



MARTA FERREIRA MAFRA

**CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE ELETRÔNICA E ROBÓTICA
NAS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO DE PRESIDENTE PRUDENTE E
REGIÃO**

PRESIDENTE PRUDENTE
2019

MARTA FERREIRA MAFRA

**CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE ELETRÔNICA E ROBÓTICA
NAS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO DE PRESIDENTE PRUDENTE E
REGIÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Angel Fidel Vilche Peña

PRESIDENTE PRUDENTE
2019

M187c

Mafra, Marta Ferreira

Contribuições para o ensino de eletrônica e robótica nas escolas de ensino médio de Presidente Prudente e região / Marta Ferreira Mafra. -- Presidente Prudente, 2019 151 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Angel Fidel Vilche Peña

1. Ensino de Física. 2. Escola pública. 3. Robótica. 4. Arduino. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a). Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: *Contribuições para o ensino de eletrônica e robótica nas escolas de ensino médio de Presidente Prudente e região*

AUTORA: MARTA FERREIRA MAFRA

ORIENTADOR: ANGEL FIDEL VILCHE PENA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ENSINO DE FÍSICA, área: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANGEL FIDEL VILCHE PENA

Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. ALMIR OLIVETTE ARTERO

Departamento de Matemática e Computação / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. FLAVIO PANDUR ALBUQUERQUE CABRAL

Faculdade de Informática de Presidente Prudente / Universidade do Oeste Paulista

Presidente Prudente, 20 de agosto de 2019.

Ao único Deus, nosso Salvador, mediante Jesus Cristo, Senhor nosso.

Glória, majestade, império e soberania, antes de todas as eras, e agora por todos os séculos. Amém.

Judas 25

AGRADECIMENTOS

Ao eterno Senhor Deus pelo dom da vida, pela oportunidade e pela confiança a mim concedida.

À CAPES, pelo auxílio financeiro – o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Angel Fidel Vilche Peña, pelo apreço e pela presteza. Agradeço aos anos de parceria na educação e no aprendizado que fizeram a diferença na minha atuação como Professora do Núcleo Pedagógico – PCNP – na Diretoria de Ensino da Região de Presidente Prudente.

Aos membros da banca examinadora da qualificação, Profa. Dra. Ana Maria Osório Araya Balan e Profa. Dra. Agda Eunice de Souza, pela prontidão em participar e pelas valiosas contribuições para o trabalho.

À maravilhosa família que Deus me deu. Ao meu pai, Eurípedes, obrigada pelo exemplo íntegro de vida, pelo zelo de me ensinar a amar e a obedecer a Deus e pelo incentivo nos estudos. À minha mãe, Zelina (*in memorian*), obrigada por me ensinar a ser o que sou. Muita saudade de você, sei que está nos braços do Pai. À minha irmã, Rute, amada companheira, guerreira, sem seu esforço, suas orações, suas renúncias e seu zelo, jamais alcançaria este objetivo. Ao meu irmão, Héber, à cunhada, Adriele, e ao sobrinho Enzo Lucas, que tanto amo e considero. Às minhas primas, Suelene, Celia, Carmem, Luciane e Sandra, pelo convívio salutar e pelos momentos marcantes na minha vida.

Aos meus amigos, Ivone (*in memorian*), Sueli e família, Marisa e família, Mario e família, Sueli Cruz e família, Celina e família, Regina e família, Patrícia e família, Fernanda, Arlete e Andréia, o meu muito obrigada pelas orações constantes, pelo apoio vivenciado comigo em cada etapa.

Aos profissionais da educação, Naíde, Claudinete, Helena, Rosangela, Neide, Patrícia, Gislene, Claudia, Aisa, Caroline, Bete, Everton, e à escola.

Por fim, agradeço a todos que me ajudaram diretamente e indiretamente, sem medir esforços pelo percurso deste trabalho – nada que eu faça poderá retribuir seu apoio! Certamente, há recompensa de Deus em vossas vidas.

RESUMO

Em meados de 2015, chegou às escolas do Programa de Ensino Integral (PEI) da rede pública estadual, o *Kit Robótica Arduino*, composto por um conjunto de componentes de eletrônica, sendo uma placa Arduino e dois pequenos livros. Para utilizar esses materiais, a Diretoria de Ensino assumiu a tarefa de capacitar os professores da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e contou com o apoio da FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente. Durante as capacitações compostas por Orientações Técnicas – OT – e por Curso, foram verificadas *in loco* as dificuldades dos professores no manejo com os projetos de Robótica, surgidos principalmente pela carência de conteúdos de eletrônica. Ao término das capacitações e da análise de seus resultados, surgiu a ideia de criar um Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice) com os elementos básicos da Eletrônica e de elaborar Propostas de Atividades Experimentais – PAE – (Apêndice). Foi criada uma metodologia, a fim de tornar mais eficazes as atividades de treinamento de professores focadas no *Kit Robótica Arduino*. Para avaliar a metodologia, foram realizados experimentos usando a metodologia proposta em uma escola pública de Presidente Prudente, os quais, tendo obtido bons resultados, são discutidos neste trabalho. Espera-se que sua divulgação em outras Diretorias de Ensino da região possa reduzir o tempo utilizado em treinamento de professores, bem como melhorar a competência na implantação da Robótica. Embora a maioria das escolas da rede pública estadual ainda não tenha recebido o *Kit Robótica Arduino*, quando isso acontecer, certamente enfrentarão problemas semelhantes aos que levaram à elaboração desta dissertação.

Palavras-chave: Ensino de Física. Escola pública. Robótica. Arduino.

ABSTRACT

In the middle of 2015, schools included in the Integral Education Program of São Paulo State public school system were contemplated with the Arduino Robotics Kit: a set of electronic components, an Arduino Board and two booklets. The Education Department in Presidente Prudente, counting on the support of FCT/UNESP – Presidente Prudente Campus, took on the task of training teachers in the field of Nature Science and its Technologies to improve the use of that material. During training activities – Technical Guidance and Coursework – teachers' difficulties in developing robotics projects were evidenced, mainly due to their lack of knowledge in electronics. At the end of the developed activities, after having the participants acquired some practice in the subject, came up the ideas of writing a Simplified Manual of Electronics (Appendix) which would contemplate the necessary basic elements for working in this area, as well as elaborating Proposals for Experimental Activities (PAE - Appendix). A methodology was created in order to make teachers' training focused on Arduino Robotics Kit more effective. To evaluate the methodology, experiments were performed in a public school in Presidente Prudente, which, having obtained good results, are discussed in this paper. It is expected that the dissemination of this work in other regional Education Departments might contribute not only to reduce teachers' training time, but also to achieve better proficiency in implementing Robotics. Although the majority of São Paulo public schools have not yet been contemplated with Arduino Robotics Kits, when they do, they will certainly face the same problems which led to the elaboration of this dissertation.

