

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO**

GEISLANA PADETI FERREIRA DUMINELLI

ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES

CAMPO MOURÃO

2016

GEISLANA PADETI FERREIRA DUMINELLI

ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (es):

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

CAMPO MOURÃO

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

D888r Duminelli, Geislana Padeti Ferreira

Robótica aplicada ao ensino de resistores / Geislana Padeti
Ferreira Duminelli.--. 2016.
70 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Júnior Schiavon.

Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2016.

Inclui bibliografias.

1. Robótica. 2. Resistores. 3. Física – Ensino Médio 4. Física –
Dissertações. I. Schiavon, Gilson Júnior, orient. II. Batista, Michel
Corci, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Campo Mourão
Lígia Patrícia Torino CRB 9/1278

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da dissertação:

ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES

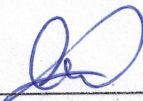
por

Geislana Padeti Ferreira Duminelli

Esta dissertação foi apresentada às 15h50MIN do dia **19 de agosto de 2016** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA, do Programa de **Mestrado** Profissional em *Ensino de Física* do Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campo Mourão - Polo 32 do MNPEF - SBF. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a banca examinadora considerou o trabalho aprovado (aprovado ou reprovado).



Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Prof. Dr. Adriana da Silva Fontes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Prof. Dr. Carlos Henrique Coimbra Araújo
Universidade Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me proporcionado a oportunidade de realizar este estudo.

Aos professores do curso de mestrado, pela dedicação, paciência, contribuição e pela forma de conduzir nossas aulas e atividades, principalmente pelos momentos de consonância e atenção.

Aos colegas de turma aos quais tive uma excelente convivência e troca de experiências durante o curso.

Ao professor Dr. Gilson Júnior Schiavon que me orientou com muita calma, carinho e dedicação.

Ao professor Dr. Michel Corci Batista que me co-orientou com muita tranquilidade, cuidado e afeição.

A todos os meus amigos e amigas, colegas de trabalho que de forma direta ou indireta me incentivaram no decorrer dos estudos.

A meu esposo Cristiano Duminelli que sempre me incentivou, me apoiou em todos os momentos, sempre compreensivo nas ocasiões em que mais precisei.

Ao meu pai Edebar Ferreira e minha mãe Mariza do Carmo Padeti Ferreira por me ofertarem uma extraordinária educação, estudo e muito amor, contribuindo para o meu aprendizado e para o meu futuro.

A meu irmão Gladyson Padeti Ferreira por contribuir para o meu aprendizado nos momentos de lazer em família.

Ao Colégio Estadual Professora Ivone Soares Castanharo por aceitarem em fazer parte deste projeto de pesquisa.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão por me ofertarem essa oportunidade para meu crescimento profissional.

Meu muito obrigada de coração a todos.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino espiritual, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein

RESUMO

ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES

Geislana Padeti Ferreira Duminelli

Orientador (es):

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

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A robótica, como forma de auxílio no ensino de Física, é um dos desafios que a seguinte pesquisa propõe para um grupo de trinta alunos pertencentes ao terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Professora Ivone Soares Castanharo, de Campo Mourão - Paraná. Essa tecnologia visa levar o aluno a questionar, pensar e procurar soluções, fazer uso da teoria associada à prática, utilizando, para tanto, os ensinamentos obtidos em sala de aula, como os conceitos matemáticos e físicos, a vivência cotidiana, ressaltando os relacionamentos interpessoais e os valores sociais. Desta forma, possibilitar ao estudante que seja capaz de interagir com a realidade e desenvolver a capacidade para formular e equacionar problemas.

Pretende-se, com este trabalho, oferecer um ambiente de ensino-aprendizagem estimulante e automotivador com informações teóricas e práticas, fazendo uso da robótica, favorecendo o desenvolvimento de atividades compartilhadas entre alunos e professores, mais especificamente, pretende-se observar a contribuição deste ambiente no entendimento dos conceitos de Física, no Ensino Médio.

O professor, por meio de uma sequência didática criada, desenvolverá estudos sobre um tema específico, neste caso, os resistores ôhmicos e não ôhmicos, utilizando um circuito eletrônico acoplado num carro-robô (protótipo), criado especificadamente para o tema da aula. O conhecimento prévio dos estudantes e suas experiências de vida serão incluídos no contexto da aula. Nesta ocasião, o professor tem a chance de observar as concepções espontâneas dos alunos em relação ao tema. O carro-robô deve ser utilizado como um recurso didático que admitirá ao aluno algumas considerações sobre o presente tema específico estudado, este carro-robô, específico, terá sensores de luz (LDR) e de temperatura (NTC) para que auxilie no seu movimento, contribuindo para o ensino-aprendizagem dos conteúdos conceituais, iniciando neste momento, a discussão sobre a Lei de Ohm e suas aplicações, analisando

a característica da curva de um resistor ôhmico e de um não ôhmico, suas funcionalidades, a abordagem dos cálculos e refletindo sobre o funcionamento do carro-robô.

Esse enfoque, se baseia num ensino por investigação com o auxílio do recurso tecnológico, defendidos pelas teorias de Bachelard (1938), Gil-Pérez (1986), Moreira (1980), Kuhn (1975), onde o aluno desenvolve a argumentação, compartilha as ideias, a troca de exemplos conforme o conhecimento adquirido. Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância do ensino da Física associado a um recurso tecnológico tão rico, que é o uso da robótica em sala de aula.

No que diz respeito ao aprimoramento profissional e pessoal, foi possível revisar a prática pedagógica, a partir da compreensão da importância do processo da proposta investigativa, e não unicamente do resultado da mesma. Além do mais, o experimento trouxe à tona a relevância da contextualização do estudo proposto, e este, por sua vez, contribuiu para a mudança do olhar para com o sujeito da aprendizagem.

O trabalho desenvolvido contribuiu para a apropriação dos conceitos da Física envolvida, demonstrando que estes, associados à robótica pôde favorecer a aprendizagem dos mesmos, por meio de um recurso tecnológico não tão presente no contexto da escola pública.

Palavras-chave: Robótica. Ensino-aprendizagem. Física.

ABSTRACT

ROBOTICS APPLIED TO TEACHING RESISTORS

Geislana Padeti Ferreira Duminelli

Supervisor(s):

Prof. Dr. Gilson Júnior Schiavon

Prof. Dr. Michel Corci Batista

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação at Paraná Federal Technology University no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

ABSTRACT

Robotics ,as a supporting way in the Physics teaching, is one of the challenges that the present research suggests to a group of thirty students who belongs to a third year of secondary education from a Public High School from Paraná State. This technology aims to lead the student to question, to think and search for solutions, to use the theory associated to the practice, using for that the insights obtained in the classroom, such as the math and physics concepts, the everyday experience, pointing out the interpersonal relationships and the social values. Thus, to enable the student that he/she can be able to interact with the reality and develop the capacity to formulate and solve problems.

The teacher through a didatic sequence created, will develop studies about a specific theme, in this case, ohmic and non-ohmic resistors, using an eletronic circuit coupled with a robot car (prototype), specifically created to the lesson theme. The students background knowledge and their life experiences will be included in the lesson context, at this moment, the teacher has the chance to observe the spontaneous conceptions of students about the theme. The robot car must be used as a didatic resource that will admit that the students make some considerations about the studied topic. This robot car, specific, will have light dependent resistors (LDR) and temperature sensors (NTC) to help in its movement contributing to the teaching-learning of the conceptual contents. The discussion about the Ohm Law and its application, analysing the characteristic of the curve of the ohmic resistor and a non-ohmic one, its functionalities, the

approach of calculation and reflecting about the functioning of the robot car. It is aimed with this work to offer an stimulating and automotivator teaching-learning environment with theoretical and practical information, making use of robotics, fostering the development of shared activities between students and teacher, more strongly, it is aimed to observe the contribution of this environment to the understanding of the Physics concepts dealt in the secondary education.

This approach is based on teaching by research with the help of technological resource , defended the theories of Bachelard (1938), Gil-Perez (1986), Moreira (1980), Kuhn (1975), where the student develops the argument, shares the ideas, the exchange of examples as the acquired knowledge. It is an essential process to develop with students and get them to understand the importance of teaching of physics associated with a technological resource so rich, that is the use of robotics in the classroom.

With regard to the professional and personal improvement, it was possible to review the pedagogical practice, from the understanding of the importance of the proposed investigative process, not only the result of it. Moreover, the experiment has brought to light the importance of the context of the proposed study, and this, in turn, helped to change the look with the subject of learning.

The work contributed to the appropriation of concepts of physics involved, demonstrating that these, coupled with robotics could favor learning of them through a technological resource not as present in the context of public school.

Key-words: Robotics. Teaching-learning. Physics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Circuito eletrônico do carro-robô	17
Figura 2 – Carro-robô	18
Figura 3 – Funcionamento do divisor de Tensão com LDR e NTC	33
Figura 4 – Circuito responsável pela comparação da tensão	34
Figura 5 – Placa de acionamento comercial.....	35
Figura 6 – Circuito completo da placa desenvolvida	36
Figura 7 – Conjunto de roda/motor/chassi.....	37
Figura 8 – Ligação dos componentes do robô	37
Figura 9 – Layout da placa de controle do robô (vistas dos componentes).....	38
Figura 10 – Layout da placa de controle do robô (vistas das soldas).....	38
Figura 11 – Placa matriz.....	39
Figura 12 – Lista dos componentes.....	39
Figura 13 – Código de cores	43
Figura 14 – Resistor não linear NTC à esquerda e Resistor não linear LDR à direita da imagem.....	48
Figura 15 – Gráfico da curva de um resistor LDR	51
Figura 16 – Gráfico da curva de um resistor NTC	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esquema de organização dos módulos da sequência didática	29
Quadro 2 – Respostas à questão 01 do questionário – módulo 1	56
Quadro 3 – Respostas à questão 02 do questionário – módulo 1	57
Quadro 4 – Respostas à questão 03 do questionário – módulo 1	59
Quadro 5 – Respostas à questão 04 do questionário – módulo 1	61
Quadro 6 – Respostas à questão 05 do questionário – módulo 1	62
Quadro 7 – Respostas à questão 01 do questionário – módulo 3.....	64
Quadro 8 – Respostas à questão 02 do questionário – módulo 3.....	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. O USO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO	14
2.1 ROBÓTICA COMO RECURSO TECNOLÓGICO	14
2.2 O ENCONTRO DA ROBÓTICA COM A EDUCAÇÃO.....	19
2.3 ENSINO DE FÍSICA E A ROBÓTICA.....	20
2.3.1 Ensino por investigação	23
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	25
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	26
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	27
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES	28
4.1 APLICAÇÕES DOS RESISTORES NO PROTÓTIPO	28
4.2 APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS	28
4.3 ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS	29
4.4 O ESTUDO DOS RESISTORES.....	30
4.5 CONFECÇÃO DE UMA PLACA PARA FUNCIONAMENTO E MONTAGEM DO ROBÔ	32
4.6 ENCAMINHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	41
5. RELATO DE EXPERIÊNCIA	54
5.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL APLICADO.....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERENCIAS.....	69
APÊNDICES	72

1 INTRODUÇÃO

A educação sofre transformações advindas de várias modificações políticas, sociais, econômicas e tecnológicas, que incidem no cenário mundial. De acordo com Penteado (1999, p. 297), “grandes transformações estão ocorrendo no setor industrial, nas relações de trabalho, na maneira de viver do homem e nos modos de conhecimento, em razão do desenvolvimento das máquinas informatizadas”. Os indivíduos vivem numa sociedade em que a informação é obtida com muita velocidade, as distâncias se tornaram menores, o movimento, a imagem, o espaço e o tempo possuem um novo julgamento. Nessa sociedade, a educação é vista como um desafio, especialmente, quando se almeja desenvolver algumas competências nos estudantes para que estejam em “sintonia” com esse novo panorama que se compõe. Segundo Perrenoud (2000), competência é “a capacidade de mobilizar vários recursos cognitivos para afrontar um tipo de circunstância”. Em meio a essas competências, o autor faz alusão a: informar e informar-se, comunicar-se, expressar-se, argumentar logicamente, manifestar preferências, apontar contradições.

Nesse contexto, Miskulin (1999) alude que,

o novo papel da Educação é: proporcionar o desenvolvimento pleno e integral do sujeito, formar indivíduos críticos, conscientes e livres, possibilitando-lhes a relação com as tecnologias, para que eles não percam a dimensão do desenvolvimento tecnológico que perpassa o país (p.41).

São vários os recursos com os quais se pode trabalhar no âmbito educacional, um dos instrumentos que o professor pode explorar para obter os desígnios em sala de aula é o uso dos recursos tecnológicos. Para Miskulin (1999), as tecnologias não vêm apenas para motivar as aulas, mas incidem, sobretudo, em um maravilhoso e poderoso meio para propiciar aos alunos novos formatos de conduzir e difundir o conhecimento.

O uso das tecnologias abre perspectivas durante as aulas, revela-se como uma ferramenta útil para a prática de projetos como de leituras de artigos, documentários, análise gráfica, experimentos, vídeos, contribuindo para o objetivo da disciplina durante o percurso do ano letivo. Para Vygotsky

(1984), o estudante necessita ser desafiado para que possa aprender de maneira eficaz, por isso, se faz tão importante levar em consideração o conhecimento prévio do aluno, para que aconteça um envolvimento pleno, interagindo assiduamente no contexto proposto durante a aula pelo professor.

Neste processo, o papel do professor, é ser um mediador do conhecimento, contribuindo para que o aluno atinja sua potencialidade máxima, prevalecendo-se de todos os benefícios educacionais que os recursos tecnológicos podem proporcionar, alinhando método e metodologia na busca de um ensino mais interativo e significativo.

Um desses recursos riquíssimos é o uso da robótica em sala de aula. Nesse ambiente, o professor precisa descobrir maneiras de instigar a aprendizagem dos alunos, ensinando-os a lidar com a sobrecarga cognitiva que, seguramente, está associada ao volume excessivo de informações. Neste contexto, constitui-se a experiência de aprender, no que tange às várias formas de interação e colaboração possibilitadas pela Internet, e, sobretudo, sendo um educador capaz de estear a aquisição, por parte dos alunos, dos instrumentos cognitivos dos quais estes necessitarão para criarem futuros mecanismos inteligentes que contribuam para os afazeres da sociedade moderna.

A terminação robótica implica em construir e/ou utilizar robôs ou outros mecanismos que desempenhem funções autonomamente, com certa precisão em seus movimentos, podendo ser constituídos por materiais de baixo custo, componentes eletrônicos e peças de brinquedos. A robótica precisa se tornar uma aliada para desenvolver o pensamento científico no aluno, pois para manuseá-la exige-se a necessidade de se aprofundar nos conceitos da disciplina para que os robôs funcionem. Desta forma, os alunos elaboram hipóteses e modificam o andamento do pensamento quando cometem algum erro. Do aspecto do aprendizado, essa trajetória é mais excitante do que receber respostas prontas. Kuhn (1991), evidencia que a descontinuidade do conhecimento científico progride, então, por rupturas e não pelo acúmulo do saber. É testando, formulando hipóteses, analisando os resultados que os alunos vão adquirindo conhecimento e os relacionando para o seu convívio familiar, social e profissional.

Para Lopes e Fagundes (2006),

Esta aprendizagem proveniente da elaboração e construção de robôs, permitem ao sujeito enriquecer seus esquemas de significação com novos esquemas de representação lógico-matemáticos, linguísticos e estéticos, elementos essenciais da aprendizagem. (LOPES; FAGUNDES, 2006, p. 2).

Segundo César e Bonilla (2007), a utilização de materiais de baixo custo e componentes eletrônicos, podem ser uma estratégia alternativa para a robótica na escola. Por exemplo, dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais, como eixos, engrenagens, roldanas, cabeamentos, bornes de ligação, resistores, transistores, reguladores de tensão, entre outros, são elementos fundamentais para a prática experimental de robótica.

Neste contexto, o presente trabalho propõe a construção de um carro-robô que se movimenta com o auxílio de sensores não lineares e componentes eletrônicos de baixo custo conectados a uma placa de circuito impresso contendo um circuito eletrônico específico para este protótipo, tendo como objetivo principal oferecer um ambiente de ensino-aprendizagem estimulante e automotivador com abordagens teóricas e práticas dos conceitos de Física, favorecendo o desenvolvimento de atividades corriqueiras, contribuindo no estudo e aplicação de instrumentos tecnológicos acessíveis à realidade das escolas públicas brasileiras, podendo tais recursos serem utilizados em situações de ensino-aprendizagem por meio da robótica.

O presente trabalho está disposto da seguinte maneira: o capítulo 1 refere-se à introdução do proposto projeto educacional; o capítulo 2 apresenta um breve apanhado histórico do uso da robótica na educação e o estudo do ensino por investigação; o capítulo 3 discute a base em que o presente trabalho está pautado, pesquisa-ação e o uso de recursos tecnológicos; o capítulo 4 descreve a sequência didática desenvolvida utilizando o protótipo do carro-robô; o capítulo 5 exhibe os relatos de experiência referente à aplicação deste produto educacional na escola.

2 O USO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

2.1 ROBÓTICA COMO RECURSO TECNOLÓGICO

As inovações tecnológicas da informação estão presentes em vários setores dessa sociedade, nos supermercados, no comércio, em repartições públicas, nas escolas, nas ruas, nas casas e escritórios. Mesmo sem perceber, deparamo-nos com essa tecnologia, quando vamos assistir à televisão, quando falamos ao celular, ao irmos ao banco e, até mesmo, quando elegemos nas urnas nossos representantes públicos.

Neste contexto atual, a informação transformou-se no objeto mais importante para o desenvolvimento econômico, político e social de cada país, de cada região, de cada sujeito. O maior desafio, presentemente, é possibilitar que a população de baixa renda, ou com poucas oportunidades de acesso a estes recursos, utilize esta tecnologia e a informação em seu benefício para transformar a sua realidade e a da comunidade onde vive.

Mais relevante, é produzir e fazer com que o conteúdo de qualidade circule para estimular a participação social desses indivíduos na rede. Um simples acesso não significa que a informação seja processada, assimilada, e que se transforme em conhecimento. Mas, sim, que esse acesso tenha o intuito de contribuir com o professor no que se refere à utilização de computadores, *softwares*, como ferramentas de ensino.

O sistema educacional vigente está defasado em relação àquilo que estudos científicos já definiram sobre como funciona a mente humana, principalmente, relacionados aos processos de aprendizagem e às tecnologias hoje disponíveis no mercado, e que ainda não são utilizadas para fins educacionais.

Alia-se a isso o fato de que, a escola está sofrendo uma crise funcional e a desmotivação presente entre alunos e suas famílias. É nítido ver muitos adolescentes finalizando seus estudos ao nível básico, despreparados para atuarem no mundo do trabalho e para a vida. As famílias muitas vezes estão desestruturadas, os pais não conseguem motivar seus filhos a estudarem,

possuírem uma carreira profissional digna, muitas vezes, deixam de ensinar os verdadeiros valores da vida, o que leva a escola a assumir responsabilidade ainda maior, exigindo dos professores esforço e dedicação, como em nenhuma outra época.

