quadro. Enquanto isso, ele pode lembrar os alunos sobre o recurso didático carro-robô usado na aula anterior, referenciando a pilha como fonte de alimentação para o circuito, tendo como diferença de potencial 3,6 V, os resistores Ôhmicos utilizados para que a intensidade da corrente elétrica chegasse a outros componentes eletrônicos com menor magnitude, inclusive já direcionando o uso dos resistores não Ôhmicos, que naquele momento o usado foi um LDR. Ressaltando, que os resistores não lineares são componentes que possuem certos comportamentos que se

alteram, dependendo da situação. Estes componentes têm como principal característica variar a resistência de acordo com a mudança de tensão, temperatura, grau de iluminação, entre outras grandezas físicas.

Depois desse momento dialogado e das correções das atividades de cálculos sobre resistores Ôhmicos, referentes a Primeira Lei de Ohm, o professor deve mencionar as aplicações e a importância de um resistor não Ôhmico.

Aqui o professor pode esclarecer que há muitos circuitos que demandam de resistências que alteram o valor com uma variação de temperatura ou de luz. Esta função não é linear, como acontece com os resistores

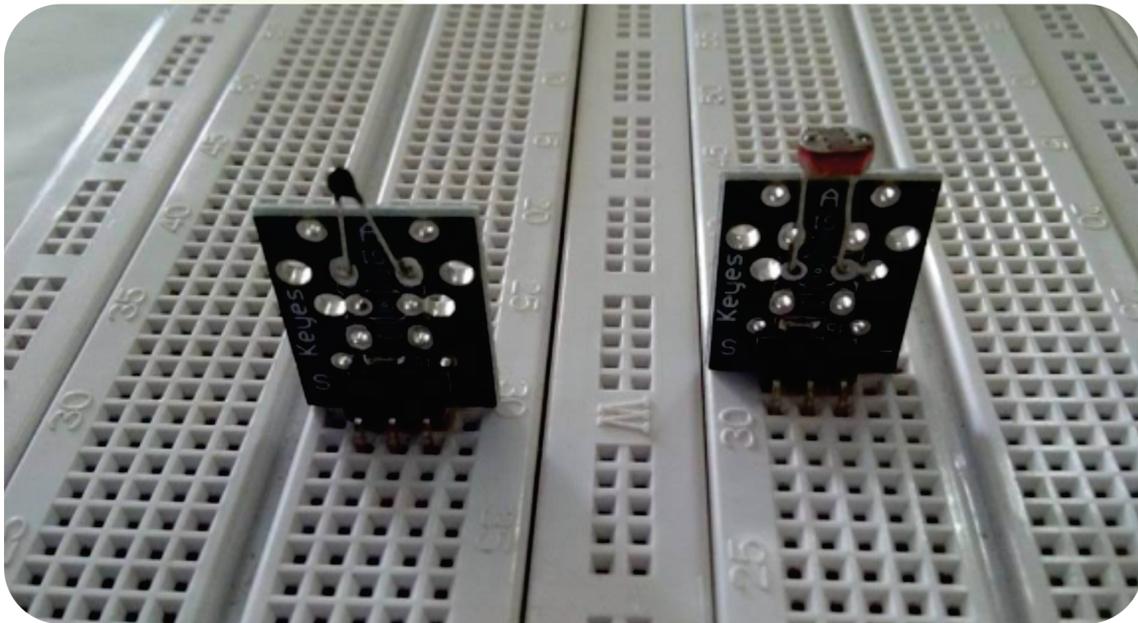
Ôhmicos.

Existem vários tipos de resistências não-lineares que incluem, por exemplo, resistências NTC (coeficiente de temperatura negativa), isto significa que, sua resistência diminui com o aumento da temperatura, existem as resistências PTC (coeficiente de temperatura positiva), a intensidade da resistência aumenta com o aumento da temperatura, do tipo LDR (resistores dependentes da luz), sua resistência diminui com o aumento da luz, já os resistores VDR (resistores dependentes da tensão), a resistência diminui rapidamente quando a tensão excede um certo valor.

## ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS

### Modelos de Resistores não Lineares

(imagem sugerida)



**Figura 1:** Resistor não linear NTC à esquerda e Resistor não linear LDR à direita da imagem  
Autoria própria

A imagem explora alguns modelos de resistores não lineares, pertencentes em um

circuito eletrônico para conhecimento dos alunos. Após a leitura da imagem, os alunos

deverão entregar as atividades de cálculos realizadas durante a aula.