Keywords: Physics Teaching. Public school. Robotics. Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Kit</i> Robótica Arduino	26
Figura 2 - Placa Arduino Uno	30
Figura 3 - <i>Software</i> do Arduino	32
Figura 4 - Instalação do Arduino.....	33
Figura 5 - Local de doação para o <i>software</i>	33
Figura 6 - <i>Software</i> sendo baixado.....	34
Figura 7 - Tela inicial (IDE) do Arduino	35
Figura 8 - Tela inicial (IDE) do Arduino com código	35
Figura 9- Tela inicial (IDE) do Arduino com código selecionado.....	36
Figura 10- Localização da porta serial	36
Figura 11 - Reconhecimento da porta serial	37
Figura 12 - Percurso para chegar no Blink.....	38
Figura 13 - Código de exemplo - Blink	38
Figura 14 - Tela indicando carregamento concluído.....	39
Figura 15 - Verificação da configuração.....	40
Figura 16 - Tela indicando configuração correta	40
Figura 17 - Professores testando os projetos nas capacitações	52
Figura 18 - Projetos de robótica na Feira de Ciências	53

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Características do Arduino Uno.....	31
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
	OBJETIVO GERAL	14
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
	CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
	CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3. 1	Percurso da experimentação no ensino de Física.....	19
3.2	Aprendizagem significativa	21
3.3	Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias	24
3.4	Formação de professores.....	25
3.4.1	Orientação Técnica aos professores do Programa de Ensino Integral – PEI	26
3.4.2	Curso para professores da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias	27
	CAPÍTULO 4 – ARDUINO.....	29
4.1	Arduino	29
4.2	Características da Placa Arduino	30
4.3	Primeiros passos com o Arduino.....	32
4.3.1	Instalação do <i>software</i> Arduino	32
4.3.2	Verificação da porta serial embutida na USB	34
4.3.3	Teste da placa Arduino.....	37
4.3.4	Sugestões para utilizar o <i>protoboard</i>	40
	CAPÍTULO 5 - PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA	42
5.1	A elaboração da Proposta Didática	42
5.2	Consulta, preparo e apropriação da Proposta Didática	43
5.3	Aplicação da Proposta Didática	43
5.3.1	Encontros didáticos com o Arduino.....	44
	CAPÍTULO 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
6.1	Análise dos resultados.....	46
6. 2	Análise das capacitações com professores	52
6.2.1	Exposição de Atividades Experimentais.....	52
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
	REFERÊNCIAS	57

APÊNDICE.....	59
1. Manual Simplificado de Eletrônica.....	61
2. Proposta de Atividades Experimentais (PAE).....	80

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A incorporação da tecnologia pela sociedade atual, inundada por inovações que se multiplicam, mudou, significativamente, quase em sua totalidade, os processos da vida. A tecnologia está presente nos meios de comunicação, na agricultura, na indústria, no transporte e nos escritórios. Seu uso nas escolas, porém, ainda é tarefa desafiadora.

Segundo o Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no meio em que vivem nesta era digital, os estudantes escutam música digitalizada, utilizam computadores que atuam com semicondutores, portas automáticas movimentam-se por fotossensores, usinas nucleares produzem energia elétrica em grandes proporções e, na área da medicina, o uso de novos equipamentos vem transformando técnicas e procedimentos (SÃO PAULO, 2012, p. 97). Em face dessa realidade, o ensino da Física já contaria, sem dúvida, com considerável posição no currículo escolar.

Os jovens são beneficiados pelo conforto tecnológico trazido pelo desenvolvimento da ciência, porém, a maioria das escolas não dispõem de ferramentas tecnológicas que podem facilitar a compreensão de conceitos físicos relevantes, como os fenômenos elétricos e magnéticos encontrados numa imensidão de equipamentos presentes no seu dia a dia. Mais especificamente, os dispositivos elétricos como lâmpadas, aparelhos de som e eletrodomésticos, bem como celulares, que só são executáveis devido aos campos eletromagnéticos existentes em seu interior, constituído de materiais condutores e isolantes.

No segundo semestre de 2015, foi levada, até o Núcleo Pedagógico (NPE) da Diretoria de Ensino da Região de Presidente Prudente (DERPP), uma caixa do *Kit* Robótica Arduino recebida por uma das escolas incluídas no Programa Ensino Integral (PEI) da DERPP. Visto que todas as cinco escolas inseridas no Programa dispunham desse material e com a previsão de que posteriormente ele seria enviado também às demais unidades, foi solicitado à Professora Coordenadora do Núcleo Pedagógico - PCNP de Física que promovesse Orientações Técnicas, a fim de capacitar os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) para o uso dessa ferramenta tecnológica de ponta – o Arduino.

O Arduino é uma plataforma eletrônica baseada em *hardware* e *software* flexíveis. O *hardware* corresponde a um material físico, ou melhor, uma placa eletrônica que apresenta licença *open source*, assim como o *software*. Ele consegue ser programado no ambiente de

desenvolvimento integrado, tornando-se uma base para o andamento dos projetos que amparam as práticas de Robótica.

Além da placa eletrônica, o *Kit Robótica Arduino* era composto de diversos componentes, entre eles: *protoboard*, resistores, LED, capacitores, *display* LCD, sensor de temperatura, motores elétricos e transistor. Acompanhavam também o conjunto, dois livros fornecidos pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo: *Robótica: Ensino Fundamental - Anos Finais* e *Robótica: Ensino Médio*.

Foi então que a PCNP de Física procurou a FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente, onde foi prontamente atendida pelo Departamento de Física, Química e Biologia. Como resultado dessa parceria, foram preparadas, em 2016, seis Orientações Técnicas (OT) para os professores da área de CNT e Matemática das escolas inseridas no PEI. Com o tema “Noções básicas de eletrônica – Arduino”, o trabalho foi dividido em encontros de quatro horas cada, totalizando 24 horas.

Em 2017, foi oferecido o Curso *Noções fundamentais no uso da Plataforma Arduino* a todos os professores das áreas de CNT da DERPP. Com carga horária prevista de 40 horas, o Curso foi estruturado em três módulos, com duração de aproximadamente três meses e com atividades presenciais – 15 horas distribuídas em cinco encontros de três horas – intercalados com seis atividades em EaD, totalizando 25 horas.

Todos os encontros presenciais, tanto das Orientações Técnicas quanto do Curso, ocorreram no Laboratório de Física da UNESP – Campus de Presidente Prudente, tendo como objetivo capacitar os professores para o uso do Arduino em sala de aula. Frente ao que foi evidenciado, este trabalho visa aos seguintes objetivos:

OBJETIVO GERAL

Apresentar uma metodologia para orientar os professores na utilização das ferramentas de robótica, usando o Arduino.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar um Manual Simplificado de Eletrônica.