Conforme Papert (2008), presentemente, a sociedade vive numa era em que a tecnologia da informação tem transformado os processos de comunicação, abreviando e agilizando-os, fazendo com que as metodologias tradicionais do aprendizado e exercício da leitura estejam caindo em desuso e outros métodos novos não estão admitindo o seu papel. Tem-se perdido o domínio do uso da palavra e, como o cérebro trabalha principalmente com palavras, o nível da clareza mental tem decaído em passo acelerado, incapacitando muitos até para lerem um simples manual técnico.

Para que seja obtida uma educação de qualidade, é preciso resgatar o respeito mútuo em sala de aula, oferecer aos professores reconhecimento e apoio para que se sintam motivados e motivem seus alunos a, por exemplo, aderirem ao hábito da leitura, de estabelecerem uma rotina de estudos, mostrando aos jovens uma visão mais real e otimista da vida, a fim de adquirirem interesse na produção científica e em sua aplicabilidade, conscientizando-os para a necessidade do contínuo aprendizado e aprimoramento pessoal.

Estimular e ensinar as novas gerações a ler, escrever e utilizar recursos tecnológicos e das mídias, não é tão simples quanto parece. É preciso despertá-las e prepará-las para assumirem uma posição de cidadão cuidador do ambiente em que vivem, com a perspectiva de conquistar e estabelecer um futuro sustentável. É necessário adotar uma estratégia de fortalecimento para os educandos, para que estes possam ansiar por uma vida de maior qualidade, para que obtenham crescimento pessoal, que se sintam seguros e comprometidos com tudo aquilo que faz parte do seu dia a dia.

Atualmente, grandes investimentos ocorrem em pesquisas que abarcam a área da computação, em especial, o campo da robótica. Usadas principalmente na automação, a partir de recursos como braços mecânicos, por exemplo, que manuseiam materiais pesados e com extraordinária precisão, num trabalho que seria extremamente demorado se fosse executado pelo ser

humano; em experimentos nucleares ou exploração em regiões arriscadas; no campo da medicina, tem-se produzido a realidade de maneira virtual, conectada à robótica, no aprendizado de diversos procedimentos cirúrgicos. Um exemplo interessante, que se pretende desenvolver, é a elaboração de um “cadáver virtual”, em que estudantes de medicina possam realizar autópsias e estudos de anatomia sem danificar o corpo e sem depender de cadáveres, cujo acesso é cada vez mais difícil. Outro campo interessante é na área do entretenimento, ou seja, o mundo da diversão, a realidade virtual pode ser avaliada como a mais nova sensação. Entretanto, diariamente busca-se aperfeiçoá-los, deixando cada vez mais próximos da realidade. No setor militar, tem se pensando muito em estabelecer robôs, principalmente, para atuarem em situações de guerra, poupando, dessa forma, a vida humana.

Para se trabalhar com robôs, é preciso realizar a montagem de um circuito, pode-se realizar a programação do mesmo, ou melhor, definir a trajetória no espaço, na qual o manipulador é comandado a mover-se. Este movimento pode incluir várias outras atuações, como o recebimento de sinais dos sensores.

Outro aspecto interessante que tem ocorrido, é o uso da tecnologia em brinquedos para as crianças, tem aumentado os materiais de laboratórios nas escolas, cada vez mais comum a utilização do projetor multimídia, a lousa digital nas salas de aula. A apropriação desses recursos tem contribuído para a evolução digital, desde a Educação Infantil ao Ensino Médio.

Os recursos tecnológicos não se limitam a representar o suporte de intermédio entre o conhecimento e aluno, mas, sim, fazer muito mais em prol do conhecimento. Aplicar, no ensino o uso da robótica, amplia a capacidade de trabalhar em equipe e auxilia no desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes, com a criação e programação dos robôs.

Um dos recursos de robótica que será aplicado na escola é o uso de componentes eletrônicos inseridos em um circuito eletrônico que faz parte do conceito de *hardware* livre. Um circuito capaz de realizar várias tarefas que possui sistemas analógicos ligados a sensores. Ele permite que percebam a realidade e respondam com ações físicas. Este é fundamentado em uma placa feita de uma base não condutiva, como por exemplo, de fenolite ou fibra de

vidro e com uma cobertura de cobre (vide Figura 1). Durante a elaboração da placa, todo o cobre, com exceção daquele que fará as conexões dos componentes, é retirado. Este material estimula a concentração e a criatividade, aperfeiçoa técnicas de design e mecatrônica, promovendo também a interdisciplinaridade.

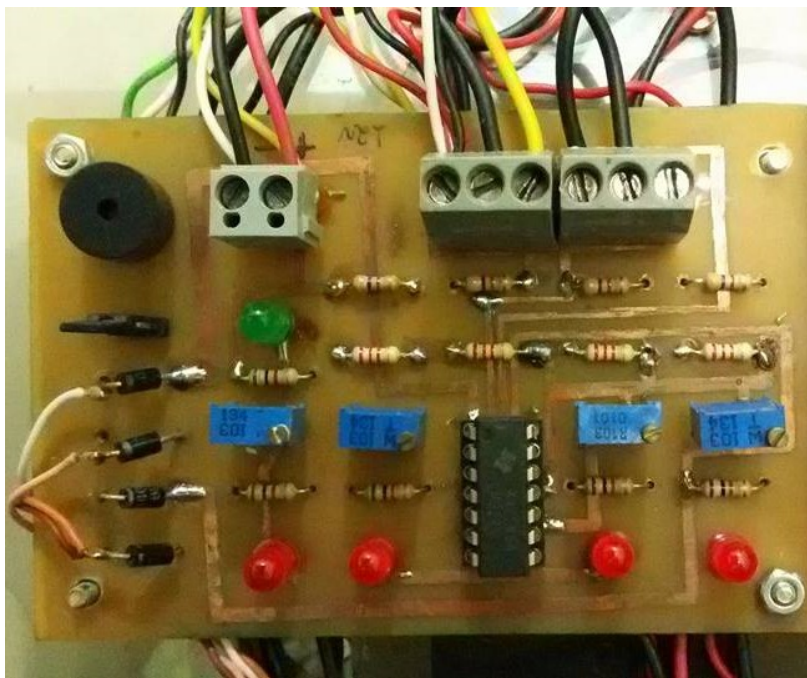


Figura 1: Circuito eletrônico do carro-robô.
Fonte: Autoria própria.

O circuito eletrônico desenvolvido, que pode ser visto como um circuito simples é capaz de mensurar variáveis do ambiente externo, transformadas em um sinal elétrico correspondente, através de sensores ligados aos seus terminais de entrada. Em seguida, com a informação, acontece o processamento e posteriormente movimento do carro-robô.

A ideia fundamental é instigar o estudante com um desafio, abordar o tema resistores relacionado a um experimento robótico, como, por exemplo, um carro-robô que se movimenta para frente e gira para os lados devido aos sensores de luz e de temperatura, envolvendo vários conteúdos da Física (ver figura 2). Em feiras de ciências escolares, por exemplo, torneios, campeonatos, é muito comum visualizar projetos que modelam um problema supostamente real e necessário, apresentando roboticamente a solução para o mesmo.

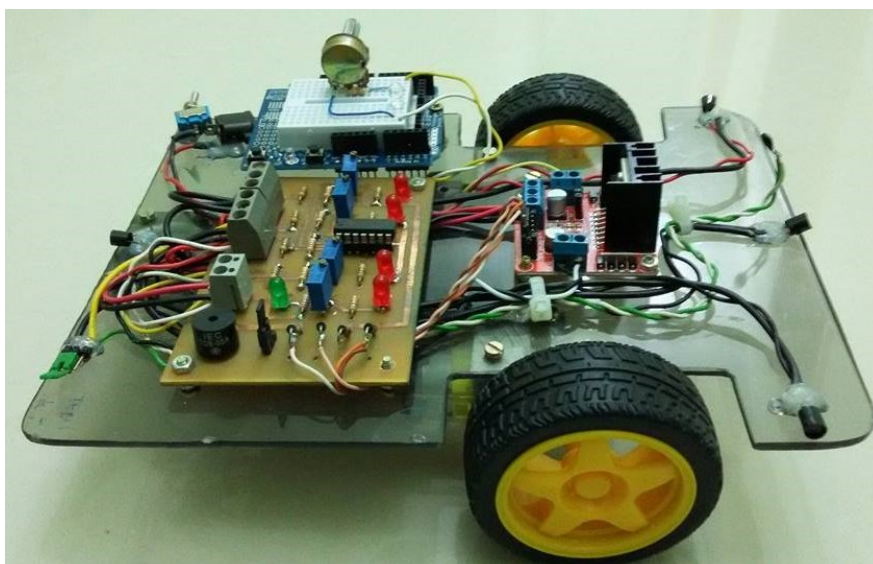


Figura 2: Carro-robô.
Fonte: Autoria própria

O estudante é movido a pensar no cerne do problema, assimilando-o para, posteriormente, adaptá-lo em sua perspectiva de conhecimento. E o professor, desta forma, não é mais um indivíduo singular provedor de conhecimentos, e sim se torna um parceiro no processo de aprendizagem do aluno.

A princípio, parece que a robótica beneficia apenas os aspectos tecnológicos da escola. No entanto, numa ponderação mais profunda, demonstra que o estabelecimento de relações humanas do aluno com seus colegas e professores é estimulado com o trabalho em equipe. Diferentemente da prática experimental, por vezes solitária, de navegar na internet ou utilizar numerosos aplicativos. A robótica pleiteia forte integração entre as pessoas presentes em uma sala de aula, porque abrange vários campos do conhecimento humano.

O uso da robótica atrelada ao conhecimento de Física se torna um instrumento imprescindível para a compreensão do mundo estabelecido pelo campo da eletrônica, favorecendo a formação da cidadania do estudante. Espera-se que o ensino de Física contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que admita ao sujeito a compreensão dos fatos, fenômenos e procedimentos naturais, posicionando e dimensionando a interação do ser

humano com a natureza e com o próprio homem, como parte da natureza em modificação.

2.2. O ENCONTRO DA ROBÓTICA COM A EDUCAÇÃO

A história da robótica na educação surge com o aparecimento dos computadores no âmbito escolar. Por volta dos anos 70, inicialmente nos Estados Unidos, e, somente na década de 80, eles passaram a ser implantados no Brasil. Segundo Papert (2008), as experiências iniciais com o computador nos estabelecimentos educacionais tinham como finalidade a realização de atividades de programação, abrindo-se uma janela de oportunidades pedagógicas.

É nesta nova visão que se despontam as discussões sobre como e por que utilizá-los. Os computadores começam a aflorar e também as preocupações de vários teóricos com as consequências originadas pela implantação das máquinas na escola. Papert (1985, 2008) é um dos teóricos da linha, desejoso pelo “sonho informático”, em que, para este, os computadores são portadores de infinitas ideias e de sementes de transformação cultural, capazes de auxiliar na constituição de novas relações com o conhecimento.

A vinda dos computadores para a educação expandiu as possibilidades no ensino-aprendizagem, ganhando novos entornos, como a criação de um mundo abstrato e simbólico que permite testar ideias e hipóteses, além de proporcionar diferentes formas de interação entre pessoas e suas máquinas de computar. (PAPERT, 1985, p. 18). O autor difunde a utilização do computador, sendo possível criar, com capacidade de simular equações, imagens e comandos acessíveis a qualquer idade e podendo abranger qualquer ciência. Para Papert (1985), o uso dessa ferramenta, admite que alunos se tornem criadores de conhecimento, interferindo no aprendizado e nas reflexões, quando se utiliza o computador para a aprendizagem.

Trabalhar com robótica inclui manusear peças de plástico ou metálicas, componentes eletrônicos, motores, sensores, engrenagens, eixos, rodas, materiais de baixo custo, e tantos quanto a criatividade puder operar na construção de um robô. Existem muitos kits específicos no mercado para utilização de montagens de experimentos de robótica para as aulas de Ciências e de Física. Criar momentos de aprendizagem fazendo uso destes recursos, propiciam o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do aluno, permitindo que os estudantes busquem solucionar o desafio proposto para aquele ambiente.

Esta nova prática trouxe para a educação brasileira uma nova realidade, para o ensino da disciplina de Física e até mesmo para a disciplina específica de robótica que muitos colégios possuem. Neste método o aluno se torna o centro do processo e aplica sua imaginação, seu conhecimento e aptidão, inferindo no experimento. Não se limitando apenas a fornecer respostas sobre fato ocorrido, sobre sua observação, mas também analisar, sua própria ação, durante o experimento. Pois, o importante é sempre desafiar o aluno de forma que este possa desenvolver por meio de sua imaginação e criatividade algo que possa ampliar suas habilidades, e talentos.

2.3 ENSINO DE FÍSICA E A ROBÓTICA

O processo de constituição do conhecimento físico é um procedimento histórico, produzido em sociedade, associado com várias maneiras de expressão da arte, da escrita, da fala e até mesmo de cálculos, ou seja, de qualquer obra humana. É importante reconhecer, portanto, que o conhecimento da Física não é o objetivo final, e, sim, parte do processo, um instrumento para compreensão do mundo, podendo ser prático, admitindo suplantar o interesse referente ao conteúdo proposto, ou ao desafio determinado, contribuindo para o aluno em sua identidade, tornando-o mais criativo, sociável e com autonomia para a tomada de decisões e até mesmo aprimorando suas habilidades (LDB, 1996 – Ensino Médio).

Uma característica da disciplina de Física é o fato de trabalhar com conceitos abstratos. É comum encontrar alunos mencionando sua dificuldade em associar a teoria com a aplicação prática. Por isso, um dos objetivos deste projeto, é utilizar um protótipo, carro-robô, para elaborar uma proposta de ensino de Física que esteja vinculada à experiência habitual dos alunos, apresentando a eles a disciplina de Física como um instrumento de melhor apreensão e ação na realidade. A ideia é proporcionar condições para que o ensino desta matéria aconteça de maneira mais participativa, para que estudantes e professores troquem experiências, ideias, instalando desta forma, uma aprendizagem coletiva, e, com isso, um verdadeiro e aprimorado conhecimento sobre o assunto em questão. Acredita-se que o ambiente de ensino de robótica é favorável ao levantamento de hipóteses, que serão aceitas ou não no decorrer dos experimentos. Paulo Freire (1996) afirma que a reflexão mais completa que se pode fazer “se dá na história dada e na história dando-se”, justamente porque os conhecimentos nascem nas relações de produção da existência humana que se dá pela inter-relação do ser humano com a natureza, com o outro e consigo mesmo. Tudo isso recheado de movimentos contraditórios, tensões, conflitos, porque os interesses são diversos e se fazem presentes o tempo todo (por exemplo, intenções sociais, políticas, econômicas, ideológicas).

Para fazer esta reflexão na escola, a totalidade do conteúdo histórico transforma-se em conteúdo escolar, e é ensinado aos alunos através da contextualização. Frigotto (1993), diz que o conteúdo da disciplina é um recorte histórico, político, cultural e que ao ser trabalhado, precisa ser analisado em suas múltiplas determinações, para que, mesmo delimitado, não perca o sentido da totalidade. Ao trabalhar o conteúdo escolar, professores e alunos precisam fazer um “passeio” sobre os fatos históricos, sociais, políticos, culturais, econômicos, não de forma imediata, mas dialética (movimento).

Ainda, segundo Frigotto (1993), somente trabalhando o conhecimento na totalidade, pode-se fugir de um currículo disciplinar mecanicista, conteudista, livresco, decoreba, empírico, fragmentado, que trata da aparência e não da essência (não se sabe a causa, o porquê das coisas serem como são). De acordo com Gasparim (2002), diz que o saber pedagógico precisa dar conta de

permitir compreender os conhecimentos em suas múltiplas facetas dentro do todo social. Cada conteúdo é compreendido não de forma linear (como a concepção tradicional propõe), mas em suas contradições, em suas ligações com outros conteúdos da mesma disciplina ou de outras (interdisciplinaridade). Assim, cada parte, cada fragmento do conhecimento só adquire seu sentido pleno à medida em que se insere no todo maior de forma adequada.

Para Leontiev (1983), a partir da Teoria Histórico-Cultural da escola de Vigotsky, cria-se a Teoria Psicológica da Atividade, que nasceu da compreensão de que o homem, na produção de sua existência, foi criando instrumentos, símbolos, linguagem e cultura, ao ser colocado em situação de sobrevivência. Por conta disso (da sobrevivência), nasceram as necessidades humanas de alimentar-se, proteger-se do frio, defender-se dos animais silvestres, etc. Tudo o que o homem criou é considerado atividade (trabalho). Aqui surge o conceito ampliado de trabalho enquanto produção da existência humana. Por fim, a teoria de Leontiev está ligada à intencionalidade do ato de aprender e de ensinar, que não podem ser espontâneos, inconscientes, sem reflexões profundas, mas conscientes e, portanto, intencionais, cheios de reflexões constantes que levam à totalidade. O mesmo, Leontiev (1983), afirma, ainda, que o processo de aprender não é natural ou imediato. Esse processo é construído na mediação, pois é isso que propicia a humanização do homem, capacitando-o para intervir na sociedade, porque reflete e entende a atividade humana, instrumentalizando-o para a busca de melhores condições objetivas de vida.

As aulas de Física acompanhada do recurso tecnológico da robótica aconteceram em uma turma de terceiro ano do ensino médio em três momentos, com duas aulas cada um, abordando o conceito de resistores. Foram apresentados os objetivos do uso dos resistores em um circuito eletrônico, suas funcionalidades e outras possíveis aplicações no cotidiano envolvendo o uso da robótica. Esta, por sua vez, verá as aplicações práticas dos resistores ôhmicos e não ôhmicos ao observar o movimento do carro-robô, juntamente com as abordagens teóricas. A turma foi dividida em equipes, geralmente composta por três ou quatro alunos, exercendo funções diferentes no momento da explanação do carro-robô. O que exige interpretação, boa

leitura e resolução de cálculos, raciocinando na solução do problema, respondendo às perguntas dos questionários propostos na sequência didática.

2.3.1 Ensino por Investigação

Este projeto de pesquisa está pautado no método de ensino por investigação. Aos quais, há uma enorme variedade de definições, em que cada autor dá sua contribuição para o estudo do ensino por investigação. São várias as perspectivas descritas, por exemplo, conforme Carvalho (2002, p. 34), se dá a partir da importância de um problema para o início da construção do conhecimento, ou seja, propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo, propondo condições para que se possa raciocinar e organizar seu conhecimento.

Segundo Piaget (1976), qualquer novo conhecimento tem início em um conhecimento anterior, desta forma, o problema, ou a questão, pode abranger um jogo, experimento, um texto de revista ou jornal, uma imagem ou figura de sites indicados na internet para a construção de um conceito. Muitas vezes, é difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto.

Vigotsky (1984), dá valor ao papel do professor na construção do novo conhecimento, norteado com questões que orientarão para essa construção. A aprendizagem se fará de acordo com o direcionamento que o professor administrará durante as aulas, os instigando para a reflexão do recurso utilizado para o estudo do conteúdo proposto.