#### Sugestões de leituras complementares para o desenvolvimento da atividade:



**01** GASPAR, Alberto. Física. São Paulo: Ática, 2005.

**02** <http://blogdogilfernandes.blogspot.com.br/2011/06/normal-0-21-false-false-false-pt-x-none.html>

**03** <http://eduhonorio.blogspot.com.br/2012/11/eletonica-basica-parte-3-resistores.html>

## ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS



**MÓDULO 3:**  
ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS



**DURAÇÃO:**  
02 AULAS



### OBJETIVOS:

Conceituar para o aluno a função dos resistores não Ôhmicos e as diversas aplicações tecnológicas desse conhecimento nos circuitos eletrônicos. Analisar a curva característica e a representação gráfica. Observar o experimento com o carro-robô ao alterar o resistor não Ôhmico. Realizar um mapa conceitual sobre o tema resistor.

### CONTEÚDOS

#### Conceitual

Elencar as aplicações dos resistores não Ôhmicos em diversas áreas. Analisar o comportamento da curva característica de um resistor não Ôhmico.

#### Procedimental

Aplicar o recurso didático carro-robô modificando o resistor não Ôhmico, observando o seu movimento.

#### Atitudinal

Realizar um mapa conceitual sobre o tema resistor e aplicar uma atividade de cálculo revisando o assunto de resistores lineares e não lineares.

### O PAPEL DO PROFESSOR:

Durante as atividades propostas, aconselha-se ao professor debater com os alunos as funcionalidades de um resistor não Ôhmico, as aplicações diversas e apresentá-los o comportamento da curva característica que relaciona a tensão ou ddp (diferença de potencial) com a intensidade da corrente elétrica, de modo a instigá-los para o estudo em questão. No decorrer da sequência, será proporcionado algumas questões que poderão conduzir para as discussões.

É de suma importância apreciar o conhecimento apresentado pelos alunos,

neste momento o professor tem a oportunidade de observar as percepções instintivas dos alunos em relação ao tema, para posteriormente abordá-las na ocasião adequada. O carro-robô novamente deve ser utilizado como um recurso didático que admitirá ao aluno algumas considerações sobre o tema estudado, sugere-se aqui que o professor encaminhe uma discussão sobre o movimento do carro-robô ao substituir o resistor não linear LDR para um NTC.

### O QUE SE ESPERA:

Em conformidade com as argumentações das atividades recomendadas, o professor

terá subsídios de aferir como os alunos explicam a substituição de um sensor para outro do carro-robô, executando o mesmo comando de movimento, relacionando a funcionalidade de um resistor não Ôhmico. Após esse momento, o professor poderá propor uma atividade em equipe para que possam produzir um mapa conceitual do conteúdo de resistores, se faz importante determinar um tempo para que realizem a atividade.

### MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

- Carro-robô
- Projeto multimídia
- Imagens

## ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS



### ENCAMINHAMENTOS

Primeiramente o professor exhibe o tema de estudo aos alunos, estudo dos resistores não Ôhmicos. Com o desígnio de evidenciar que os resistores não lineares são condutores que oferecem resistência à passagem da corrente elétrica, provocando liberação de energia em forma de calor.

Esse tipo de resistor possui uma particularidade, os valores de intensidade da corrente elétrica não são proporcionais aos valores da tensão ou ddp (diferença de potencial) que é aplicada aos seus terminais, como os resistores Ôhmicos, tanto que quando representada num gráfico, resultará numa curva. Um resistor não linear LDR, limita a intensidade da corrente elétrica que passa por ele, interagindo com a luz ambiente ou luz artificial, dessa forma, quanto maior a incidência de luz menor será a sua resistência e quanto menor a incidência de luz sobre ele, maior será a sua resistência. Para um resistor não linear NTC, quanto maior a temperatura menor será a resistência e quanto menor a temperatura maior a resistência.

Em seguida o professor aplica o seguinte questionamento: **Por que o carro-robô se movimenta ao trocar o resistor LDR por um resistor NTC quando acontece um aquecimento proveniente do isqueiro do professor e o sensor?** E solicita que os alunos em equipe escrevam em uma folha de caderno.