- Elaborar Propostas de Atividades Experimentais, para principiantes no uso do Arduino, que venham a ser potencialmente significativas para professores e estudantes.

Os demais capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte maneira: no capítulo 2, apresentam-se uma revisão a respeito da utilização do Arduino em sala de aula, com o propósito de tornar os conceitos físicos menos abstratos, bem como os benefícios que traz ao ensino e à aprendizagem.

No capítulo 3, são expostos os referenciais teóricos que embasaram esta dissertação. Junto a um resumo sobre o percurso da experimentação no ensino de Física, apresentam-se um breve estudo sobre a teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel, como também uma análise da inovação dos processos de ensino e aprendizagem com apoio de tecnologias. Finalizando, descreve-se o percurso metodológico realizado para chegar à ideia da construção da proposta didática, o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice), e das Propostas de Atividades Experimentais (PAE).

No capítulo 4, relata-se brevemente a história da ferramenta tecnológica, o Arduino, seguida de uma explicação sobre como baixar e instalar o *Arduino Software (IDE)* adequadamente, as diferentes maneiras de testar a placa Arduino e o reconhecimento da porta serial.

No capítulo 5, descrevem-se a elaboração, a consulta e a aplicação da proposta didática, pontuando cada uma das etapas ocorridas no manejo com o Arduino.

No capítulo 6, são descritos e avaliados os resultados das capacitações com os professores no manejo do Arduino, assim como da aplicação da proposta didática com os estudantes da escola selecionada para testá-la.

Finalmente, no capítulo 7, são apresentadas as considerações que encerram este trabalho.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Arduino foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores em Ivrea, na Itália, no ano de 2005, como uma plataforma para fins educativos, de baixo custo, fácil utilização e que pudesse interagir com a robótica. Foi dessa forma que se chegou à plataforma Arduino de código aberto (*open source*), tanto o *software* quanto o *hardware*, o que a torna bastante acessível em termos de custo. Pode ser, por isso, copiada e utilizada sem o pagamento de licenças aos seus idealizadores. Ademais, muitas comunidades na *web* compartilham gratuitamente suas produções em *sites* e fóruns.

A seguir, apresentam-se as possíveis aplicações do Arduino no ensino de Física, compiladas em algumas dissertações, artigos, livros e materiais instrucionais.

1. *A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC* (SOUZA; PAIXÃO; UZÊDA; DIAS; DUARTE; AMORIM, 2011). O trabalho indica, sobretudo, a realização de duas importantes aplicações do Arduino no trato com o conhecimento físico. A primeira aplicação tem como foco o estudo das oscilações amortecidas e, a segunda, a transferência radiativa de calor para duas superfícies pintadas: uma preta e outra branca. Nas duas aplicações, são exibidos gráficos a partir dos dados experimentais coletados.
2. *A utilização da plataforma Arduino em sala de aula: um estudo de caso* (MOREIRA; SILVA; FERREIRA, 2017). Este trabalho recomenda o emprego do Arduino como recurso pedagógico para desenvolver projetos em sala de aula, bem como destaca a importância de uma oficina para o ensino de ondas sonoras, em Física e, com isso, fomentar novos saberes.
3. *Projetos de Robótica Educacional como apoio ao ensino de Matemática e Física: criando um protótipo de robô controlado por sensor de luminosidade* (PEREIRA., 2015). Este trabalho propõe a utilização do Arduino no desenvolvimento de um projeto educacional – montagem de um protótipo robótico – e enfatiza a possibilidade de usar materiais reutilizáveis e produtos recicláveis no ensino de Física e Matemática. Destaca,

como benefícios da Robótica Educacional, o desenvolvimento do trabalho colaborativo, do senso de liderança, da autonomia e da criatividade.

4. *Arduino Básico* (MCROBERTS, 2011) e *Arduino em ação* (EVANS, NOBLE e HOCHENBAUM, 2013) são obras que tratam do uso do Arduino, onde é possível encontrar uma grande variedade de exemplos para sua utilização. Empregam inúmeros sensores e atuadores, concomitante com aplicações detalhadas sobre o funcionamento do *software* e do *hardware*. Embora não sejam voltadas diretamente ao ensino de Física, oferecem exemplos significativos à instrumentação eletrônica.
5. *Materiais de apoio ao Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo – Robótica – Ensino Fundamental – Anos Finais – Caderno do Professor* (SÃO PAULO, 2014) e *Materiais de apoio ao Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo – Robótica – Ensino Médio – Caderno do Professor* (SÃO PAULO, 2014b) são livros editados pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEESP), disponíveis na Intranet – Espaço do Servidor¹ – onde se disponibilizam informações elementares a respeito dos componentes eletrônicos e algumas possibilidades de uso da placa Arduino, assim como sua relação com o Currículo do Estado de São Paulo vigente.
6. Além de inúmeros fóruns do Arduino, disseminados pelo globo, nos quais acontecem muitas discussões sobre a temática e ocorrem o compartilhamento de programas e tutorias com fartas propostas de projetos, montagens e exemplares de *software*, especialmente no ramo da robótica, encontram-se na rede diversas lojas virtuais que comercializam componentes eletrônicos essenciais para desenvolver projetos com o Arduino. No Brasil, ressaltamos: Filipeflop², Laboratório de Garagem³, e HardwareLivre USP⁴.

¹ Disponível em: <www.intranet.educacao.sp.gov.br/> Acesso em: 10 fev. 2019.

² Disponível em: <www.filipeflop.com>. Acesso em: 8 fev. 2018

³ Disponível em: <<http://labdegaragem.com/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

⁴ Disponível em: <<https://hardwarelivreusp.org>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

Estando esta dissertação de Mestrado inserida na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e voltada para o ensino de Física, tornou-se fundamental a realização de um estudo a respeito do percurso da experimentação no ensino da disciplina, bem como de uma teoria de aprendizagem que visa alicerçar e assentar tal procedimento como sustentáculo à preparação da metodologia de trabalho que será tratada posteriormente. Esta dissertação traz sugestões que certamente irão favorecer a investigação no ensino de Física, com base no uso de tecnologias em sala de aula, como o Arduino, uma ferramenta de custo baixo, fácil de usar e de fácil transporte.