A posição de Bachelard (1938), propõe que todo o conhecimento é a resposta de uma questão. Devendo ser dentro de sua cultura, sendo interessante para os alunos, de tal forma, que se envolvam na busca de uma solução e na busca desta solução deve-se permitir que exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto. Assim as questões do professor devem levá-los a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios.

Assim, iniciar por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático, após a resolução do problema, é interessante sugerir uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos, podendo ser um mapa conceitual, questões norteadoras, leitura de um texto, quando os alunos podem futuramente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram quando resolveram o problema.

Uma outra atividade sequencial é a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, fazê-los sentir a aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Para Gil-Pérez (1986), o ensino que tenha por objetivo a compreensão de aspectos da natureza da ciência está fundamentado na necessidade de mudanças, sejam elas no campo conceitual ou metodológico, dos próprios professores, para que então possa ser levado aos estudantes. O autor caracteriza esta mudança como uma inserção em um ensino denominado ensino por investigação.

O aluno desenvolve a argumentação, a comunicação dos resultados, compartilha as ideias, a troca de exemplos e analisa se o conhecimento é válido, apropriado. Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância de uma comunidade científica e o rigor científico, como se processa a construção do conhecimento científico.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa qualitativa, por apresentar uma característica marcante desta modalidade de pesquisa, pois a coleta dos dados foi feita de forma interpretativa, processual e investigativa, envolvendo trinta alunos do terceiro ano do Ensino Médio pertencente ao período diurno do Colégio Estadual Professora Ivone Soares Castanharo de Campo Mourão – Paraná.

O Colégio Estadual Professora Ivone Soares Castanharo, um dos mais atuantes de Campo Mourão, completou 25 anos no dia 14 de março de 2013. Situado na zona leste da cidade, o estabelecimento oferta Ensino Fundamental e Médio Regular, além da Educação de Jovens e Adultos, totalizando nos três períodos de funcionamento cerca de 1.000 alunos. Atualmente seus diretores são Tania Aparecida Chrastek Sidinei e Pedro Patrício.

O nome inicialmente dado foi Escola Estadual Jardim Tropical, sendo em 1991 alterado para Prof^a Ivone Soares Castanharo, como forma de homenagear uma atuante educadora do nosso município precocemente falecida. O colégio conta com laboratórios (Química, Física e Biologia, além de Informática); quadra poliesportiva coberta, além de salas de aula com TV e vídeo. Possuindo vários projetos no decorrer do ano, tais como, Projeto 100% Cultura que é desenvolvido por todo corpo docente e discente do Estabelecimento; Projeto de Iniciação Científica – desenvolvido em conjunto com a Faculdade Integrado e a Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão; PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência com os professores da área de Língua Portuguesa e Geografia, em parceria com a Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão; ACC Atividade Curricular Complementar Horta Escolar com a disciplina de

Ciências; Projeto de Combate ao Bullying “Galera da PAZ” – com professores da área de Língua Portuguesa.

Este, por sua vez, pauta-se em uma metodologia característica da pesquisa-ação, pois exige a colaboração entre os sujeitos da pesquisa, proporciona um aspecto inovador, contribuindo para a criatividade, reflexão crítica e desenvolve a comunicação, causando uma transformação no educando e conseqüentemente no educador. Segundo Elliot (1991, p.17), “a pesquisa-ação é um processo que se codifica continuamente, é uma prática reflexiva de ênfase social que se investiga e do processo de se investigar sobre ela”. Por isso, os objetivos de uma pesquisa-ação são importantes no que se diz respeito a diagnosticar uma situação prática ou um problema que se quer aprimorar ou solucionar. E até mesmo, concentra-se em formular estratégias de ação e pondera sua eficiência.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram trabalhados uma parte do conteúdo da Eletrodinâmica (Resistores ôhmicos e Resistores não ôhmicos), que decorrem do conteúdo estruturante e específico da disciplina de Física, aplicadas de forma experimental, com o uso de questionários, avaliando a apropriação de conceitos físicos por meio das atividades, observando a interação da equipe com o recurso tecnológico utilizado e as listas de cálculos.

A disciplina de Física tem carga horária de duas aulas semanais e para o desenvolvimento dessa pesquisa foram ministradas seis aulas que ocorreram uma vez na semana, às quartas-feiras, e tiveram duração total de cem minutos cada semana, transcorrendo das oito horas e vinte minutos até às dez horas da manhã.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Verificar o potencial pedagógico de uma sequência didática, sobre o estudo de resistores lineares e não lineares, utilizando um carro-robô, em uma turma da terceira série do Ensino Médio de uma instituição pública da cidade de Campo Mourão – Paraná.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para o desenvolvimento do corrente projeto, foram utilizados como instrumentos de coletas de dados o recurso tecnológico (carro-robô), para que os educandos pudessem observar a aplicação de um resistor linear e de um não linear, dois questionários referentes ao movimento do protótipo e duas listas de cálculos, relacionadas à primeira Lei de Ohm aplicadas aos resistores ôhmicos e não ôhmicos.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES

4.1 APLICAÇÕES DOS RESISTORES NO PROTÓTIPO

Esse estudo dos resistores foi trabalhado com os alunos de maneira prática, por meio do protótipo carro-robô, a partir da construção do circuito eletrônico contendo resistores ôhmicos e não ôhmicos, para que o mesmo pudesse se movimentar e os alunos conseguissem visualizar as aplicações e funcionalidades deste específico componente eletrônico estudado.

Para cada resistor não ôhmico utilizado no carro-robô, no circuito eletrônico um led acenderá como forma de resposta ao comando recebido ao incidir luz sobre o resistor não ôhmico LDR ou variar a temperatura próximo ao resistor não ôhmico NTC, assim será possível visualizar quais resistores ôhmicos estão em funcionalidade com os resistores não ôhmicos distribuídos no corpo do carro-robô.

4.2 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.

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.

4.3 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

4.4 O 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 e aliado as 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, conforme (I):

$$V = R \cdot i \quad (I)$$

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 (Ω).

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 resistor específico 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.

4.5 CONFECÇÃO 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:

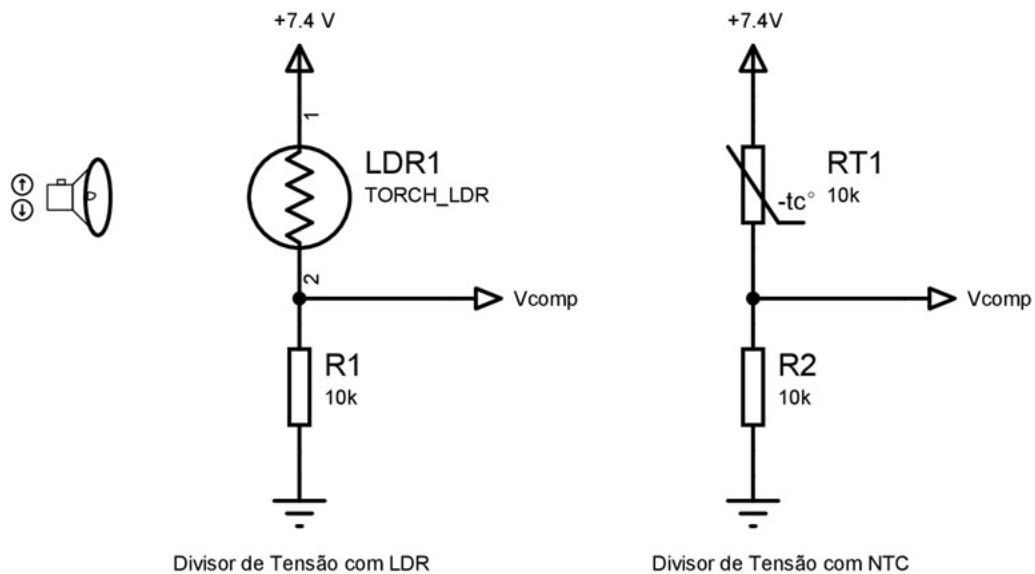


Figura 3: Funcionamento do divisor de Tensão com LDR e NTC.
 Fonte: Autoria própria.

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 R_1 a qual está sendo utilizada para comparação, uma vez que $V_{R1} \approx V_{comp}$, 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 em função 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 R_2 a qual está sendo utilizada para comparação, uma vez que $V_{R2} \approx V_{comp}$, pois a tensão total do divisor de tensão ($V_{RT1} + V_{R2}$) é sempre de 7,4 V.

Equação do divisor de tensão, conforme (II):

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in} \quad (II)$$

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: (Datasheet, ver anexo), que pode ser adquirido em qualquer loja de componentes eletrônicos. A figura a seguir apresenta o circuito responsável pela comparação da tensão.

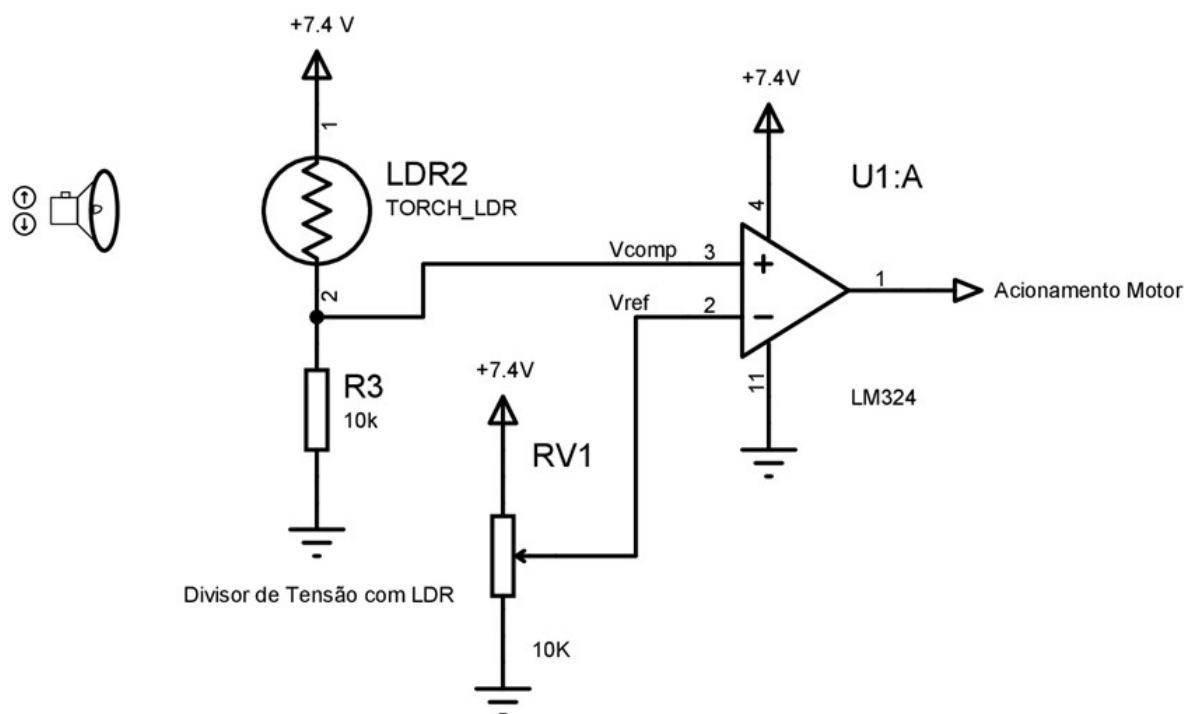


Figura 4: Circuito responsável pela comparação da tensão.
Fonte: Autoria própria.

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,

consequentemente 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.

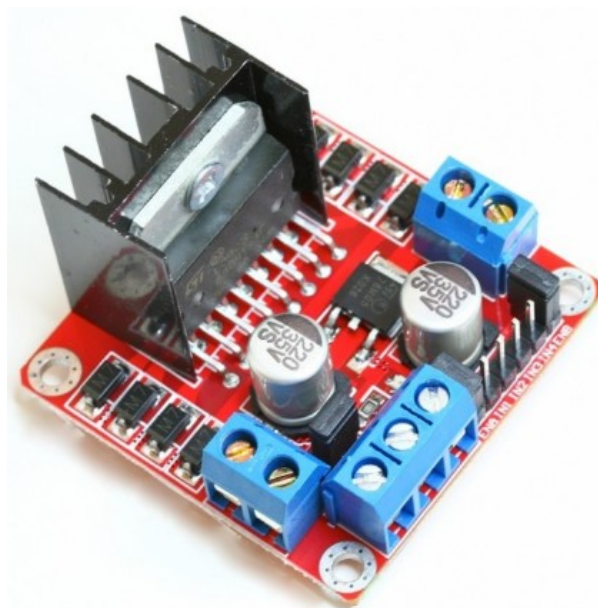


Figura 5: Placa de acionamento comercial.
Fonte: Autoria própria.

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 adiante será apresentado o esquema de ligação entre as placas, motores e baterias. A figura a seguir apresenta o circuito completo da placa desenvolvida.

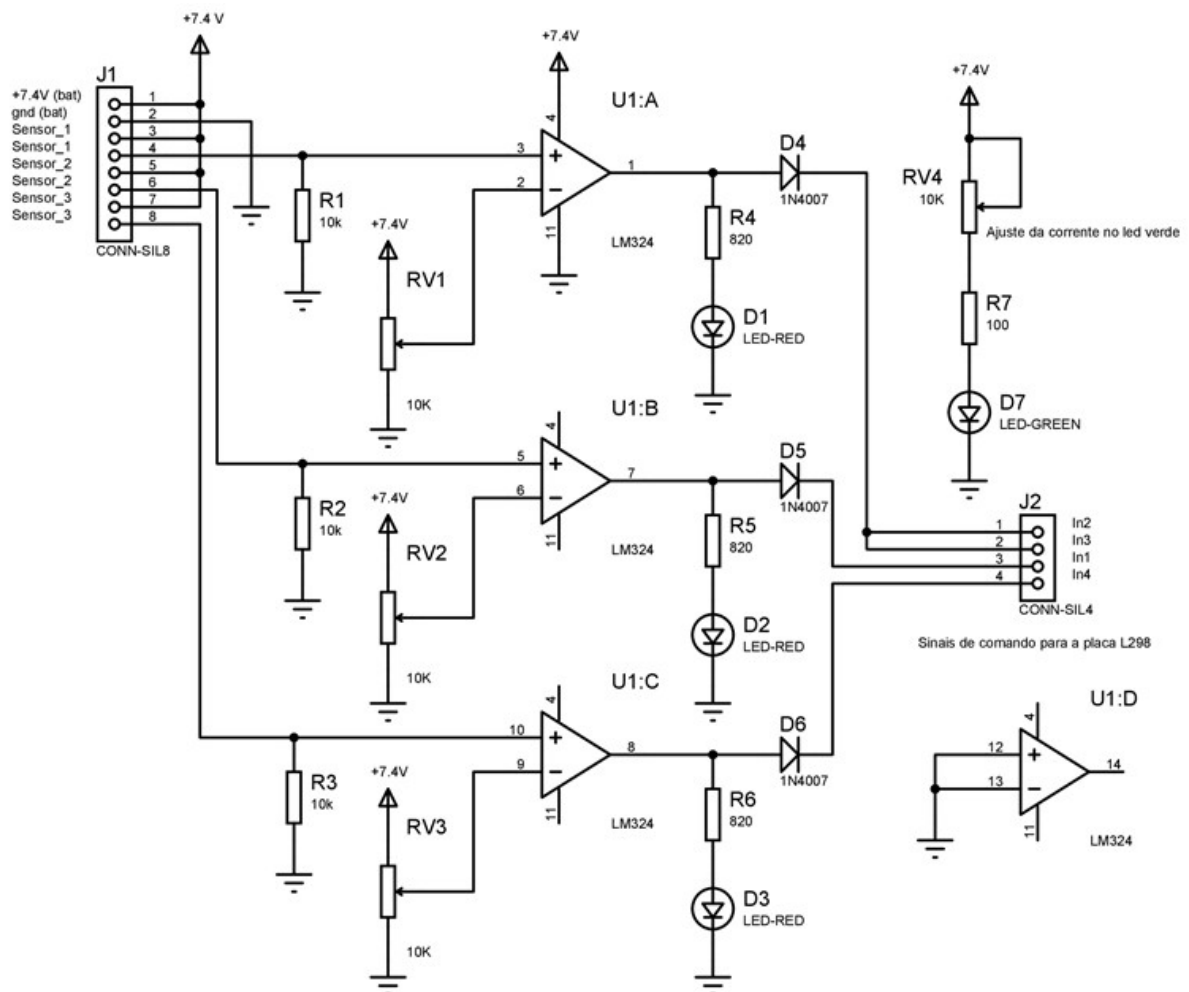


Figura 6: Circuito completo da placa desenvolvida.
 Fonte: Autoria própria.

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 (LDR 1), é responsável pelo movimento para frente, enquanto os sensores 2 (LDR 2), e 3 (LDR 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.

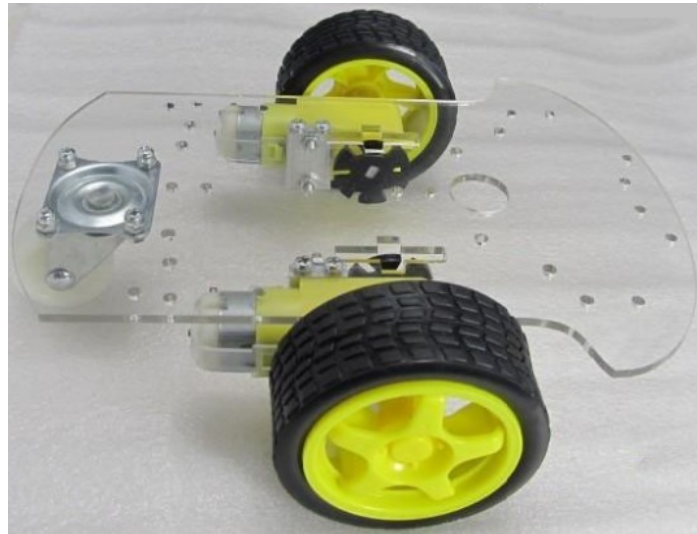


Figura 7: Conjunto de roda/motor/chassi.
Fonte: Autoria própria.