A seguir o professor os indaga com uma outra pergunta: **O que é necessário para que o carro-robô pare?** Permita um tempo adequado para que eles discutam em equipe e façam o registro.

Após finalizarem os registros, o professor pede para que os alunos mencionem suas respostas, levantando desta forma, uma discussão sobre o movimento do carro-robô, evidenciando que ao trocar um resistor não linear por outro, é preciso fazer alguns ajustes de parâmetros para que o sensor interprete as ações e o carro-robô execute os comandos de movimento ou mesmo de parada.

Depois desse momento conversado, o professor deve expor o comportamento da curva de um resistor não Ôhmico, propondo a

interpretação e ressaltando que o valor da resistência não respeita uma ordem proporcional. Aqui o professor pode deixar sugestões de imagens para a análise gráfica.

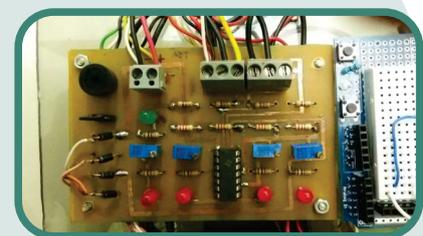
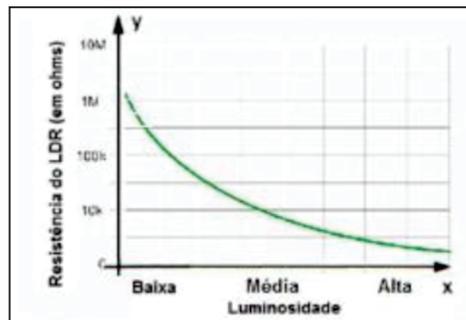


Imagem do circuito do carro-robô  
Autoria própria

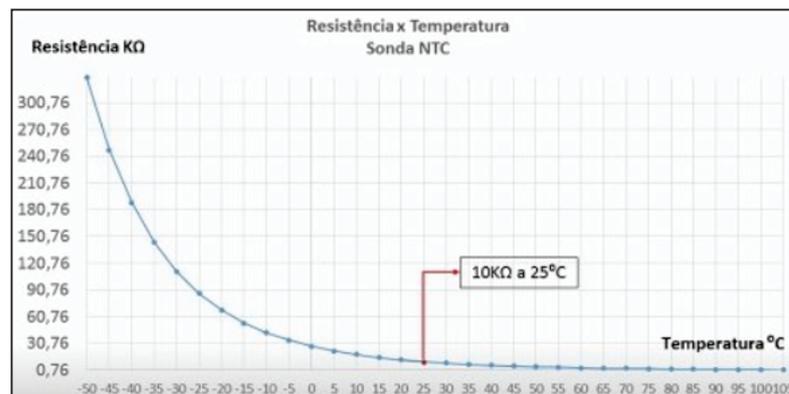


# Curva característica de um resistor não Ôhmico

(imagem sugerida)



Fonte: <http://eletronicaanalogica1.blogspot.com.br/2013/02/aula-06-resistores-nao-lineares.html>



Fonte: <http://www.mundodaeletrica.com.br/sensor-de-temperatura-ntc-ptc/>

As imagens exploram a variação da resistência de acordo com a intensidade luminosa e ou com a variação da temperatura.

Após a leitura da imagem e citação de alguns exemplos com outras possíveis situações, como, acender ou desligar lâmpadas e leds,

envio de mensagens de texto ou numérica em um display. Os alunos devem realizar um novo mapa conceitual sobre o tema resistor e registrar no caderno.

Em seguida, em equipe, responderão a um questionário, sobre o tema trabalhado. Admita um tempo apropriado

para que eles realizem a atividade proposta e façam os apontamentos.