Na primeira parte deste capítulo, procura-se demonstrar como se investiu na experimentação no ensino de Física, a partir do começo do século XIX, com o intuito de vivenciar os percalços encontrados no mundo todo para a criação de uma metodologia que até hoje ainda é um grande desafio. Na seção seguinte, discute-se a importância de se apoderar da teoria da aprendizagem proposta por Ausubel – que se dedicou a compreender e registrar como ocorre a aprendizagem significativa –, e de vivenciá-la. Em seguida, discorre-se sobre o ensino e a aprendizagem com apoio de tecnologias propostas por Moran, que sinaliza pontos nevrálgicos nesse processo, em face das transformações do mundo atual. Encerra o capítulo, a descrição das orientações técnicas e do curso desenvolvidos para professores sobre o manejo do Arduino, destacando os pontos centrais discutidos nas atividades de capacitação que inspiraram a construção da proposta didática.

Como já mencionado, são discutidos, neste capítulo, o percurso da experimentação no ensino de Física e o potencial de sua aplicação para tornar a aprendizagem mais significativa, segundo Ausubel. Grande parte deste trabalho tem, como base, a atuação de sua autora como professora de Física há mais de duas décadas na rede pública de ensino do Estado de São Paulo, em que a experimentação tem sido ferramenta importante nas aulas, para tornar o processo de ensino e aprendizagem, preferentemente, melhor e mais significativo para os alunos.

3. 1 Percurso da experimentação no ensino de Física

Segundo Adolphe Ganot (GASPAR, 2014), do começo do século XIX até o término dos anos 1950, o ensino experimental baseava-se regularmente na apresentação e explicação dos equipamentos de demonstração na sala de aula, já que os laboratórios de Física pouco existiam. Os aparelhos eram produzidos manualmente e grandes o suficiente para serem vistos de longe, tornando-os raros, de forma que poucas escolas conseguiam ter um acervo expressivo desses recursos (GASPAR, 2014, p.13). Quando se podia contar com eles, os equipamentos de demonstração, na maior parte das escolas daquele tempo, eram utilizados pelos professores com a metodologia esperada no modelo educacional do Ensino Tradicional.

Já no início do século XX, essa prática pedagógica suportou grandes críticas por parte de filósofos e pedagogos seguidores do novo modelo de ensino, conhecido como Escola Nova, que tinha como premissa fazer com que o aluno fosse um participante dinâmico na conquista do conhecimento, em oposição ao modo passivo de aprender no Ensino Tradicional. O movimento Escola Nova surgiu em alguns países europeus, no fim do século XIX, e se expandiu intensamente na primeira metade do século XX, tanto na Europa, quanto nos Estados Unidos e no Brasil. Foi perdendo forças, porém, principalmente devido ao insucesso total das realizações educacionais recomendadas e efetuadas. A ineficiência se deu especialmente pela crença implícita de que os estudantes procurariam automaticamente adquirir o conhecimento, o que no geral não aconteceu e, conseqüentemente, os resultados se mostraram mais baixos, em relação aos conquistados com a metodologia do Ensino Tradicional.

As técnicas tradicionais foram destacadas, igualmente, como as responsáveis pelo inacreditável progresso da ciência e da tecnologia verificado nesse período. Em especial a Física, que viveu excepcional revolução histórica nas primeiras décadas do século XX, quando foram apresentadas as teorias da relatividade e da mecânica quântica, dando início a uma moderna era tecnológica, com feitos que até hoje permanecem nos fascinando.

Já no início da segunda metade do século XX, um acontecimento fez desabar o otimismo em relação ao Ensino Tradicional, em especial nos Estados Unidos, quando, em plena Guerra Fria, a União Soviética lançou o satélite *Sputnik*, a primeira aventura espacial da raça humana. A passagem da nave sobre o território norte-americano produziu terror na maioria dos cidadãos, tendo sido necessário um trabalho árduo das autoridades para acalmá-los e, até mesmo, convencê-los de que satélites artificiais não conseguiriam ser empregados como arma de guerra e de que, brevemente, o país estaria lançando os seus.

Ficou patente a insatisfação das autoridades americanas em face da liderança arruinada, fracasso atribuído ao atraso tecnológico, contra o qual se envidaram esforços na busca tanto das razões que o geraram, quanto da correção dos procedimentos para saná-lo, considerando a ineficácia do ensino de Ciências nas instituições norte-americanas, até então conduzido pelas técnicas pedagógicas tradicionais.

As críticas a esse ensino não eram recentes, mas tiveram recrudescimento nessa época. Em 1956, um ano antes do lançamento do *Sputnik*, um grupo constituído por ilustres físicos dos EUA, o *Physical Science Study Committee* - PSSC, conduzia estudos tendo em vista a reestruturação do ensino de Física. A reação dos norte-americanos em virtude do lançamento do satélite russo levou o governo a ampliar os recursos da *National Science Foundation*⁵ direcionados ao trabalho desenvolvido pelo PSSC.

Depois de quatro anos de labuta, o grupo de físicos divulgou um livro-texto, a princípio nos EUA (1960) e, em seguida, em diversos países, inclusive no Brasil. Entretanto, os resultados da proposta não foram promissores nem para os EUA nem para os demais países em que foi utilizada, tendo sido logo desabilitada até no Brasil. Aqui, a aplicação do trabalho do PSSC restringiu-se a alguns estados, e pouquíssimos professores dele se apoderaram a ponto de se sentirem capacitados para utilizá-lo. No entanto, é possível afirmar que os subsídios do PSSC para o desenvolvimento do ensino de Física nos diversos países que os aplicaram trouxeram contribuições significativas, como a inserção de uma nova estratégia para ensinar a disciplina, em substituição ao modelo do Ensino Tradicional, haja vista a movimentação de renovação por que passou o ensino de Ciências, especialmente de Física, por meio de outros projetos similares.

⁵ Fundação Nacional da Ciência – tradução nossa.

Inicialmente, contudo, da mesma forma como aconteceu com o projeto PSSC, todos os demais, influenciados por ele, tiveram pequeno tempo de existência e seus resultados foram igualmente desapontadores, como ocorreu, no Brasil, com o Projeto de Ensino de Física (PEF), desenvolvido pelo Instituto de Física da USP, em acordo com instituições. Entre os vários motivos para o seu insucesso, podem ser citados a incapacidade na administração do envio do material, a péssima condição dos *kits* experimentais, bem como os empecilhos para a aquisição dos guias para os professores. Porém, de todas as dificuldades, duas se destacaram: a falta de sintonia entre os responsáveis pela elaboração das propostas e a realidade educacional a quem seriam encaminhadas; e a certeza (não concretizada) de assegurar a aprendizagem individualizada do aluno, por meio da interação prática com o equipamento montado.

3.2 Aprendizagem significativa

O médico psiquiatra, David Paul Ausubel (1918-2008), filho de imigrantes judeus, professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova York, devotou sua vida acadêmica à psicologia educacional, em cuja teoria se baseou Joseph D. Novak, professor de Educação da Universidade de Cornell em Ithaca (EUA), que tem implementado, apurado e difundido o conceito de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p.159).