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

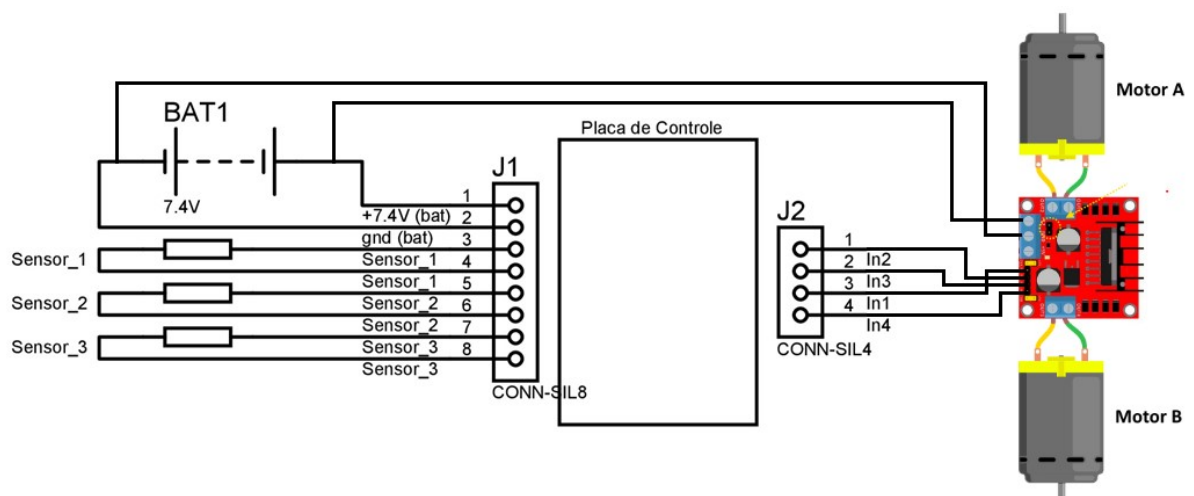


Figura 8: Ligação dos componentes do robô.
Fonte: Autoria própria.

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.

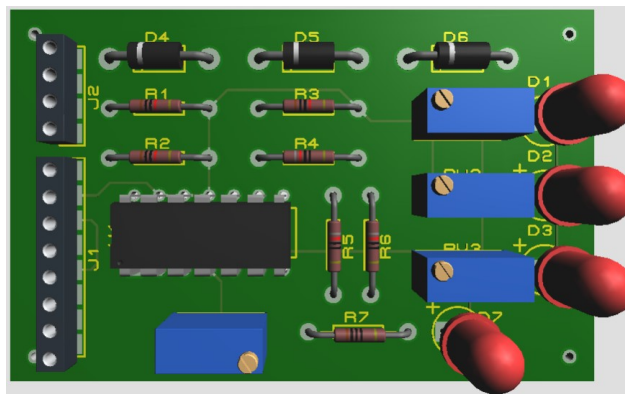


Figura 9: Layout da placa de controle do robô (vista dos componentes).
Fonte: Autoria própria.

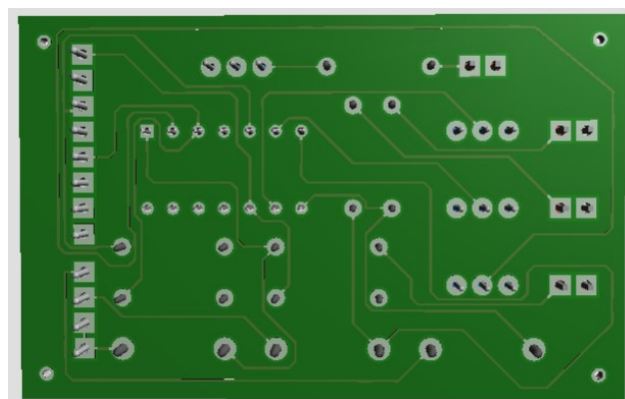


Figura 10: Layout da placa de controle do robô (vista das soldas).
Fonte: Autoria própria.

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 figura abaixo.

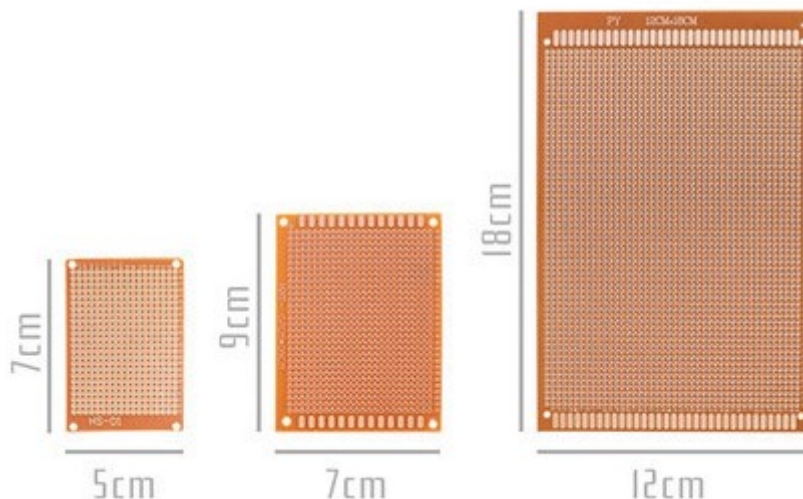


Figura 11: Placa matriz

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 percloro de ferro para corrosão e já vem furada para encaixar os terminais. Basta colocar os componentes e soldar.

Lista de Componentes:

Referência	Componente	Valor
D1, D2, D3	Led	Vermelho
D4, D5, D6	Diodo	1N4007
D7	Led	Verde
J1	Conector	8 vias
J2	Conector	4 vias
R1, R2, R3	Resistor	10 kOhm
R4, R5, R6	Resistor	820 Ohm
R7	Resistor	100 Ohm
RV1, RV2, RV3, RV4	Trimpot (Resistor)	10 kOhm

	Variável)	
U1A, U1B, U1C, U1D	Circuito Integrado	LM324

Figura 12: Lista de componentes.
Fonte: Autoria própria.

4.6 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	Procedimental	Atitudinal
Explicar e associar os conhecimentos antecedentes sobre resistores, registrando no formato de mapa conceitual.	Instigar e observar a aplicabilidade de resistores em um carro-robô, contribuindo para o aprendizado dos alunos.	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: <ul style="list-style-type: none">• Carro-robô• Projetor multimídia• Resistores		

ENCAMINHAMENTO DO MÓDULO 1 CONHECENDO O COMPONENTE RESISTOR

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.

Código de cores (imagem sugerida)

Código de Cores

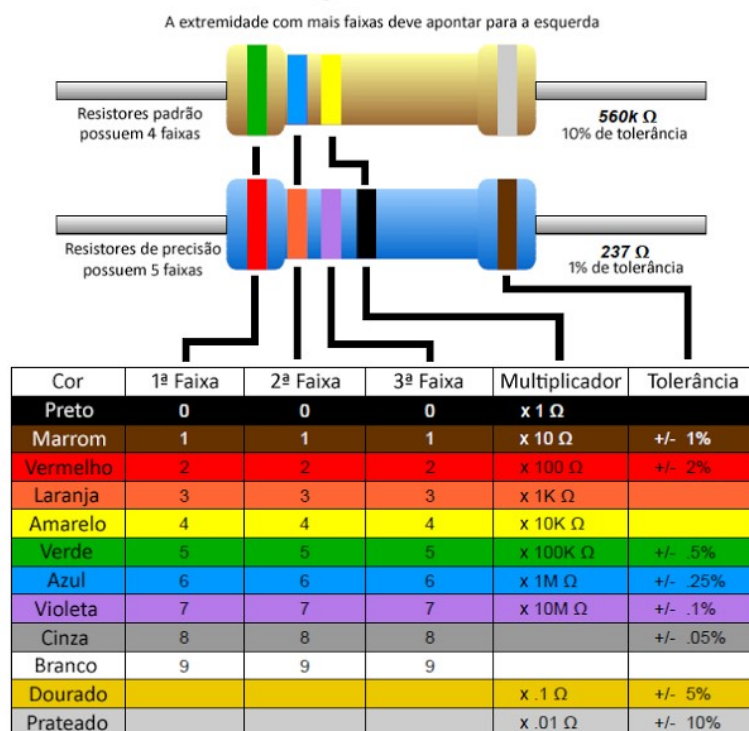


Figura 13: Código de Cores

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:

1. MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física:** de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Scipione, 2003.
2. <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/codigo-cores-dos-resistores.htm>
3. <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/codigo-cores-para-resistores.htm>

MÓDULO 2: ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS

MÓDULO 2: ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS		DURAÇÃO: 02 AULAS
<p>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.</p>		
CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
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.	Aplicar a equação referente a Primeira Lei de Ohm, exemplificando possíveis situações reais para compreensão e interpretação do cálculo.	Conhecer a representação gráfica de um resistor ôhmico em circuito, compreender a importância do uso e cálculo dos resistores.
<p>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 decorrer 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.</p>		
<p>O QUE SE ESPERA: 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.</p>		
<p>MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Livro didático • Caderno • Projetor multimídia 		

ENCAMINHAMENTO DO MÓDULO 2 ESTUDO DOS RESISTORES ÔHMICOS

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:

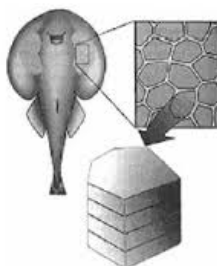
01. (UEPG-PR) A respeito da resistência elétrica apresentada pelos condutores e de resistores elétricos, assinale o que for correto e faça a somatória.

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:

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 2000Ω , 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 aquele 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 diminuiu rapidamente quando a tensão excede um certo valor.

Modelos de Resistores não Lineares (imagem sugerida)

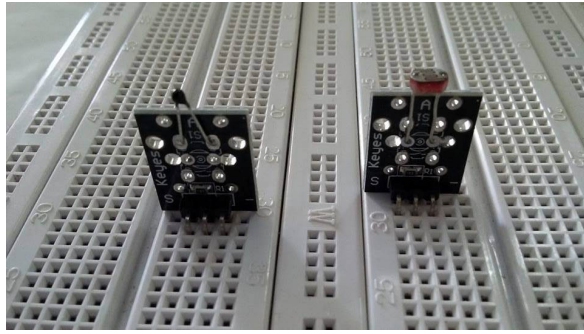


Figura 14: Resistor não linear NTC à esquerda e Resistor não linear LDR à direita da imagem.

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:

1. GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2005.
2. <http://blogdogilfernandes.blogspot.com.br/2011/06/normal-0-21-false-false-false-pt-x-none.html>
3. <http://eduhonorio.blogspot.com.br/2012/11/eletonica-basica-parte-3-resistores.html>

MÓDULO 3: ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS

MÓDULO 3: ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS		DURAÇÃO: 02 AULAS
<p>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.</p>		
CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Elencar as aplicações dos resistores não ôhmicos em diversas áreas. Analisar o comportamento da curva característica de um resistor não ôhmico.	Aplicar o recurso didático carro-robô modificando o resistor não ôhmico, observando o seu movimento.	Realizar um mapa conceitual sobre o tema resistor e aplicar uma atividade de cálculo revisando o assunto de resistores lineares e não lineares.
<p>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.</p>		
<p>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.</p>		
<p>MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carro-robô • Projetor multimídia • Imagens 		

ENCAMINHAMENTO DO MÓDULO 3 ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS

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.

Curva característica de um resistor não ôhmico (imagens sugeridas)

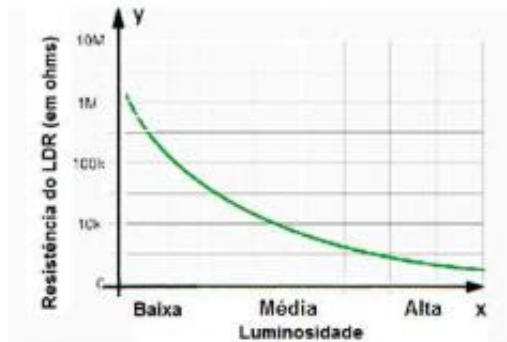


Figura 15: Gráfico da curva de um resistor LDR.

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

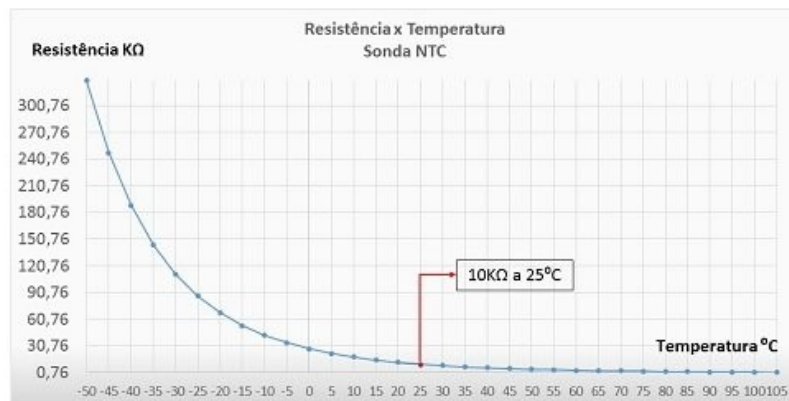


Figura 16: Gráfico da curva de um resistor NTC.

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

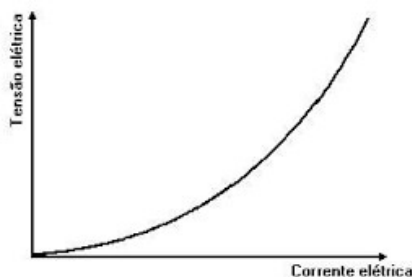
As imagens exploram a variação da resistência de acordo com a intensidade luminosa e ou com a variação da temperatura.

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.

PARA REALIZAR:

- 01.(UFMG) O gráfico a seguir mostra como varia a tensão elétrica em um resistor mantido a uma temperatura constante em função da corrente

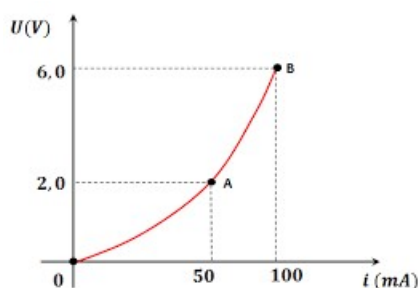
elétrica que passa por esse resistor. Com base nas informações contidas no gráfico, é correto afirmar que:



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

- a) a corrente elétrica no resistor é diretamente proporcional à tensão elétrica.
- b) a resistência elétrica do resistor aumenta quando a corrente elétrica aumenta.
- c) a resistência do resistor tem o mesmo valor qualquer que seja a tensão elétrica.
- d) dobrando-se a corrente elétrica através do resistor, a potência elétrica consumida quadruplica.
- e) 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

- a) é ôhmico, e sua resistência elétrica é 2Ω .
- b) é ôhmico, e sua resistência elétrica é 6Ω .
- c) não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 40Ω quando a intensidade da corrente elétrica é $0,05 \text{ A}$.
- d) não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 30Ω quando a intensidade da corrente elétrica é 2 A .
- e) não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 60Ω quando a intensidade da corrente elétrica é 1 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 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 mA
- c) $0,12 \text{ A}$
- d) 120 A
- e) 120 mA

Sugestões de leituras complementares para o desenvolvimento da atividade:

1. GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2005.
2. CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **Física**. São Paulo: Moderna, 2000.
3. FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física básica**. São Paulo: Atual, 1998.
4. GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2005.
5. MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: de olho no mundo do trabalho**. São Paulo: Scipione, 2003.

5 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Neste capítulo serão expostos os resultados e as contribuições da aplicação do produto educacional aos alunos pertencentes ao terceiro ano do ensino médio da rede pública da cidade de Campo Mourão – Paraná. O público alvo foram duas turmas A e B, contendo 29 alunos e 30 alunos respectivamente, regularmente matriculadas no Colégio Estadual Professora Ivone Soares Castanharo no período matutino. A turma A, teve a aplicação prática do produto educacional e a turma B, permaneceu apenas com o método convencional. A aplicação do produto aconteceu em abril de 2016 e foi composto por três encontros. Todos os encontros ocorreram no período matutino, no próprio estabelecimento de ensino.

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 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.

5.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL APLICADO

As duas primeiras atividades propostas são questões que visaram resgatar o conhecimento prévio dos alunos sobre resistor e resistência e suas aplicações. E, logo em seguida, deveriam registrar na folha do caderno os conhecimentos antecedentes ao tema estudado até o assunto vigente.

Na primeira proposta de atividade, quando indagados sobre o conhecimento trazido sobre o assunto resistores, as respostas apontaram que 68,9% dos alunos (20 alunos), disseram que são dispositivos eletrônicos, encontrados em circuitos eletrônicos, também encontrados em chuveiros elétricos e utensílios domésticos. Já 31,1% dos alunos (9 alunos) mencionaram que é um elemento que armazena cargas elétricas.

Na segunda proposta de atividade, o objetivo constituiu em desenvolver um mapa conceitual sobre os conhecimentos prévios até o assunto resistores, trabalhados em equipe, em média três alunos por equipe, compondo ao todo nove equipes, sendo assim, 100% da turma registrou da maneira que considerou coerente.

Após realizarem essa atividade inicial, os alunos da turma A, ainda divididos em equipes, responderam aos questionamentos sobre a aplicabilidade dos resistores, especificadamente, quando o protótipo (carro-

robô) foi utilizado como recurso didático admitindo ao aluno algumas considerações sobre o tema estudado, observando o seu movimento.

A questão de número 1: "O que é necessário para o carro-robô andar sozinho?", buscou compreender o que os alunos consideraram relevantes para que o protótipo pudesse andar e as respostas dos mesmos em equipe estão apresentadas no quadro 02.

Questão 1: O que é necessário para o carro-robô andar sozinho?	
Equipe	Respostas
E1	Um circuito elétrico em perfeito funcionamento, com bateria e um controle que funcione.
E2	Vários componentes, mas acima de tudo, a energia, força que o impulsiona para executar os movimentos desejados.
E3	Circuito, bateria, luz, pneu, energia solar, fio de cobre, resistor.
E4	Precisa ligar a chave, um sensor de luz.
E5	Bateria, circuitos, energia, resistor, motor.
E6	Bateria.
E7	Controle, energia, força elétrica, pneuzinho, motor, botão, circuito, bateria, sensor.
E8	Sensor de luz, eletrostática, bateria.
E9	Cargas elétricas (pilha, bateria), impulso, uma chave (botão) de ligar e desligar, circuitos, motor.

Quadro 02: Respostas das equipes para a questão 01 do questionário.

Fonte: Autoria própria

De maneira geral as equipes possuem conhecimento sobre o que é necessário para que o carro-robô ande sozinho, mas utilizaram elementos apenas referente ao essencial para a construção do robô e seu movimento. No entanto, algumas equipes observaram mais atentamente o protótipo e

perceberam o uso de sensores em sua estrutura, porém, sem muita compreensão de sua funcionalidade.

Esse questionamento desponta ainda uma resposta interessante quanto à concepção da equipe E3 sobre o tema, observe o discurso desta equipe, "*Circuito, bateria, luz, pneu, energia solar, fio de cobre, resistor*". Para essa equipe o carro-robô se movimenta devido a ação de alguns fatores, aos quais, elencaram um item específico, energia solar, por que de alguma forma, a equipe associou o movimento do protótipo à energia solar, aqui possivelmente ocorreu um equívoco de termos e conseqüentemente de conceitos, antes mesmo de acontecer debates sobre importância do uso da luz para o carro-robô se movimentar.

A equipe E4 evidenciou apenas dois fatores que provocariam o movimento do protótipo, analisando a resposta da equipe E4, "*Precisa ligar a chave, um sensor de luz*". A equipe não complementou com mais nenhum outro item, que era possível de visualizar observando o carro-robô, apenas já estabeleceu o critério da chave de liga e desliga e o uso do sensor de luz, sem ter sido mencionado por qualquer pessoa. Da mesma forma, a equipe E8, ao mencionar o que se faz necessário para que o carro-robô ande sozinho, citou somente "*Sensor de luz, eletrostática, bateria*", utilizou o conceito eletrostática para explicar o movimento do carro-robô, uma compreensão inadequada ao procedimento do movimento do protótipo, aqui a equipe poderia ter feito referência a palavra energia.