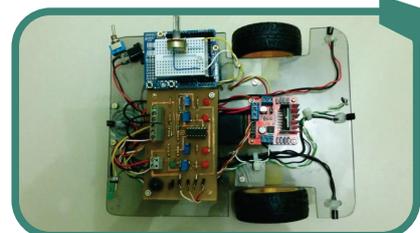
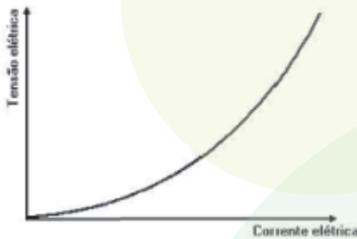


Imagem do carro-robô (vista de cima)  
Autoria própria

## ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS



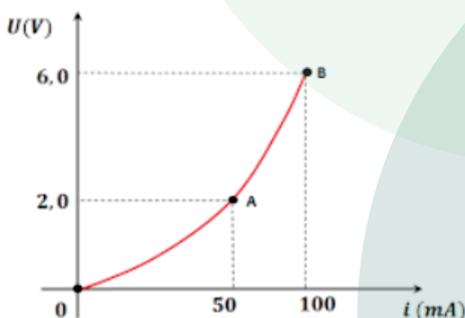
**01** (UFMG) O gráfico a seguir mostra como varia a tensão elétrica em um resistor mantido a uma temperatura constante em função da corrente elétrica que passa por esse resistor. Com base nas informações contidas no gráfico, é correto afirmar que:



Disponível em: <http://pir2.forumeiros.com/>  
Acesso em: 28 abril 2016

- a corrente elétrica no resistor é diretamente proporcional à tensão elétrica.
- a resistência elétrica do resistor aumenta quando a corrente elétrica aumenta.
- a resistência do resistor tem o mesmo valor qualquer que seja a tensão elétrica.
- dobrando-se a corrente elétrica através do resistor, a potência elétrica consumida quadruplica.
- o resistor é feito de um material que obedece a Lei de Ohm.

**02** (Unirio – RJ) Um condutor, ao ser submetido a uma diferença de potencial variável, apresenta o diagrama  $V \times I$  representado abaixo. Sobre esse condutor, considerando a temperatura constante, é correto afirmar que:



Disponível em: <http://www.laboratoriodefisica.com.br/>  
Acesso em: 28 abril 2016

- é ôhmico, e sua resistência elétrica é  $2\Omega$ .
- é ôhmico, e sua resistência elétrica é  $6\Omega$ .
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é  $40\Omega$  quando a intensidade da corrente elétrica é  $0,05\text{ A}$ .
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é  $30\Omega$  quando a intensidade da corrente elétrica é  $2\text{ A}$ .
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é  $60\Omega$  quando a intensidade da corrente elétrica é  $1\text{ A}$ .

**03** A resistência elétrica do corpo de uma certa pessoa é de  $1,0 \text{ M}\Omega$ . Se esta pessoa, estando descalça sobre uma superfície condutora, descuidadamente, encostar a mão num fio desencapado, com um potencial elétrico de  $120 \text{ V}$  em relação à superfície e, em função disso, levar um choque, a intensidade da corrente elétrica que atravessará o seu corpo será de

Disponível em: <https://fisicacepm.files.wordpress.com/>  
Acesso em: 29 abril 2016

- a)  $0,12 \text{ mA}$
- b)  $120 \text{ mA}$
- c)  $0,12 \text{ A}$
- d)  $120 \text{ A}$
- e)  $120 \text{ mA}$

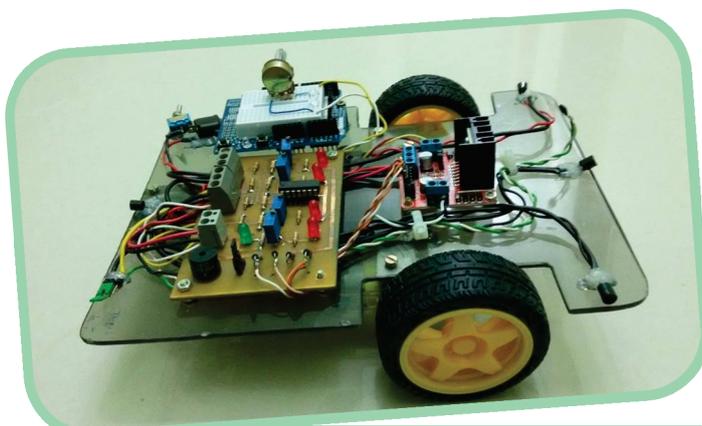


Imagem do carro-robô  
Autoria própria



### Sugestões de leituras complementares para o desenvolvimento da atividade:

- 01** GASPAR, Alberto. Física. São Paulo: Ática, 2005.
- 02** CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. Física. São Paulo: Moderna, 2000.
- 03** FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. Física básica. São Paulo: Atual, 1998.
- 04** MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Física: de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Scipione, 2003