Para Ausubel (MOREIRA, 2011), aprendizagem tem significado de organização e de integração do conhecimento numa estrutura cognitiva, compreendida como aquele conteúdo total e organizado de ideias de um indivíduo; ou, considerando a aprendizagem de certos temas, o conteúdo e organização delas naquela área específica de conhecimento. O trabalho dele sempre teve sua atenção focada na aprendizagem, no modo como ela acontece na sala de aula. Para ele, a condição que mais intervém na aprendizagem acha-se naquilo que o aluno já sabe.

Outro conceito básico (MOREIRA, 2011) é o de aprendizagem significativa, aquele processo mediante o qual uma nova informação vai se relacionar e interagir com outras por meio do que ele denomina subsunçores. A aprendizagem significativa acontece quando novas ideias se ancoram em conceitos ou proposições importantes, preexistentes na estrutura cognitiva ou de inteligência do aprendiz. O acúmulo de informações dentro do cérebro humano torna-se, assim, extremamente organizado e essa organização segue, muitas vezes, uma hierarquia de conceitos, dos mais gerais, mais inclusivos, para os mais específicos.

É na estrutura cognitiva que o indivíduo vai progressivamente internalizando os novos conceitos e informações, os quais vão sendo ancorados, ligados (assimilados), até se alojar rigorosamente ali e, a contar desse contato, se reordenam, são gradualmente incorporados e, conseqüentemente, aprendidos.

Este método de ancoragem da nova ideia consiste na ampliação e modificação do conceito subsunçor, que pode ser amplo e bem desenvolvido, ou ínfimo e pouco desenvolvido. À medida que aprendemos, estamos ampliando a estrutura cognitiva. Quer dizer que os subsunçores atuais na estrutura cognitiva tornam-se mais amplos, mais elaborados, mais inclusivos devido às novas ideias assimiladas.

Em contraposição à aprendizagem significativa, descreve a aprendizagem mecânica, ou seja, aquela em que, não havendo um subsunçor, novas ideias ou informações estabelecem escassas ou nenhuma interação com os conceitos importantes já presentes na estrutura cognitiva. Então, elas serão armazenadas de forma arbitrária, sem se integrar a conceitos subsunçores essenciais, permanecendo na estrutura cognitiva de maneira mecânica (decorada).

De acordo com Präss (2012), as informações (decoradas) foram [...] “armazenadas de forma arbitrária, o que não garante flexibilidade no seu uso, nem longevidade”. (PRÄSS, 2012, p. 29). Ressalta-se, porém, que embora a aprendizagem significativa seja considerada mais relevante, para Ausubel (MOREIRA, 2011), em alguns contextos não se pode descartar a aprendizagem mecânica. O mesmo ocorre em relação aos tipos de aprendizagem, que segundo esse autor, pode se dar por recepção ou por descoberta. Na primeira, tudo aquilo que precisa ser aprendido é mostrado ao aprendiz numa forma final, enquanto na segunda, o conteúdo fundamental a ser assimilado precisa ser descoberto pelo aprendiz, quer dizer, ele vai procurar descobrir a informação. Contudo, seja num tipo ou no outro de aprendizagem, ela só será significativa se o aprendiz relacionar o conteúdo apreendido aos conceitos subsunçores importantes já presentes em sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem mecânica é importante quando o indivíduo obtém informações sobre certa área de conhecimento inteiramente nova para ele. A partir do momento em que determinados elementos de conhecimento, relevantes para a aquisição de novas informações na própria área, estejam incorporados na estrutura cognitiva e consigam servir de subsunçores, mesmo que não muito elaborados, essa informação deixa de ser mecânica e passa a ser significativa, se amplia e assume o papel de ancoragem para novos conteúdos.

Cabe salientar que Ausubel (MOREIRA, 2011) sugere a utilização de organizadores prévios que sirvam de âncora à nova aprendizagem, mas que levem a um avanço de conceitos subsunçores, a fim de colaborarem na aprendizagem subsequente. O emprego de organizadores prévios corresponde a uma estratégia para, de propósito, manusear a estrutura cognitiva, com o intuito de favorecer a aprendizagem cognitiva (que é o resultado do armazenamento organizado com ideias no intelecto do indivíduo que aprende). Eles são materiais introdutórios (ancoradouro provisório) exibidos antes do material específico a ser assimilado. A finalidade primordial do organizador prévio é servir de ponte entre o que o indivíduo já sabe e aquilo que ele precisa saber, com a finalidade de o material ter potencial para ser compreendido de maneira significativa. Os organizadores prévios são, portanto, essenciais para favorecer a aprendizagem, tendo em vista que atuam como pontes cognitivas.

De acordo com Ausubel (MOREIRA, 2011), há duas condições para que aconteça a aprendizagem significativa. A primeira é que o novo material a ser apreendido seja relacionável. Em outros termos, incorporável à estrutura cognitiva do indivíduo, de forma não arbitrária e também não literal. Um material, com essa característica, torna-se potencialmente significativo. Esta condição requer não apenas que o novo conteúdo seja consideravelmente não arbitrário em si, de maneira que consiga ser aprendido, mas também que tenha uma relação junto aos subsunçores adequados que se encontram na estrutura cognitiva do indivíduo. A segunda é que o indivíduo tenha alguma disposição em aprender, a fim de relacionar de forma substantiva e não arbitrária a nova informação ao conceito potencialmente significativo na sua estrutura cognitiva, de modo que, uma vez entendido determinado conteúdo, o sujeito consiga explicá-lo com suas palavras, usando linguagem sinônima, porém com o mesmo significado. De forma mútua, independentemente de quanto o indivíduo esteja pronto a aprender, nem o processo tampouco o produto da aprendizagem se tornarão significativos, caso o material não seja potencialmente significativo.

Para Ausubel (MOREIRA, 2011), o entendimento autêntico de um conteúdo ou proposição resulta na aquisição de significados claros, essenciais, diferenciados e transferíveis. Todavia, ao aferir a compreensão do aluno, cobram-se meramente *feedbacks* mecanicamente memorizados. Ausubel propõe que se elaborem questões e problemas de forma diferente, não familiar, que exijam máxima modificação do conhecimento aprendido.

3.3 Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias

Segundo Moran (2013), é complicado precisar uma direção para a Educação, perante as inúmeras transformações e dificuldades hoje existentes. Com a chegada da internet, esperava-se um choque bastante violento. As mudanças, porém, têm ocorrido num compasso bem mais lento do que se almejava.

Ainda que a expansão do mundo digital promova muitas oportunidades, não há evidências de que a utilização demasiada de tecnologias digitais conduza a resultados bastante pertinentes. “Não são os recursos que definem a aprendizagem, são as pessoas, o projeto pedagógico, as interações, a gestão” (MORAN, 2013, p.12). No entanto, não existe incertezas quanto à influência do mundo digital em todas as esferas, desde as maneiras de fabricar e de comercializar, até as de se dialogar e de aprender.