A equipe E7, aludiu mais itens que correspondiam ao movimento de andar do carro-robô, veja a resposta da equipe E7, "*Controle, energia, força elétrica, pneuzinho, motor, botão, circuito, bateria, sensor*". Fizeram uma boa observação na estrutura do protótipo, citaram elementos básicos de funcionamento do carro-robô, apesar de pensarem que o funcionamento dependia de um controle e da força elétrica para o carro-robô andar sozinho.

Questão 2: Por que ele permaneceu parado?	
Equipe	Respostas
E1	Porque ele é movido pela luz que repele causando o movimento.

E2	Pois a partir do ativamento da chave seletora não houve energia para se movimentar, mas ativa os sistemas.
E3	Porque ele necessita de luz.
E4	Porque não tinha uma fonte de energia para ele andar.
E5	Porque não tinha luz para ele se movimentar.
E6	Porque precisa do comando para o circuito.
E7	Porque até o momento não foi ativado o controle do carro-robô, mas, foi ligado normalmente e estando parado sem ser controlado.
E8	Não possui corrente elétrica, não possui um emissor de luz.
E9	Porque ele estava desligado e não teve algo que direcionasse (controle).

Quadro 03: Respostas das equipes para a questão 02 do questionário.

Fonte: Autoria própria

Todas as equipes perceberam que faltava algo para que o carro-robô adquirisse movimento. Entretanto, algumas equipes notaram a necessidade de aplicar sobre o carro-robô um emissor de luz para que o protótipo se movesse.

A questão desenvolve um raciocínio interessante quanto a resposta das equipes E3, E5 e E8, estas por sua vez, mencionam a luz como um fator essencial para o carro-robô executar um movimento, mesmo não sabendo de maneira mais ampla o funcionamento sistema luz-protótipo.

Essa pergunta aponta ainda uma resposta importante quanto ao entendimento da equipe E8 sobre o tema, observe a fala, "*Não possui corrente elétrica, não possui um emissor de luz*". Para essa equipe o carro-robô permaneceu parado por que não havia passagem de corrente elétrica, o que não está completamente correto, pois o circuito está ligado, existe uma fonte de energia proveniente da bateria, porém, o comando que o faz se mover não o foi aplicado naquele momento, então, realmente não possui um emissor de luz.

Sobretudo, a equipe E6, também responde com certa razão sobre o assunto, veja a fala, *“Precisa do comando para o circuito”*. Ou seja, o carro-robô permaneceu parado porque não houve um comando até o momento para que este se movimentasse, sem se preocupar de que maneira seria esse comando e como o carro-robô o executaria. Assim, como as equipes E7 e E9, consideraram que existe um controle para que o carro-robô se movimente a partir de um comando.

Observe que a equipe E1 responde à questão, com a seguinte frase, *“Porque ele é movido pela luz que repele causando o movimento”*. A equipe deixa a explicação incoerente, a luz não está repelindo algo e causando o movimento. Neste momento, observa-se que a equipe E1, confundiu conceitos estudados em forças eletrostáticas, como por exemplo, associada aos pêndulos eletrostáticos, causando sua oscilação por alguns instantes.

A questão de número 3: "Por que o carro-robô se moveu para a frente ao incidir luz emitida pela lanterna sobre ele?", procurou abarcar o que os alunos consideram proeminentes para que o protótipo pudesse andar e as respostas dos mesmos em equipe estão exibidas no quadro 04.

Questão 3: Por que o carro-robô se moveu para a frente ao incidir luz emitida pela lanterna sobre ele?	
Equipe	Respostas
E1	Porque o carro tem um sensor ativado apenas pela luz.
E2	Pois ativam os sensores de movimento e luz.
E3	Porque os sensores nas laterais que captam a luz e a transforma em energia e assim ele se move.
E4	Porque tinha que ter uma fonte de energia para ele se locomover, um sensor de luz.
E5	Por causa de sensor de luz, que estimula o carrinho a andar.
E6	Pela luz da lanterna incidir sobre o sensor de luz.

E7	Pois o carro-robô precisa da emissão da luz para se mover, sem a luz ele fica parado.
E8	Porque a luz emite ondas eletromagnéticas sobre o carro-robô, a luz emitida no sensor faz com que ele ande.
E9	Porque ele é guiado pela lanterna do celular (pela luz).

Quadro 04: Respostas das equipes para a questão 03 do questionário.
Fonte: Autoria própria

Num aspecto geral, todas as equipes deram a mesma relação de resposta sobre o movimento do carro-robô quando foi incidido sobre ele uma luz emitida pela lanterna do celular.

Entretanto, a equipe E9, em sua fala, “*Porque ele é guiado pela lanterna do celular (pela luz)*”, relaciona o andar do protótipo à luz, mencionando que a luz o está guiando e não observa que a luz emitida pela lanterna do celular é um recurso utilizado para que a resistência do sensor LDR diminua, ativando os motores e fazendo o carro-robô se mover.

O PCN (1997), traz em seus apontamentos que não existe fórmulas prontas para se trabalhar em sala de aula, mas que é necessário causar no aluno reflexões na forma dele analisar um procedimento experimental e mesmo conceitual, este cita que,

[...] esse processo depende, ao contrário, de um movimento contínuo de reflexão, investigação e atuação, necessariamente permeado de diálogo constante. Depende de um movimento permanente, com idas e vindas, através do qual possam ser identificadas as várias dimensões das questões a serem enfrentadas, e constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E para isso será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas, incluindo-se possíveis interpretações, implicações, desdobramentos, assim como também recursos, estratégias e meios necessários ao seu desenvolvimento e instauração. (PCN, 1997, p. 03).

A equipe E4 faz uma boa reflexão a respeito da pergunta, à qual responde, “*Porque tinha que ter uma fonte de energia para ele se locomover, um sensor de luz*”. Isso demonstra que esta equipe associou o movimento do

carro-robô com a necessidade de uma fonte de energia e o uso do sensor de luz. Analisando de maneira coerente o funcionamento do recurso tecnológico.

Para a questão de número 4: “Por que ao retirar a luz emitida pela lanterna, o robô pára de andar?”, buscou compreender o que as equipes ponderaram relevantes para que o carro-robô parasse de andar e as respostas dos mesmos estão expostas no quadro 05.

Questão 4: Por que ao retirar a luz emitida pela lanterna, o robô pára de andar?	
Equipe	Respostas
E1	Porque ele desativa o sensor.
E2	Porque o robô funciona com a luz perto, logo se ficar longe ele pára de funcionar.
E3	Porque ele é movido a luz, ele pára porque é uma energia que ele necessita para ganhar seu impulso.
E4	Porque a fonte que ele utiliza para andar acaba, o robô é movido pela força da luz da lanterna.
E5	Quando retira a luz, os sensores não captam a luz.
E6	No sensor, a luz faz mover, sem a luz da lanterna ele não se move por falta da iluminação sobre o sensor.
E7	Porque ele se movimenta através das cargas elétricas, mesmo possuindo energia ele precisa de luz para se movimentar.
E8	Porque ao retirar pára de ser transferida as ondas eletromagnéticas, é preciso luz intensa para que funcione.
E9	Porque ele é movido pela luz, então se tirar a luz de perto do sensor ele pára.

Quadro 05: Respostas das equipes para a questão 04 do questionário.

Fonte: Autoria própria

A questão desenvolve um raciocínio importante quanto a resposta das equipes E1, E5 e E6, estas por sua vez, mencionam a incidência de luz sobre o

sensor, um fator essencial para o carro-robô executar um movimento, logo, sem essa exposição intensa de luz no mesmo, o protótipo pára de andar. Aqui reconhecem o sensor o elemento determinante do movimento ser estagnado em decorrência da insuficiência de luz.

Essa interrogação aponta ainda uma resposta importante quanto ao entendimento da equipe E8 sobre o tema, observe o discurso, *"Porque a fonte que ele utiliza para andar acaba, o robô é movido pela força da luz da lanterna"*. Para essa equipe, existe uma força proveniente da lanterna, e esta, ao cessar, o carro-robô pára de se mover, o que remete a um conceito equivocado do uso do sensor LDR, a qual reage com a intensidade de luz, aumentando a resistência e fazendo o protótipo parar de andar.

Sobretudo, a equipe E6, também responde com certa razão sobre o assunto, veja a fala, *"Precisa do comando para o circuito"*. Ou seja, o carro-robô permaneceu parado porque não houve um comando até o momento para que este se movimentasse, sem se preocupar de que maneira seria esse comando e como o carro-robô o executaria. Assim, como as equipes E7 e E9, consideraram que existe um controle para que o carro-robô se movimente a partir de um comando.

Observe que a equipe E7 responde à questão, com a seguinte frase, *"Porque ele se movimenta através das cargas elétricas, mesmo possuindo energia ele precisa de luz para se movimentar"*. A equipe deixa a explicação um tanto quanto incoerente, as cargas elétricas o fazem movimentar devido ao uso das pilhas, que é sua fonte de energia, mas não mencionam a função do resistor não ôhmico, ou seja, o resistor está deixando de receber certa quantidade de luz, desta forma, fazendo o carro-robô parar de se mover.

O quadro 06, faz referência à última pergunta deste questionário: "Por que mesmo esse protótipo (carro-robô) tendo todos os elementos básicos para funcionar ainda assim não funciona?", procurou entender o que as equipes observaram e refletiram sobre o tema proposto.

Questão 5: Por que mesmo esse protótipo (carro-robô) tendo todos os elementos básicos para funcionar ainda assim não funciona?	
Equipe	Respostas

E1	Porque ele é movido pela luz emitida que ativa e desativa o sensor.
E2	Se a luz não estiver mais intensa ele não vai andar com uma luz fraca porque o sensor não vai identificar a luz sobre ele.
E3	Porque ele precisa de uma luz constante para se movimentar uniformemente e um controle para guiar a direção.
E4	Porque ele precisa do sensor de luz que é uma energia mais forte.
E5	Se não tiver uma luz intensa o carrinho não se move.
E6	Pelos sensores de luz.
E7	-
E8	Porque necessita de luz intensa sendo emitida em seus sensores para que funcione.
E9	Por que ele é movido pelos sensores de luz.

Quadro 06: Respostas das equipes para a questão 05 do questionário.

Fonte: Autoria própria

Essa questão aponta ainda uma resposta importante quanto ao entendimento das equipes E1, E2, E6, E8 e E9 sobre o tema, elencaram conceitos coerentes ao uso do sensor e sua aplicação ao carro-robô. Compreenderam que ao incidir luz sobre o sensor, este terá sua resistência diminuída e acionará os motores, movendo-o para frente ou para os lados, mesmo que o protótipo tenha todos os elementos básicos para funcionar.

No entanto, a equipe E7, não fez nenhum apontamento a respeito do não funcionamento do carro-robô. Todas as equipes tiveram tempo suficiente para responder as questões abordadas no momento da utilização do carro-robô durante a aula.

Contudo, a equipe E3, também responde com certa incoerência sobre o assunto, veja a fala, “*Precisa do comando para o circuito*”. Ou seja, o carro-

robô permaneceu parado porque não houve um comando até o momento para que este se movimentasse, sem se preocupar de que maneira seria esse comando e como o carro-robô o executaria. Assim, como as equipes E7 e E9, consideraram que existe um controle para que o carro-robô se movimente a partir de um comando.

Observe que a equipe E7 responde à questão, com certa incoerência a seguinte frase, *“Porque ele precisa de uma luz constante para se movimentar uniformemente e um controle para guiar a direção”*. A equipe acredita que existe a necessidade de um controle para que o carro-robô seja guiado, não percebendo no próprio protótipo que não houve controle no momento da ação do carro-robô.

Os próximos quadros iniciam a interpretação das questões referentes ao módulo 3, de acordo com o movimento do carro-robô e os resistores não lineares propostos.

Questão 1: 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?	
Equipe	Respostas
E1	Porque o sensor é movido pelo calor.
E2	Porque o sensor de luz foi trocado por um sensor de calor, então ao acender o fogo é transmitido o calor para o sensor fazendo com que o carro ande diminuindo a corrente elétrica.
E3	Porque ao aquecer o sensor de NTC com um isqueiro gera energia que faz com que o carro ande.
E4	Porque o isqueiro é a fonte de energia para ele se mover.
E5	Devido ao sensor NTC que conforme o calor recebido faz com que o carro-robô ande e movimente-se.
E6	Pelo sensor de temperatura que detectou a temperatura alta do fogo do isqueiro.
E7	O carro-robô veio a andar pois a emissão do calor do fogo transmitiu

	com que o sensor aciona-se na qual diminuiu a resistência e aciona o motor do carro.
E8	O sensor utiliza da energia (temperatura) do isqueiro diminuindo a resistência assim aciona o motor fazendo o carro-robô se movimentar.
E9	-

Quadro 07: Respostas das equipes para a questão 01 do questionário – módulo 3.
Fonte: Autoria própria

As equipes E7 e E8 evidenciaram coerentemente suas respostas, quando ocorreu a troca dos sensores, mencionaram que, ao aumentar a temperatura do sensor, provocada pela chama do isqueiro próximo ao sensor, a resistência do resistor não linear diminuiria, fazendo com que o carro-robô adquirisse movimento.

Entretanto, a equipe E9, não fez nenhum comentário a respeito do funcionamento do carro-robô ao realizar a troca dos sensores. Todas as equipes tiveram tempo suficiente para responder as questões abordadas no momento da utilização do carro-robô durante a aula.

Essa pergunta aponta ainda uma resposta importante quanto ao entendimento das equipes E3 e E4 sobre o tema, observe o comentário da equipe E3, *"Porque ao aquecer o sensor de NTC com um isqueiro gera energia que faz com que o carro ande"* e o comentário da equipe E4, *"Porque o isqueiro é a fonte de energia para ele se mover"*. Para ambas, o carro-robô se movimenta devido a uma geração de energia proveniente do sensor NTC, o que não está correto, pois o sensor tem sua resistência alterada devido a variação de temperatura, 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 $VR2 = V_{comp}$, pois a tensão total do divisor de tensão ($V_{RT1} + VR2$) é sempre de 7,4 V.

Da mesma forma, a compreensão das equipes E1 e E5, quanto ao funcionamento do carro-robô, quando mencionam que o sensor é movido pelo calor. Se equivocando quanto à aplicação correta do sensor NTC no protótipo específico, já explorado em sua magnitude no parágrafo anterior.

O quadro 07, faz referência à última pergunta deste questionário: “O que é necessário para que o carro-robô pare?” procurou compreender o que as equipes observaram e refletiram sobre o tema proposto.

Questão 2: O que é necessário para que o carro-robô pare?	
Equipe	Respostas
E1	Parou quando o isqueiro foi afastado e o sensor esfriou.
E2	Porque ao retirar o isqueiro com fogo de perto do sensor, ele esfria, fazendo com que o carro-robô pare, mas também, pode ser desligado o resistor fazendo com que o sensor pare de agir, assim parando o carro.
E3	Porque ao tirar o isqueiro, o carrinho perde a energia, que estava sustentando ele, fazendo com que pare de se movimentar.
E4	Porque a fonte de energia que ele utilizava para se mover o isqueiro é a fonte de energia para ele se mover cessou.
E5	Quando foi retirado a fonte de calor (isqueiro) o carro-robô parou, devido ao seu sensor de NTC. Se tivermos calor o carro-robô se movimenta, mas se não, ele permanece parado até receber uma fonte de calor.
E6	Por ter a temperatura do fogo do isqueiro que aconteceu o sensor de temperatura.
E7	Ele parou pois não tinha calor no sensor e aumenta a resistência.
E8	Porque quando retira o isqueiro a temperatura diminui fazendo o carro parar.
E9	-

Quadro 08: Respostas das equipes para a questão 02 do questionário – módulo 3.
Fonte: Autoria própria

De uma forma geral, as equipes estão relacionando o movimento do carro-robô com o calor produzido pelo isqueiro, gerando energia para o sensor. O que se torna novamente um equívoco diante da situação, pois, o sensor tem

sua resistência alterada devido a variação de temperatura, acarretando na diminuição da tensão sobre ele e conseqüentemente um aumento na tensão sobre o resistor de valor fixo, nesse caso, o R2.

A equipe E8 expressa em sua fala algo interessante, *“Porque quando retira o isqueiro a temperatura diminui fazendo o carro parar”*, porém, não complementam que o carro-robô pára devido ao aumento da resistência do sensor NTC, a partir do momento em que o resistor não linear deixa de receber uma incitação proveniente do isqueiro do professor, variando a temperatura.

Entretanto, a equipe E9, novamente não fez nenhum comentário a respeito do que se faz necessário para que o carro-robô pare. As equipes tiveram tempo satisfatório para responder ao quadro abordado no momento da utilização do carro-robô durante a aula.

A equipe E5 evidenciou de maneira simples sua resposta, porém, com certa coerência, observe a fala, *“Quando foi retirado a fonte de calor (isqueiro) o carro-robô parou, devido ao seu sensor de NTC. Se tivermos calor o carro-robô se movimenta, mas se não, ele permanece parado até receber uma fonte de calor”*. O sensor deixou de diminuir a resistência devido a diminuição da temperatura, fazendo com que o carro-robô pare de se movimentar. Caso contrário, com o aumento da temperatura, a resistência do sensor NTC diminui desativando o motor e o protótipo para de imediato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto proporcionou o despertar do interesse dos alunos pelo uso da robótica, associado ao ensino de Física, especificamente, ao estudo dos resistores lineares e não lineares, quando foram desenvolvidas atividades com o protótipo, carro-robô, observando seu movimento conforme o manuseio dos sensores utilizados.

Inicialmente, o uso do carro-robô trouxe para sala de aula, uma aplicação prática da abordagem dos resistores ôhmicos e não ôhmicos, ao incidir luz sobre o sensor do robô proveniente da lanterna do celular. Com isso, foi possível contextualizar os resistores de forma inovadora e criativa, o que possibilitou aos educandos a compreensão da importância de um resistor em um circuito eletrônico. Outro aspecto relevante foi a demonstração de um modelo de sensor, o NTC, que possibilitou aos educandos o conhecimento de um novo sistema de resistor não linear, porém, com a mesma finalidade, ou seja, acionar os motores do carro-robô conforme a variação de temperatura sofrida pelo sensor.

No que diz respeito ao aprimoramento profissional e pessoal, foi possível revisar a prática pedagógica, a partir da compreensão da importância do processo da proposta investigativa, e não unicamente do resultado da mesma. Além do mais, o experimento trouxe à tona a relevância da contextualização do estudo proposto, e este, por sua vez, contribuiu para a mudança do olhar para com o sujeito da aprendizagem.

Diante disso, o trabalho desenvolvido contribuiu para a apropriação dos conceitos da Física envolvida, demonstrando que estes, associado à robótica podem favorecer a aprendizagem dos mesmos, por meio de um recurso tecnológico não tão presente no contexto da escola pública.

REFERÊNCIAS

CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **Física**. São Paulo: Moderna, 2000.

CÉSAR, D. R; BONILLA, M. H. S. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito - Minas Gerais – Brasil. In: XIII WIE – Workshop sobre Informática na Escola, 2007, São Paulo. Anais do XII WIE – Workshop sobre Informática na Escola (SBC), 2007 CD-ROM.

DAY, R.H. **A psicologia da percepção**. Rio de Janeiro, J. Olympio, 1974.

ELLIOT, J. Action research f Action research for educational change. Tional change Filadélfia: Open University Press, 1991.

FARIA, de Wilson. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1985.

FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física básica**. São Paulo: Atual, 1998.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7^a ed. Rio de janeiro: LTC, 2006-2007. v3.

KUHN, Thomas. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1991.

LOPES, D. Q. ; FAGUNDES, L. C. As Construções Microgenéticas e o Design em Robótica Educacional. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 4, p. 1-10, 2006.

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

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Integração das tecnologias na educação.** Brasília: MEC/SEED, 2005. (Salto para o futuro).

MINSKY, Marvin (1988). The Society of Mind; Touchstone; p.102. Disponível on-line a 23/10/2007 em: <http://www.papert.org/articles/PapertsPrinciple.html>.

MOREIRA, Marco Antônio; **Teorias de Aprendizagem,** São Paulo, E.P.U., 1999, pg. 109-121.

PAPERT (1990), in "Introduction". Idit Harel (Ed.), Constructionist Learning. Cambridge, MA: MIT Media Laboratory, 3 p.

_____, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

_____, Seymour. **Logo, computadores e educação.** São Paulo: Brasiliense, 1985.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio.** Curitiba: SEED, julho de 2006.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Especial para a construção de currículos inclusivos.** Curitiba: SEED: julho/2006.

PENTEADO, M. G.; Novos Atores, Novos Cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em

Educação Matemática: Concepções e Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 297-313.

PERRENOUD, Pierre. **Dez novas competências para ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

ROMANOWSKI, Poana Paulin. **Aprender**: indicações da prática docente. Texto apresentado em painel no XIII ENDIPE. PUCPR, 2005.

SILVA, Djalma Nunes. **Física Paraná**. São Paulo: Ática, 2004.

VYGOTSKY, L.S. **Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fonte, 1984.

APÊNDICES

**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 (Ω).

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.

3º ESTUDO DOS RESISTORES



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

3º ESTUDO DOS RESISTORES



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 consequentemente 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:

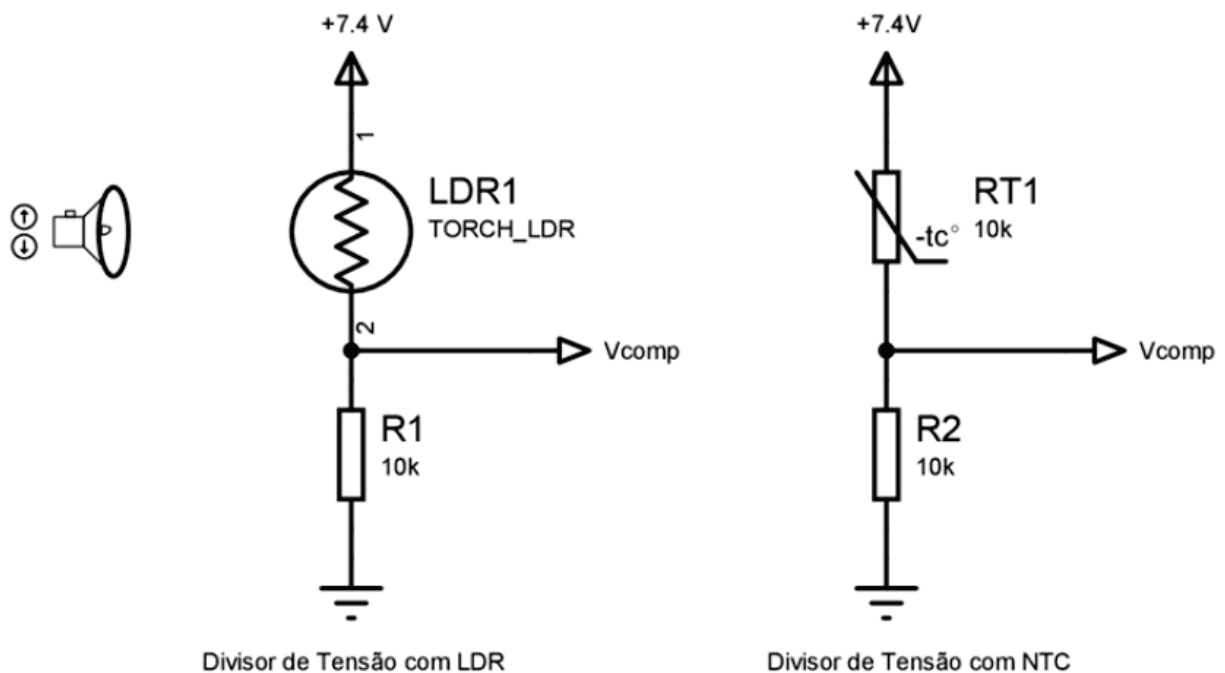


Figura 3: Funcionamento do divisor de Tensão com LDR e NTC.
Fonte: Autoria própria.

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.

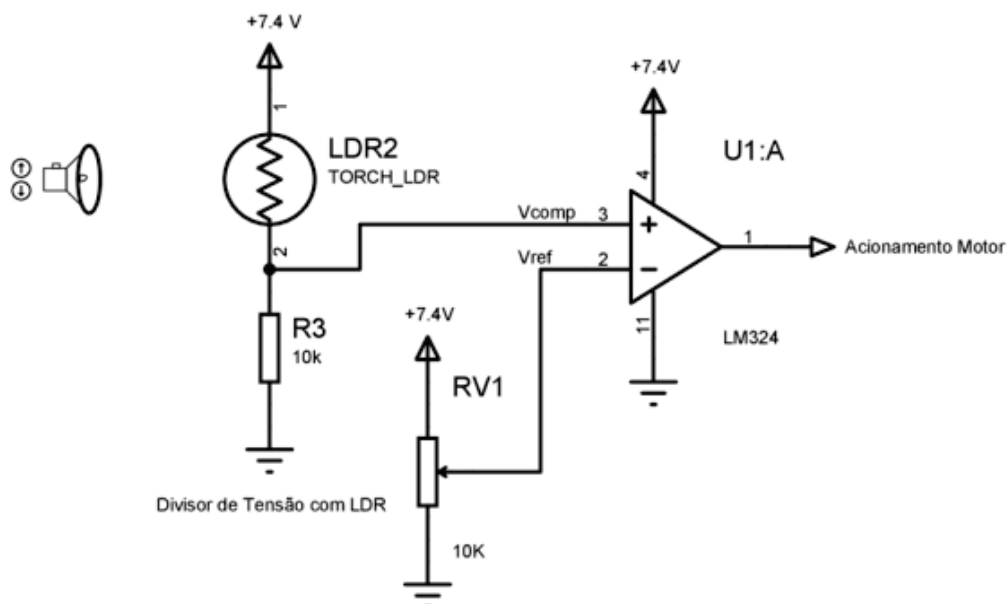


Figura 4: Circuito responsável pela comparação da tensão.
Fonte: Autoria própria.

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.

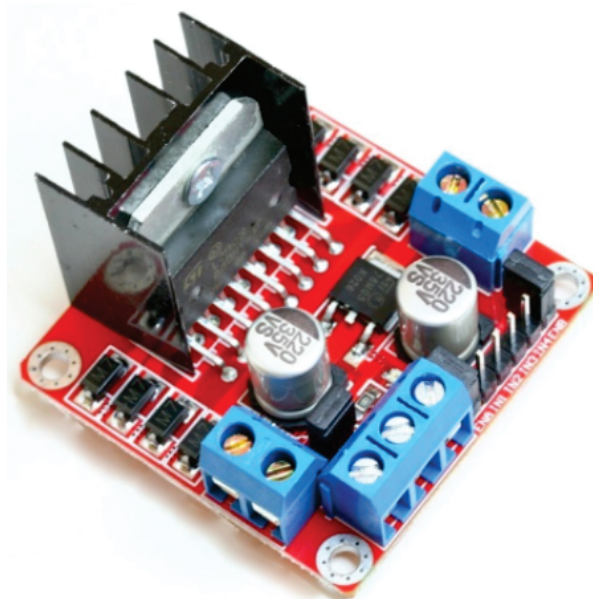


Figura 5: Placa de acionamento comercial.
Fonte: Autoria própria.

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

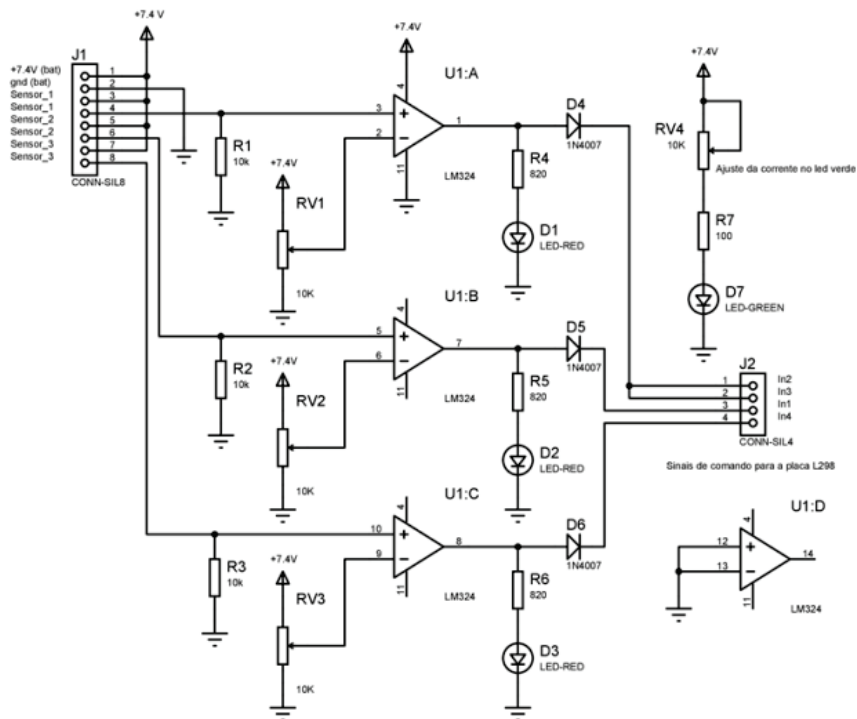


Figura 6: Circuito completo da placa desenvolvida.
Fonte: Autoria própria.

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.

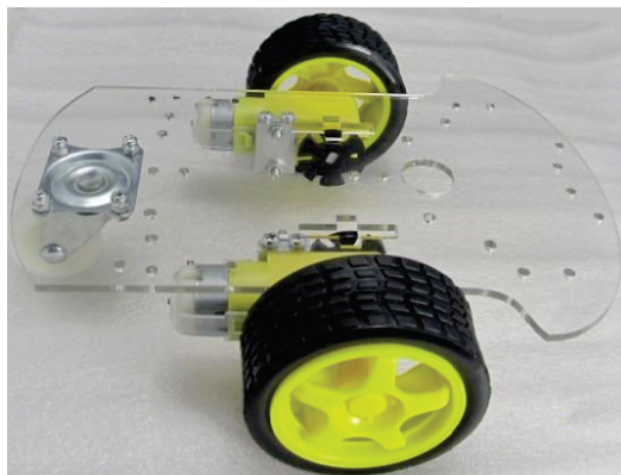


Figura 5: Conjunto de roda/motor/chassi.
Fonte: Autoria própria.

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.

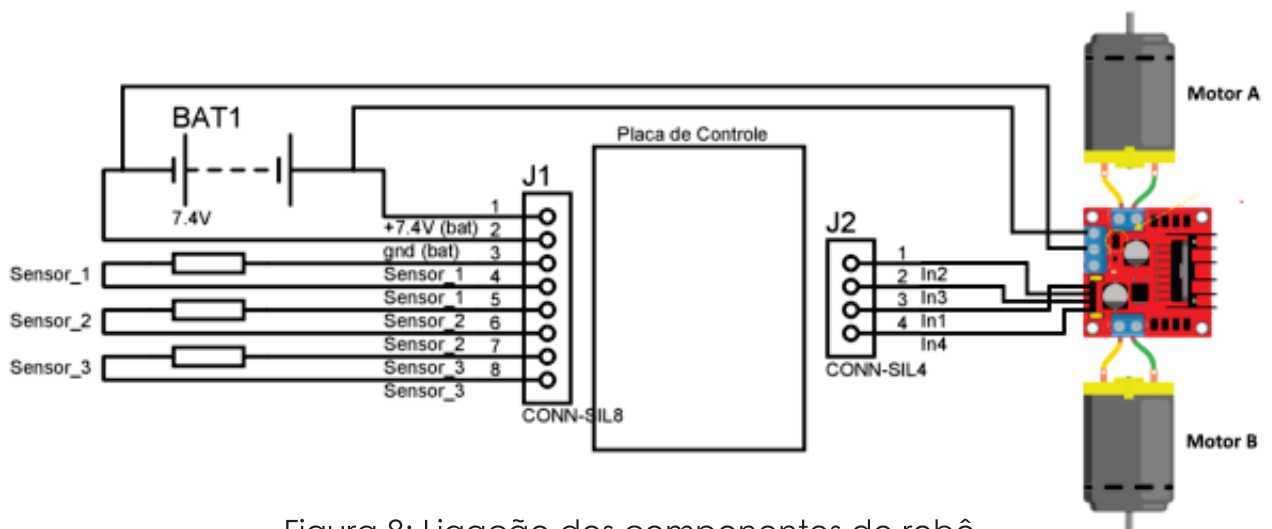


Figura 8: Ligação dos componentes do robô.
Fonte: Autoria própria.

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 HL298.

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

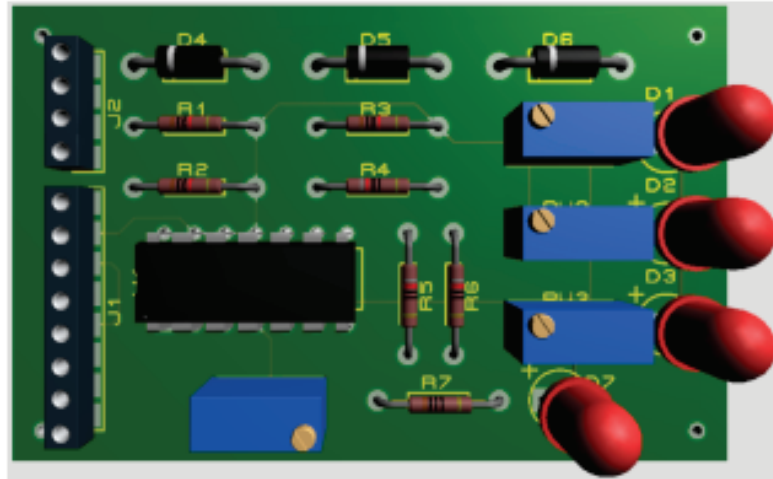


Figura 9: Layout da placa de controle do robô (vista dos componentes).
Fonte: Autoria própria.

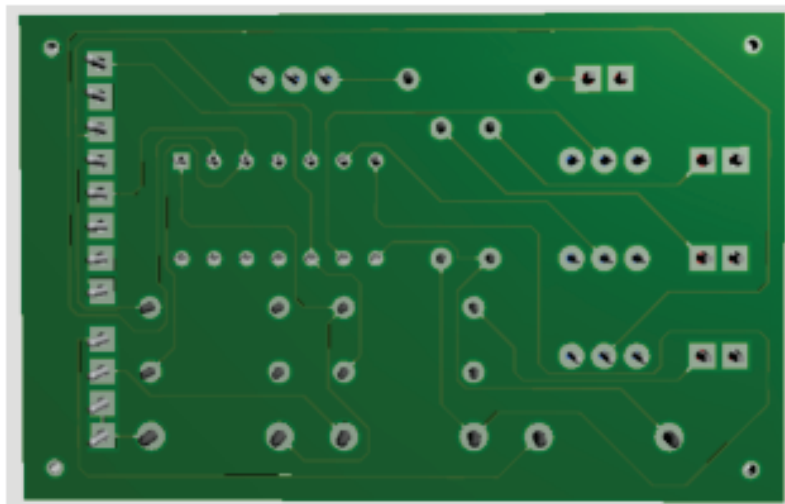


Figura 10: Layout da placa de controle do robô (vista das soldas).
Fonte: Autoria própria.

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

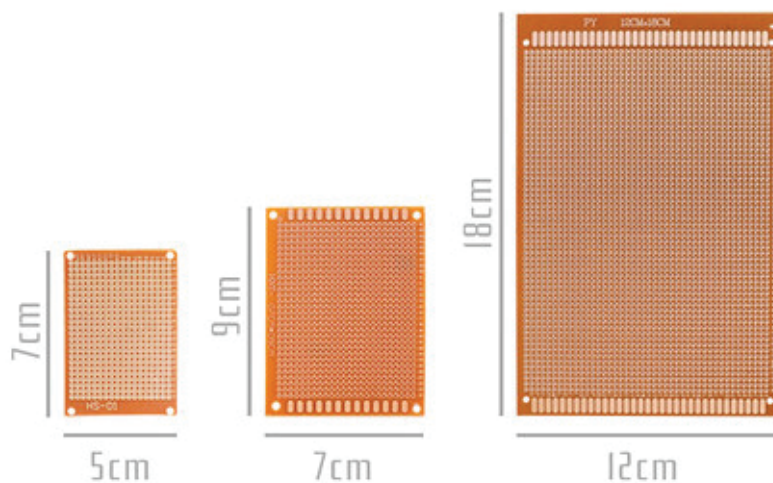


Figura 11: Placa matriz

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 perclorato 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 12: Lista de componentes.

Fonte: Autoria própria.

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

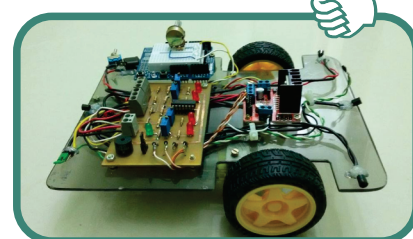


Imagem do carro-robô
Autoria própria

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.

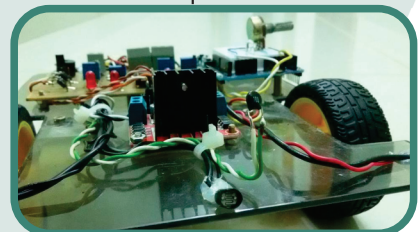
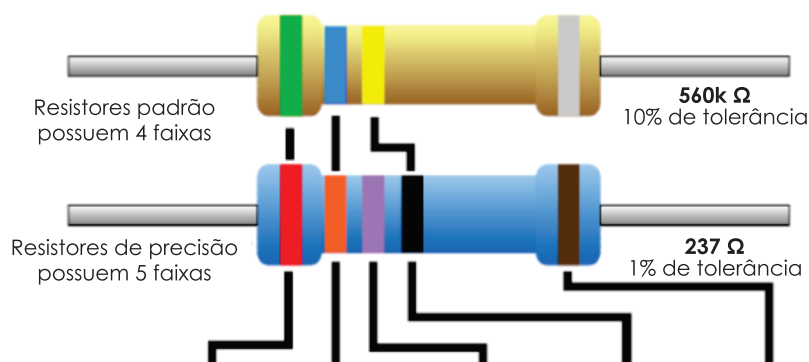


Imagem dos resistores Ôhmicos
Autoria própria

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 dV/di 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.