Todas as coisas que se podem prever, e também as que nem imaginamos, serão cada vez mais desenvolvidas ou desempenhadas por aplicativos, programas e robôs. O papel essencial da escola e do professor, na educação dos estudantes, vai-se encaminhando no sentido de que se tornem mediadores notáveis, competentes e genuínos, dentro do que a instituição recomenda e do que os estudantes anelam, intentam e executam.

Apesar de a Educação emanar inteiramente de um processo da sociedade, ela não se faz apenas na escola e influencia a humanidade incessantemente e de todas as maneiras viáveis. A educação formal, no entanto, ao mesmo tempo em que a sociedade se transforma e vivencia reveses mais difíceis, em geral, é estruturada de forma previsível, repetitiva, burocrática e pobremente atrativa, o que leva à necessidade de reaprender a fazer-se, a fim de tornar-se uma organização realmente significativa, inovadora e empreendedora.

Segundo Moran (2013), as concepções indispensáveis no educar são: saber acolher, aguçar a curiosidade, apresentar valores, impor limites e regular atividades desafiadoras que favoreçam a aprendizagem. Ele afirma também que a escola pode expandir-se gradualmente para o mundo, iniciando pela sua circunvizinhança, conversando com as pessoas primordiais e as instituições da região, incluindo os pais e os espaços significativos do dia a dia. Se os estudantes conseguirem relacionar o que aprendem na escola às situações da vida real, a aprendizagem será significativa, dinâmica e desafiadora.

Isso se torna mais necessário ainda, quando vive-se, no mundo, um momento de convergência e inserção das mídias: tudo surge e se articula com tudo, conversa com tudo e com

todos, e o “[...] mundo físico se reproduz em plataformas digitais, e todos os serviços começam a poder ser realizados, física ou virtualmente [...]”. (MORAN, 2013, p.14). Esse novo cenário exige: que as mudanças na Educação levem à oferta de educadores reflexivos, de cidadãos interessados e motivados; que as aulas não sejam sempre expositivas e que haja mais ênfase em atividades investigativas e experimentais; que a escola potencialize a construção de projetos e redes de aprendizagem; que se desenvolva um projeto pedagógico inovador, tendo a internet como relevante ferramenta metodológica.

Para que os estudantes, empolgados, tornem-se parceiros de jornada do professor, a quem podem auxiliar em seus afazeres, estudando e evoluindo, é imprescindível que o conhecimento seja significativo. Estudamos pela curiosidade, pela necessidade. Estudamos mais e melhor quando entendemos o objetivo, a utilidade do que aprendemos, cada vez que isso nos traga proveito compreensível. Estudamos pelo desenvolvimento de rotinas, pela automatização de técnicas, pela reiteração, ou seja, pela repetição. Estudamos de verdade quando somos capazes de modificar nossa existência num processo de aprendizagem duradouro, tolerante, confiado e cordial.

Por meio das tecnologias recentes, a escola consegue modificar-se num agrupamento de lugares requintados de aprendizagens intensas, presenciais e digitais, as quais proporcionam aos estudantes a satisfação de estudar efetivamente, de pesquisar diariamente, de se tornarem proativos, de serem capazes de tomar decisões e terem mais iniciativa, bem como de interagirem. Assim, as transformações que vêm ocorrendo na sociedade, intermediadas por tecnologias em rede, são de tamanha amplitude que, num período razoável, demandam a reinvenção da educação.

3.4 Formação de professores

Tendo buscado orientação no Departamento de Física, Química e Biologia da FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente, para capacitar os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) no uso dessa tecnologia de ponta – o Arduino, surgiu a proposta de realizar uma sequência de ações de capacitação. Todas elas, relatadas abaixo, ocorreram no Laboratório de Física da UNESP – Presidente Prudente. A seguir,

apresenta-se um resumo das capacitações e das atividades experimentais desenvolvidas com o uso do Arduino.

3.4.1 Orientação Técnica aos professores do Programa de Ensino Integral – PEI

Formações de Robótica – PEI – Plataforma Arduino (2016) foi a Orientação Técnica oferecida aos professores das áreas de Matemática e de Ciências da Natureza e suas Tecnologias das cinco escolas incluídas no Programa de Ensino Integral (PEI) vigente, dividida em seis encontros de quatro horas de duração, sendo três no primeiro semestre e três no segundo.

Os professores foram orientados a trazer, a cada encontro, um computador (*notebook* ou *laptop*) e um *Kit Robótica Arduino* (Figura 1), disponibilizado nas escolas e emprestado a eles para a participação na OT, com a condição de devolvê-lo imediatamente após as atividades.

Figura 1 - *Kit Robótica Arduino*



Fonte: Elaboradas pela autora

No primeiro encontro, os professores receberam informação sobre o funcionamento dos principais componentes eletrônicos do *Kit Robótica Arduino*. Em seguida, aprenderam a usar o multímetro digital, tendo sido aferidas medições de corrente contínua (DC) e alternada (AC) de diversos componentes eletrônicos. Iniciou-se a construção de circuitos elétricos simples no *protoboard* e foram apresentadas aos professores as conexões das atividades experimentais propostas no material fornecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo – *Robótica: Ensino Médio* – ao Currículo Oficial do Estado de São Paulo vigente.

No segundo encontro, a atividade se constituiu na instalação do programa Arduino nos computadores, seguida do teste da placa Arduino, de uma breve explicação a respeito da linguagem de programação do Arduino e da montagem de projetos com diodos emissores de luz (LED).

Usar o ferro de solda e montar projetos com sensores de luminosidade foram as atividades desenvolvidas pelos professores no terceiro encontro.

No quarto encontro, retomaram-se os conteúdos trabalhados anteriormente no manejo com o Arduino. Em seguida, ocorreu a montagem de projetos com sensores sonoros.

No quinto dia, os professores montaram projetos com o acionamento de motor de corrente contínua (faixa 4,8 V a 6,0 V) e lhes foi solicitado que apresentassem, para o último encontro, um Plano de Ação para 2017, por escola, ou seja, como os grupos de cada unidade pretendiam reproduzir a formação com os estudantes do PEI.

No sexto encontro, as equipes de cada escola apresentaram o Plano de Ação solicitado, a montagem e o funcionamento de um projeto com o Arduino.

Observação: Os professores foram orientados a trabalhar com exemplos obtidos na internet, em geral, esses exemplos já vêm com os programas que podem ser integrados na plataforma Arduino e serem trabalhados simultaneamente.

3.4.2 Curso para professores da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias - CNT

O Curso *Noções Fundamentais no uso da Plataforma Arduino* foi oferecido com o intuito de expandir a capacitação aos demais professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias - CNT da DERPP. Estruturado em três módulos (atividades presenciais e EaD), com carga horária de 40 horas, ocorreu no primeiro semestre do ano de 2017. Aos professores participantes foi solicitado, no momento da inscrição, que tivessem um computador (*notebook* ou *laptop*) nos cinco encontros presenciais.

No primeiro encontro, todos os professores receberam a doação, feita pela autora deste trabalho, dos componentes eletrônicos utilizados no curso, inclusive a placa Arduino. Em seguida, foram orientados sobre o funcionamento dos principais componentes eletrônicos, como também do multímetro digital, tendo sido realizadas medições de corrente contínua (DC) e alternada (AC) de diversos componentes eletrônicos. Receberam também informações sobre como iniciar a montagem de circuitos elétricos simples no *protoboard*. Como diferencial em

relação à OT descrita anteriormente, os professores puderam levar para casa os componentes eletrônicos e treinar nas horas vagas.

No segundo encontro, após serem sanadas as dúvidas apresentadas pelos participantes em relação ao manejo com os componentes eletrônicos, o programa Arduino foi instalado nos computadores, as placas foram testadas e uma breve explicação foi dada a respeito da linguagem de programação do Arduino. Por fim, deu-se início à montagem do projeto com diodo emissor de luz (LED) e os professores levaram para casa a tarefa de montar o projeto com três LEDs.

O terceiro encontro se iniciou com a demonstração da tarefa de casa e, na sequência, os professores começaram a montagem do projeto com sensor de luminosidade, o que concluíram no mesmo dia. Para casa, levaram a tarefa de montar o projeto com o sensor sonoro.

No quarto encontro, apresentaram o trabalho desenvolvido em casa e deram continuidade ao programa, montando o projeto com o sensor de temperatura. Os professores aprenderam a usar o ferro de solda e como acionar o motor de corrente contínua (faixa 4,8V a 6,0V).

Concomitantemente, realizavam as atividades a distância, com foco na prática reflexiva para o desenvolvimento de habilidades, tendo recebido como tarefa elaborar e executar um Plano de Aula, fazendo uso de um dos projetos de Robótica vivenciado nas aulas presenciais do curso, com os devidos registros para, posteriormente, apresentar um relatório dessa aplicação. E foi o que ocorreu no último encontro presencial do curso.

CAPÍTULO 4 – ARDUINO

Como indica o título, o foco deste capítulo é o Arduino, uma ferramenta baseada em tecnologia de ponta, de simples utilização, fácil transporte e custo baixo. Na primeira seção, apresenta-se informação sobre a origem do nome da placa e sua história. As características da placa UNO R3 são o tema da segunda seção e, finalizando, são expostos os procedimentos essenciais para a efetiva instalação do *software*, bem como as diversas formas para verificar a comunicação com a placa Arduino.

4.1 Arduino

O título da placa vem do nome de um bar existente na comuna italiana de Ivrea, frequentado por professores e estudantes do *Interaction Design Institute*, dentre os quais se encontravam os idealizadores dessa ferramenta (EVANS, NOBLE e HOCHENBAUM, 2013).

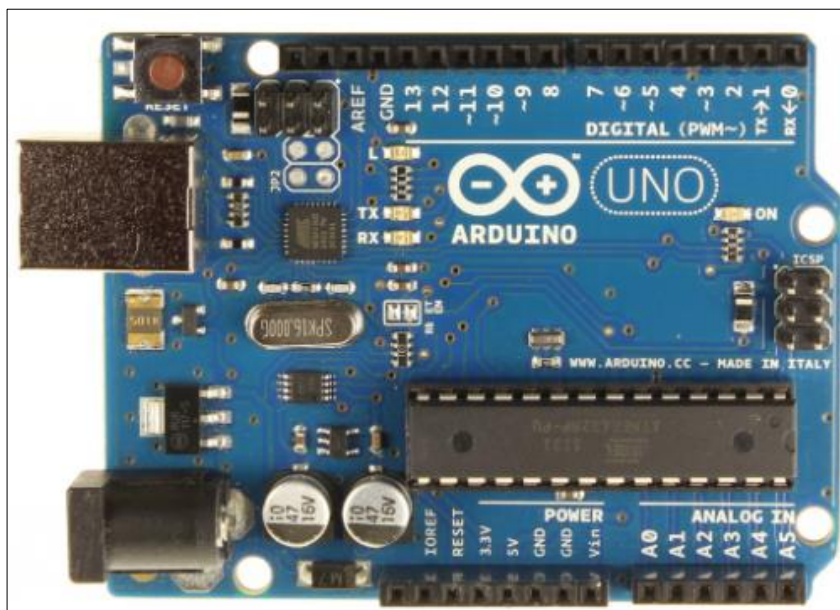
O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source*, em português, código aberto, baseada em *hardware* e *software* flexíveis. Tendo por criadores, segundo *site*⁶ oficial, Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, foi desenvolvida no *Interaction Design Institute Ivrea*, no norte da Itália, com base no trabalho de diversas pessoas, projetos e instituições.

Logo, a plataforma eletrônica foi produzida para possibilitar a interação física junto ao ambiente e o PC, fazendo uso de dispositivos eletrônicos de maneira fácil e fundamentada em *hardware* e *software* de licença livre.

O *hardware* é a placa de circuitos (Figura 2), de simples utilização, embasada em um microcontrolador, bastante versátil. É impecável para a construção de dispositivos que possibilitam o compartilhamento junto ao ambiente, tendo como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída, *leds*, motores, displays, autôfalantes etc. A plataforma eletrônica Arduino faz uso de uma camada simples de *software* implementada na placa, que é um *bootloader*, e uma interface amigável no computador que faz uso da linguagem *Processing*, baseada na linguagem C/C⁺⁺, que também é livre (SBF, 2011).

⁶Disponível em: www.arduino.cc>. Acesso em: 10 fev. 2018.

Figura 2 - Placa Arduino Uno



Fonte: Disponível em:<<http://comphaus.com.br>> Acesso em: 10 fev. 2018

O ambiente ao qual são escritos os programas específicos, conhecido como código do projeto ou código-fonte, chama-se IDE (do inglês, *Integrated Development Environment*), ou seja, Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

A plataforma Arduino dispõe também de uma ampla comunidade mundial de usuários – estudantes, apreciadores e profissionais organizados em *sites* e fóruns na *web* de acesso livre e gratuito – do que resulta uma extensa quantidade de projetos eletrônicos de referência.