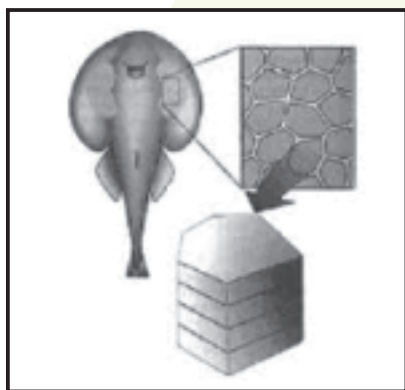
Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/>
Acesso em: 20 abril 2016

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 2000Ω , 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 aquele 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)

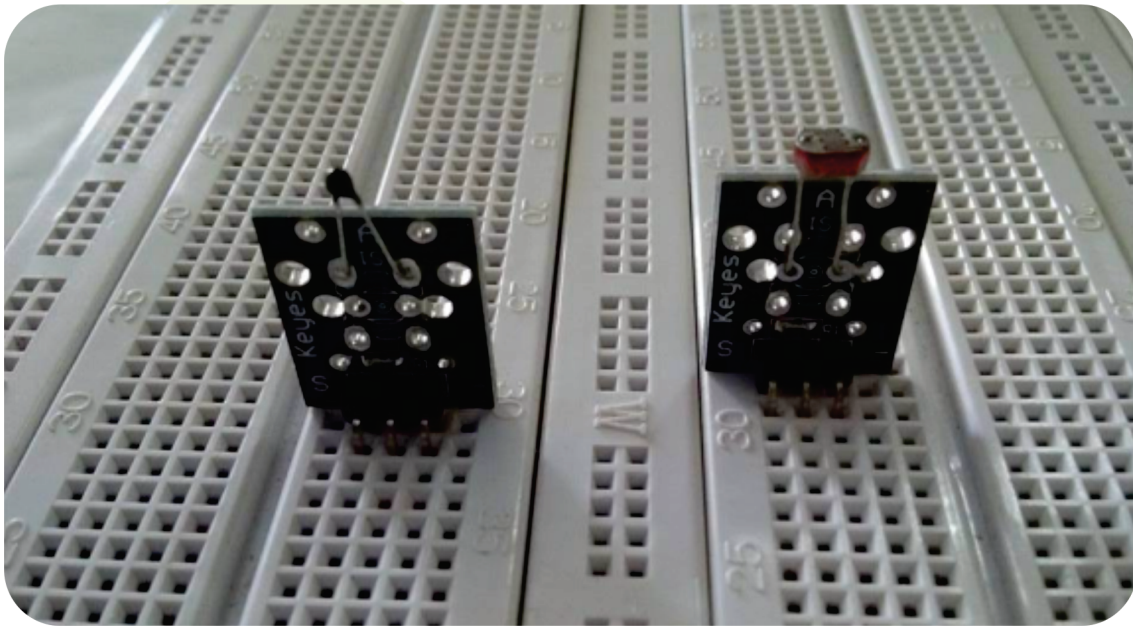


Figura 1: Resistor não linear NTC à esquerda e Resistor não linear LDR à direita da imagem
Autoria própria

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.

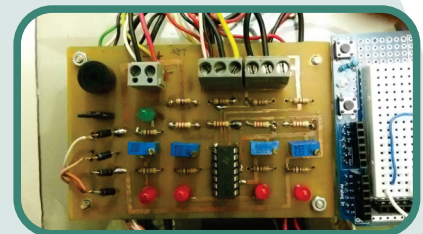
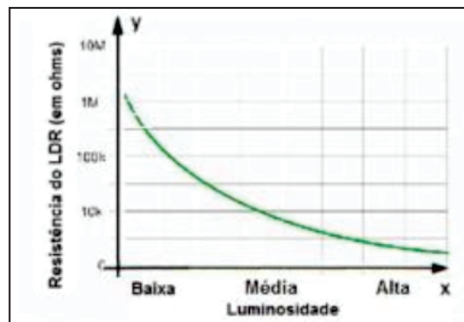


Imagem do circuito do carro-robô
Autoria própria

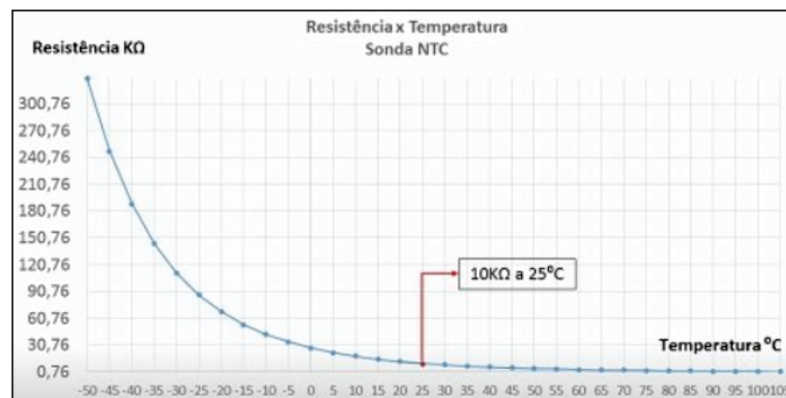


Curva característica de um resistor não Ôhmico

(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.

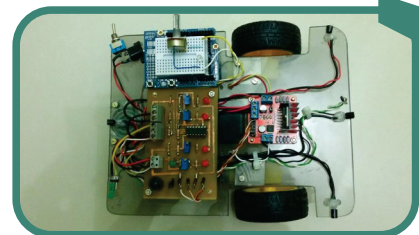
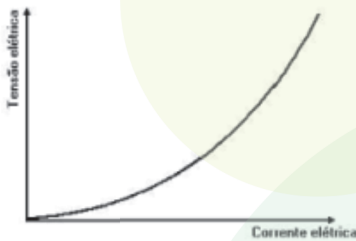


Imagem do carro-robô (vista de cima)
Autoria própria

ESTUDO DOS RESISTORES NÃO ÔHMICOS



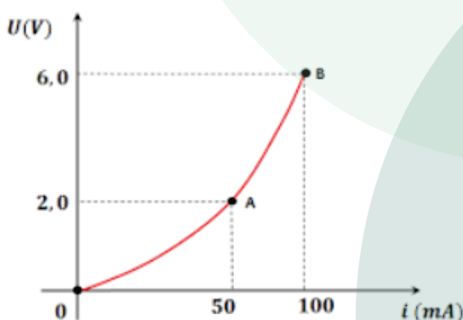
01 (UFMG) O gráfico a seguir mostra como varia a tensão elétrica em um resistor mantido a uma temperatura constante em função da corrente elétrica que passa por esse resistor. Com base nas informações contidas no gráfico, é correto afirmar que:



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 2Ω .
- é ôhmico, e sua resistência elétrica é 6Ω .
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 40Ω quando a intensidade da corrente elétrica é $0,05\text{ A}$.
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 30Ω quando a intensidade da corrente elétrica é 2 A .
- não é ôhmico, e sua resistência elétrica é 60Ω quando a intensidade da corrente elétrica é 1 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 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 mA
- c) $0,12\text{ A}$
- d) 120 A
- e) 120 mA

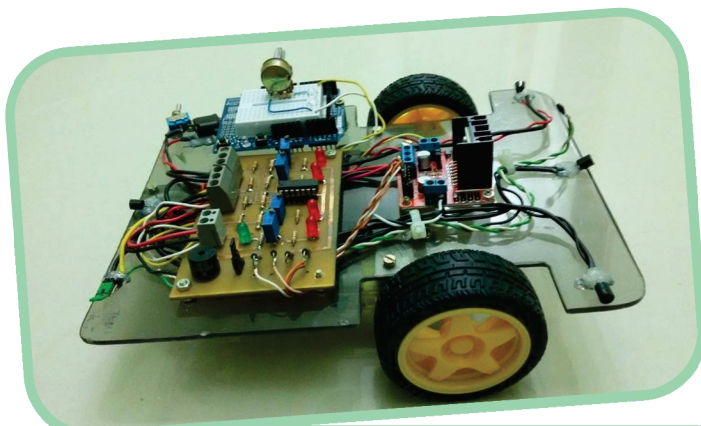


Imagem do carro-robô
Autoria própria



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



Is Now Part of



ON Semiconductor®

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

LM324/LM324A, LM2902/LM2902A

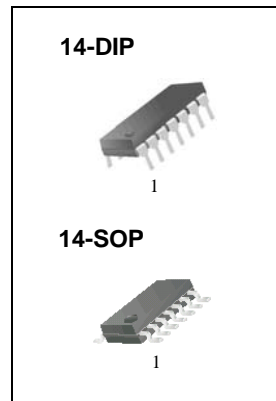
Quad Operational Amplifier

Features

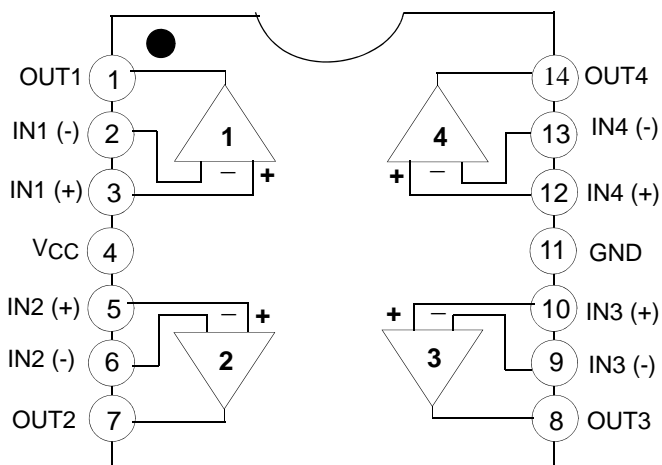
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100dB
- Wide Power Supply Range:
LM324/LM324A : 3V~32V (or $\pm 1.5 \sim 16V$)
LM2902/LM2902A: 3V~26V (or $\pm 1.5V \sim 13V$)
- Input Common Mode Voltage Range Includes Ground
- Large Output Voltage Swing: 0V to VCC -1.5V
- Power Drain Suitable for Battery Operation

Description

The LM324/LM324A, LM2902/LM2902A consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide voltage range. operation from split power supplies is also possible so long as the difference between the two supplies is 3 volts to 32 volts. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP Amp circuits which now can be easily implemented in single power supply systems.

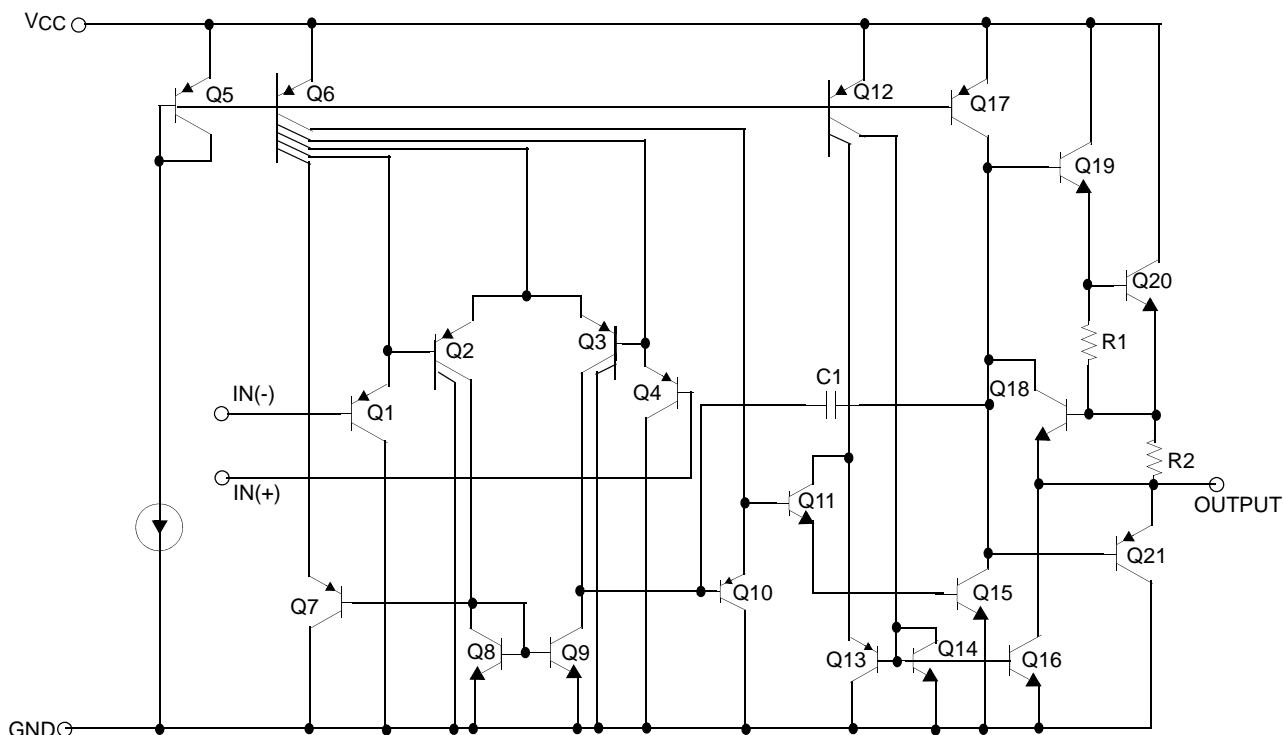


Internal Block Diagram



Schematic Diagram

(One Section Only)



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	LM324/LM324A	LM2902/LM2902A	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	±16 or 32	±13 or 26	V
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	32	26	V
Input Voltage	V _I	-0.3 to +32	-0.3 to +26	V
Output Short Circuit to GND V _{CC} ≤ 15V, T _A = 25°C (one Amp)	-	Continuous	Continuous	-
Power Dissipation, T _A = 25°C 14-DIP 14-SOP	P _D	1310 640	1310 640	mW
Operating Temperature Range	T _{OPR}	0 ~ +70	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 ~ +150	-65 ~ +150	°C

Thermal Data

Parameter	Symbol	Value	Unit
Thermal Resistance Junction-Ambient Max. 14-DIP 14-SOP	R _{θja}	95 195	°C/W

Electrical Characteristics

($V_{CC} = 5.0V$, $V_{EE} = GND$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM324			LM2902			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V_{IO}	$V_{CM} = 0V$ to $V_{CC} - 1.5V$ $V_{O(P)} = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ (Note1)	-	1.5	7.0	-	1.5	7.0	mV	
Input Offset Current	I_{IO}	$V_{CM} = 0V$	-	3.0	50	-	3.0	50	nA	
Input Bias Current	I_{BIAS}	$V_{CM} = 0V$	-	40	250	-	40	250	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	$V_{I(R)}$	Note1	0	-	$V_{CC} - 1.5$	0	-	$V_{CC} - 1.5$	V	
Supply Current	I_{CC}	$R_L = \infty$, $V_{CC} = 30V$ (LM2902, $V_{CC} = 26V$)	-	1.0	3	-	1.0	3	mA	
		$R_L = \infty$, $V_{CC} = 5V$	-	0.7	1.2	-	0.7	1.2	mA	
Large Signal Voltage Gain	G_V	$V_{CC} = 15V$, $R_L = 2k\Omega$ $V_{O(P)} = 1V$ to $11V$	25	100	-	25	100	-	V/mV	
Output Voltage Swing	$V_{O(H)}$	Note1	$R_L = 2k\Omega$	26	-	-	22	-	-	V
			$R_L = 10k\Omega$	27	28	-	23	24	-	V
	$V_{O(L)}$	$V_{CC} = 5V$, $R_L = 10k\Omega$	-	5	20	-	5	100	mV	
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	-	65	75	-	50	75	-	dB	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	50	100	-	dB	
Channel Separation	CS	$f = 1kHz$ to $20kHz$ (Note2)	-	120	-	-	120	-	dB	
Short Circuit to GND	ISC	$V_{CC} = 15V$	-	40	60	-	40	60	mA	
Output Current	ISOURCE	$V_{I(+)} = 1V$, $V_{I(-)} = 0V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	20	40	-	20	40	-	mA	
	ISINK	$V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	10	13	-	10	13	-	mA	
		$V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(R)} = 200mV$	12	45	-	-	-	-	μA	
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	-	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	V	

Note :

- $V_{CC} = 30V$ for LM324, $V_{CC} = 26V$ for LM2902
- This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)

(VCC = 5.0V, VEE = GND, unless otherwise specified)

The following specification apply over the range of 0°C ≤ TA ≤ +70°C for the LM324 ; and the -40°C ≤ TA ≤ +85°C for the LM2902

Parameter	Symbol	Conditions	LM324			LM2902			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V _{IO}	V _{ICM} = 0V to V _{CC} -1.5V V _{O(P)} = 1.4V, R _S = 0Ω (Note1)	-	-	9.0	-	-	10.0	mV	
Input Offset Voltage Drift	ΔV _{IO} /ΔT	R _S = 0Ω (Note2)	-	7.0	-	-	7.0	-	μV/°C	
Input Offset Current	I _{IO}	V _{CM} = 0V	-	-	150	-	-	200	nA	
Input Offset Current Drift	ΔI _{IO} /ΔT	R _S = 0Ω (Note2)	-	10	-	-	10	-	pA/°C	
Input Bias Current	I _{BIAS}	V _{CM} = 0V	-	-	500	-	-	500	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	V _{I(R)}	Note1	0	-	V _{CC} -2.0	0	-	V _{CC} -2.0	V	
Large Signal Voltage Gain	G _V	V _{CC} = 15V, R _L = 2.0kΩ V _{O(P)} = 1V to 11V	15	-	-	15	-	-	V/mV	
Output Voltage Swing	V _{O(H)}	Note1	R _L =2kΩ	26	-	-	22	-	-	V
			R _L =10kΩ	27	28	-	23	24	-	V
	V _{O(L)}	V _{CC} = 5V, R _L =10kΩ	-	5	20	-	5	100	mV	
Output Current	I _{SOURCE}	V _{I(+)} = 1V, V _{I(-)} = 0V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	10	20	-	10	20	-	mA	
	I _{SINK}	V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	5	8	-	5	8	-	mA	
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	-	-	-	V _{CC}	-	-	V _{CC}	V	

Note:

1. V_{CC}=30V for LM324 , V_{CC} = 26V for LM2902
2. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)(V_{CC} = 5.0V, V_{EE} = GND, T_A = 25°C, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM324A			LM2902A			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V _{IO}	V _{CM} = 0V to V _{CC} -1.5V V _{O(P)} = 1.4V, R _S = 0Ω (Note1)	-	1.5	3.0	-	1.5	2.0	mV	
Input Offset Current	I _{IO}	V _{CM} = 0V	-	3.0	30	-	3.0	50	nA	
Input Bias Current	I _{BIAS}	V _{CM} = 0V	-	40	100	-	40	250	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	V _{I(R)}	V _{CC} = 30V	0	-	V _{CC} -1.5	0	-	V _{CC} -1.5	V	
Supply Current	I _{CC}	V _{CC} = 30V, R _L = ∞ (LM2902, V _{CC} =26V)	-	1.5	3	-	1.0	3	mA	
		V _{CC} = 5V, R _L = ∞	-	0.7	1.2	-	0.7	1.2	mA	
Large Signal Voltage Gain	G _V	V _{CC} = 15V, R _L = 2kΩ V _{O(P)} = 1V to 11V	25	100	-	25	100	-	V/mV	
Output Voltage Swing	V _{O(H)}	Note1	R _L = 2kΩ	26	-	-	22	-	-	V
			R _L = 10kΩ	27	28	-	23	24	-	V
	V _{O(L)}	V _{CC} = 5V, R _L = 10kΩ	-	5	20	-	5	100	mV	
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	-	65	85	-	50	75	-	dB	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	50	100	-	dB	
Channel Separation	CS	f = 1kHz to 20kHz (Note2)	-	120	-	-	120	-	dB	
Short Circuit to GND	I _{SC}	V _{CC} = 15V	-	40	60	-	40	60	mA	
Output Current	I _{SOURCE}	V _{I(+)} = 1V, V _{I(-)} = 0V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	20	40	-	20	40	-	mA	
		V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	10	20	-	10	13	-	mA	
	I _{SINK}	V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 200mV	12	50	-	-	-	-	μA	
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	-	-	-	V _{CC}	-	-	V _{CC}	V	

Note:

- V_{CC}=30V for LM324A ; V_{CC}=26V for LM2902A
- This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)(V_{CC} = 5.0V, V_{EE} = GND, unless otherwise specified)The following specification apply over the range of 0°C ≤ T_A ≤ +70°C for the LM324A ; and the -40°C ≤ T_A ≤ +85°C for the LM2902A

Parameter	Symbol	Conditions	LM324A			LM2902A			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V _{IO}	V _{CM} = 0V to V _{CC} -1.5V V _{O(P)} = 1.4V, R _S = 0Ω (Note1)	-	-	5.0	-	-	6.0	mV	
Input Offset Voltage Drift	ΔV _{IO} /ΔT	R _S = 0Ω (Note2)	-	7.0	30	-	7.0	-	μV/°C	
Input Offset Current	I _{IO}	V _{CM} = 0V	-	-	75	-	-	200	nA	
Input Offset Current Drift	ΔI _{IO} /ΔT	R _S = 0Ω (Note2)	-	10	300	-	10	-	pA/°C	
Input Bias Current	I _{BIAS}	-	-	40	200	-	-	500	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	V _{I(R)}	Note1	0	-	V _{CC} -2.0	0	-	V _{CC} -2.0	V	
Large Signal Voltage Gain	G _V	V _{CC} = 15V, R _L = 2.0kΩ	15	-	-	15	-	-	V/mV	
Output Voltage Swing	V _{O(H)}	Note1	R _L = 2kΩ	26	-	-	22	-	-	V
			R _L = 10kΩ	27	28	-	23	24	-	V
	V _{O(L)}	V _{CC} = 5V, R _L = 10kΩ	-	5	20	-	5	100	mV	
Output Current	I _{SOURCE}	V _{I(+)} = 1V, V _{I(-)} = 0V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	10	20	-	10	20	-	mA	
	I _{SINK}	V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V	5	8	-	5	8	-	mA	
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	-	-	-	V _{CC}	-	-	V _{CC}	V	

Note:1. V_{CC}=30V for LM324A ; V_{CC}=26V for LM2902A.

2. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Typical Performance Characteristics

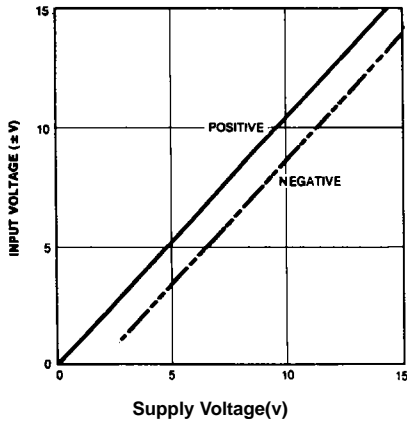


Figure 1. Input Voltage Range vs Supply Voltage

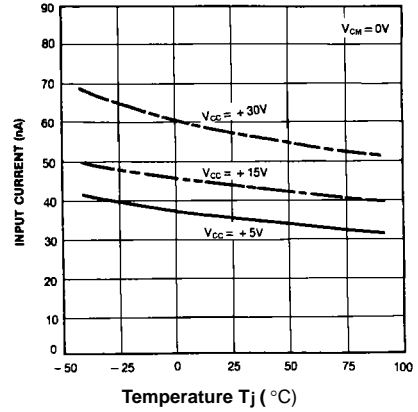


Figure 2. Input Current vs Temperature

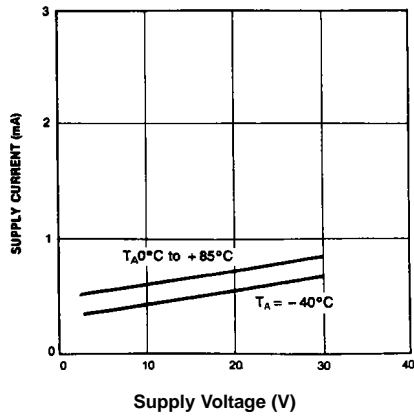


Figure 3. Supply Current vs Supply Voltage

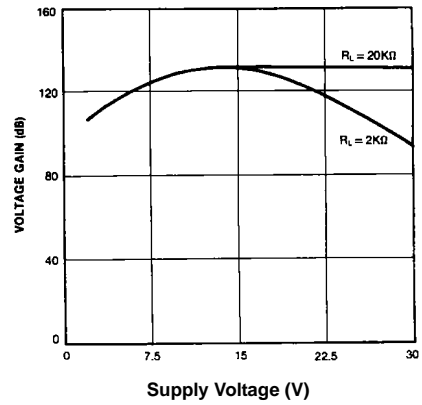


Figure 4. Voltage Gain vs Supply Voltage

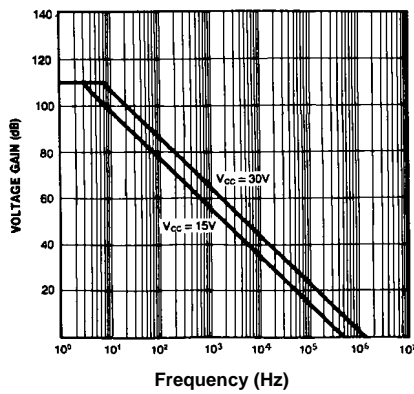


Figure 5. Open Loop Frequency Response

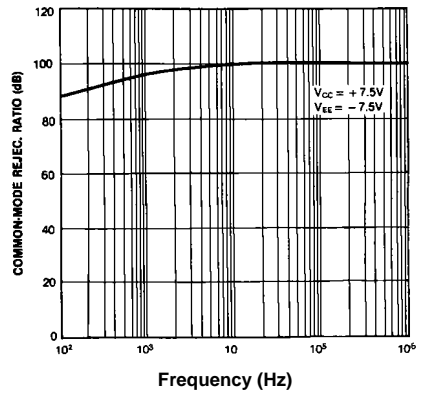


Figure 6. Common mode Rejection Ratio

Typical Performance Characteristics (Continued)

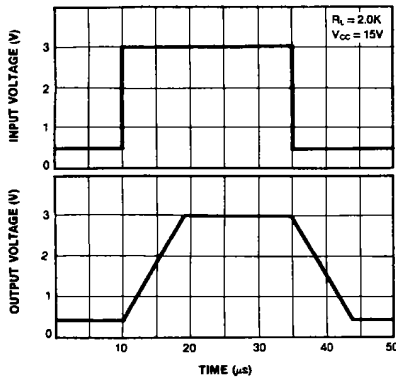


Figure 7. Voltage Follower Pulse Response

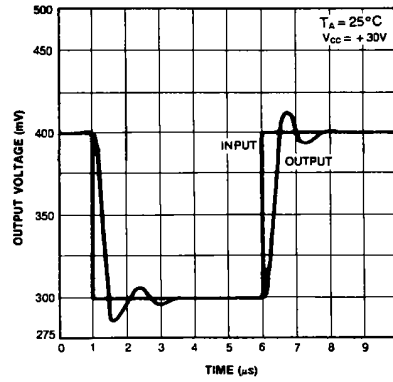


Figure 8. Voltage Follower Pulse Response (Small Signal)

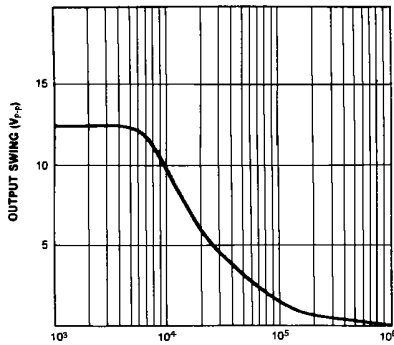


Figure 9. Large Signal Frequency Response

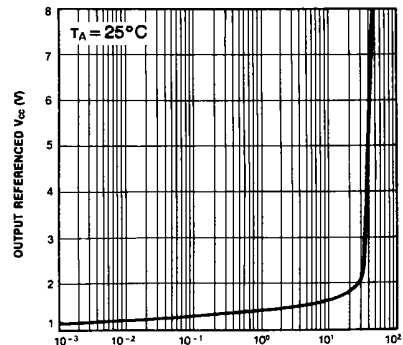


Figure 10. Output Characteristics vs Current Sourcing

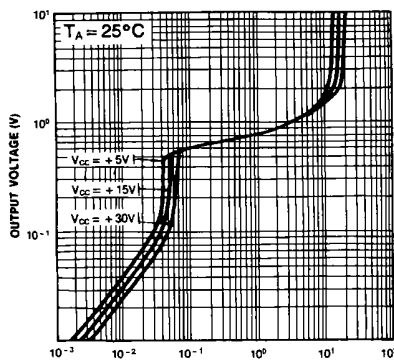


Figure 11. Output Characteristics vs Current Sinking

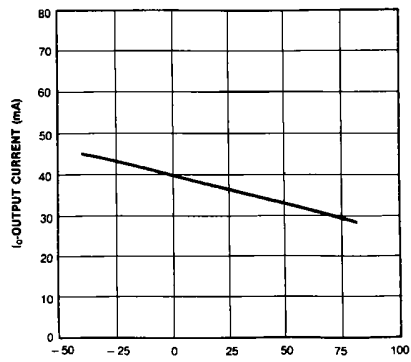


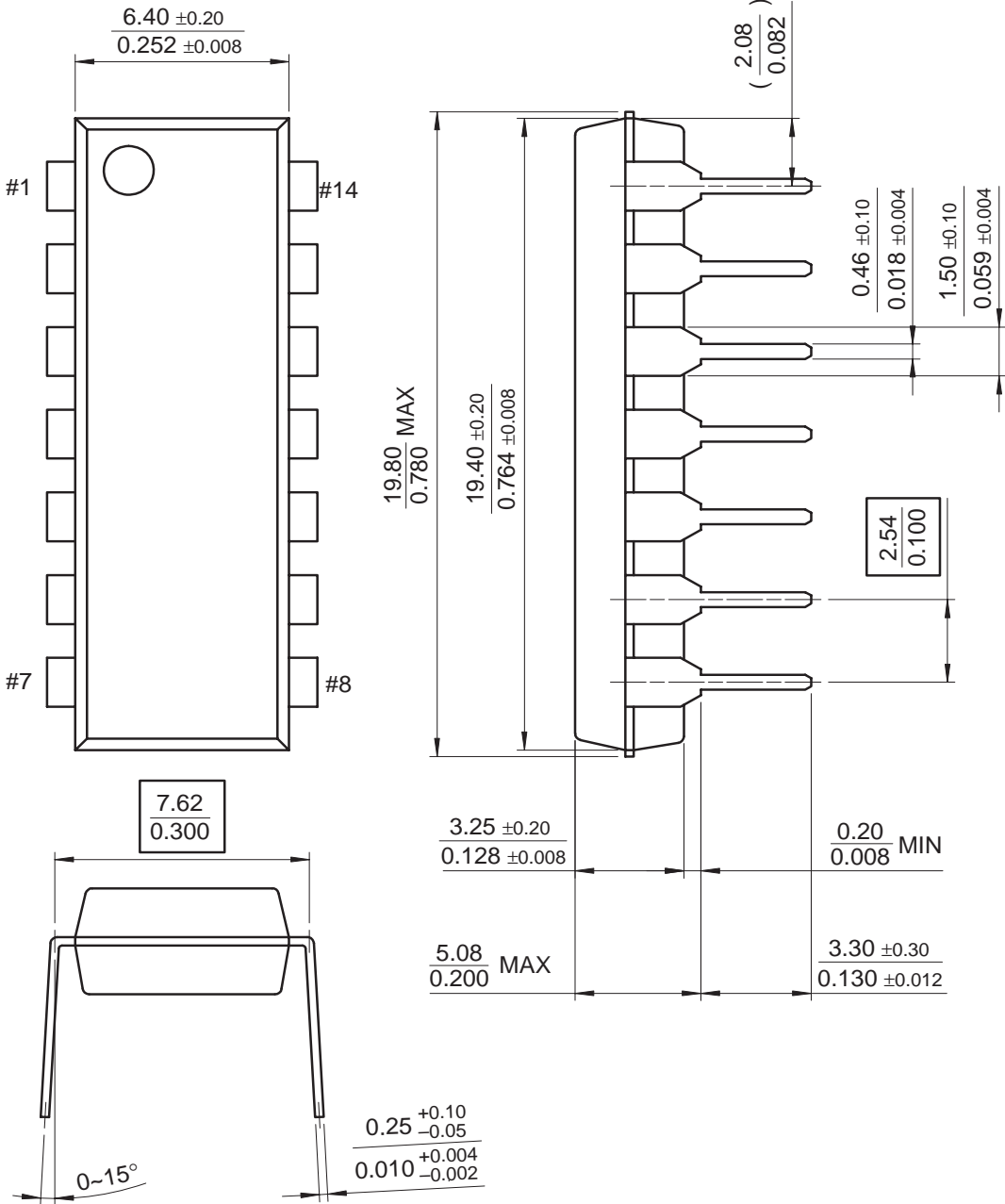
Figure 12. Current Limiting vs Temperature

Mechanical Dimensions

Package

Dimensions in millimeters

14-DIP

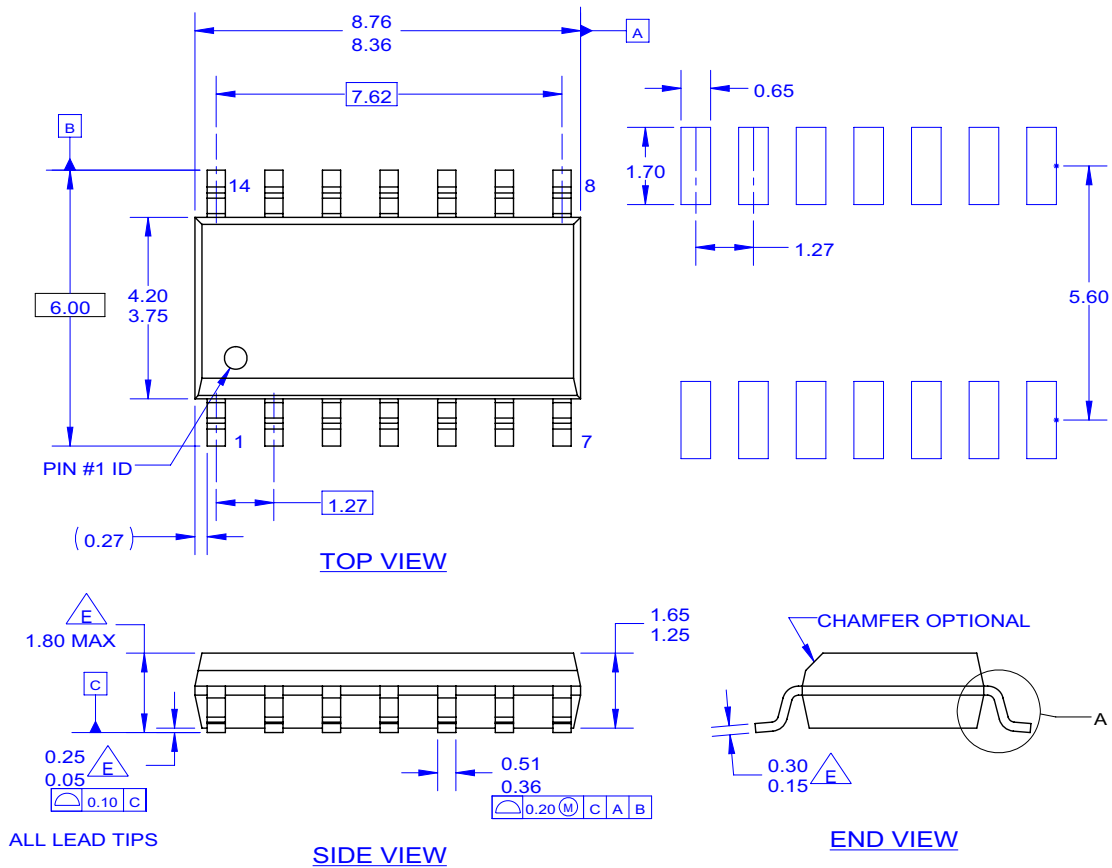


Mechanical Dimensions (Continued)

Package

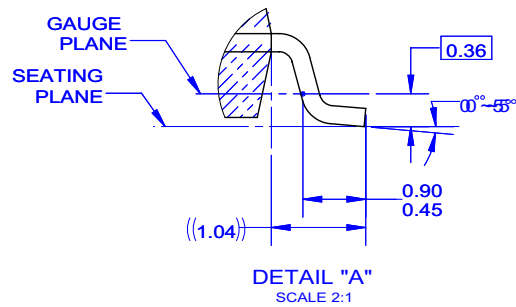
Dimensions in millimeters

14-SOP



NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

- A. THIS PACKAGE REFERENCE TO JEDEC MS-012 VARIATION AB.
- B. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH AND TIE BAR EXTRUSIONS.
- D. DIMENSIONS AND TOLERANCES AS PER ASME Y14.5-1994.
- E. OUT OF JEDEC STANDARD VALUE.
- F. LAND PATTERN STANDARD: SOIC127P600X145-14M.
- G. FILE NAME: MKT-M14C REV2



Ordering Information

Product Number	Package	Operating Temperature
LM324N	14-DIP	0 ~ +70°C
LM324AN		
LM324M	14-SOP	
LM324AM		
LM2902N	14-DIP	-40 ~ +85°C
LM2902M	14-SOP	
LM2902AM		

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.