É importante salientar que o *software* livre pode ser baixado gratuitamente e suporta ser instalado em vários sistemas operacionais, por meio do *Microsoft Windows* (sugestão: a partir da versão *Windows 10*), *Mac OS X* ou *Gnu/Linux*. É interessante, igualmente, ressaltar que esse ambiente de desenvolvimento se realiza com a linguagem de programação Java.

4.2 Características da Placa Arduino

A placa Arduino UNO R3 é a mais utilizada nos projetos eletrônicos. Existem outras semelhantes e até mesmo com mais capacidade de aquisição de dados. A alimentação da placa Arduino UNO acontece por meio do conector USB (*Universal Serial Bus*) acoplado a um

computador, ou de outra maneira, quando há uma fonte com tensão externa ($9 V_{CC}$). Por ele também acontece a comunicação com o computador, facilitando a transferência dos arquivos dos programas da placa Arduino, bem como a entrada ou a transferência de dados entre ambos. A Tabela 1 mostra algumas características da placa legítima Arduino UNO.

Tabela 1 - Características do Arduino Uno⁷

Microcontrolador	ATmega328P
Tensão de operação	5V
Tensão recomendada de entrada	7-12V (tipicamente $9V_{CC}$)
Tensão limite de entrada	6-20V
Portas PWM Digital E/S	6 portas
Portas Analógicas E	6 portas
Corrente DC por porta E/S	20 Ma
Memória Flash	32KB (ATmega 328P)
SRAM	2kB (ATmega 328P)
EEPROM	1KB (ATmega 328P)
Velocidade de Clock	16MHz
Resolução	10 bits ($2^{10} = 1024$ subdivisões)
Comprimento	68,6 mm
Largura	53,4 mm
Massa	25g

Fonte: (SANTOS, 2015)

⁷Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main?ArduinoBoardUno>. Acesso em: 17 set.2018

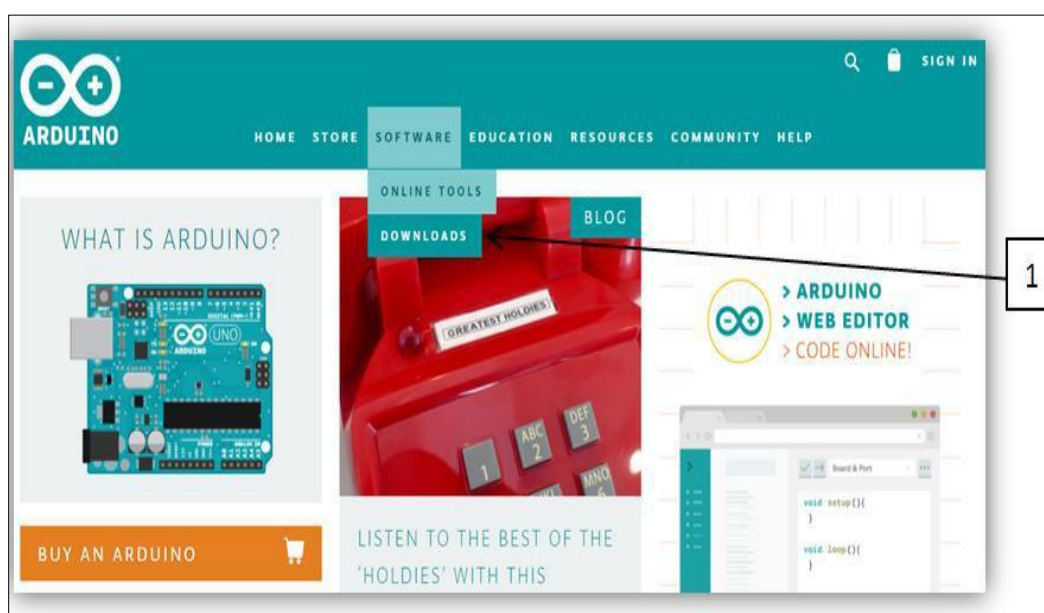
4.3 Primeiros passos com o Arduino

A seguir, serão apresentados os procedimentos iniciais para que se obtenha êxito na aplicação das PAE (Apêndice), com a correta instalação do *software* Arduino no computador, bem como informações básicas, porém imprescindíveis, para minimizar possíveis dificuldades no reconhecimento da porta serial e na montagem dos circuitos elétricos no *protoboard*. É importante observar que o computador deve ter o programa Java instalado e atualizado para que o *Software* Arduino funcione corretamente.

4.3.1 Instalação do *Software* Arduino

Para instalar o Arduino, pode-se acessar o *site*: <https://www.arduino.cc>, clicar em *Software* e, em seguida, *Downloads* (1)

Figura 3 - *Software* do Arduino



Fonte: Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 10 fev. 2018

Na sequência, clicar em *Installer* (2), no canto inferior direito da tela.

Figura 4 - Instalação do Arduino



Fonte: Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 10 fev. 2018

Caso não haja intenção de contribuir, clicar em *Just download* (3).

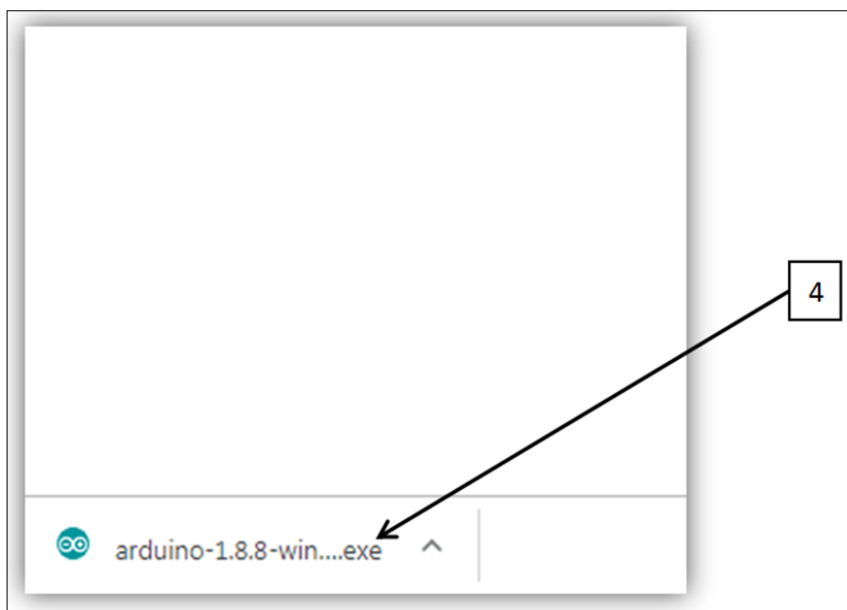
Figura 5 - Local de doação para o software



Fonte: Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 10 fev. 2018

Fazer, então, o *download* do arquivo (4) e salvar no computador. Em segundos, o arquivo será baixado; finalizar, executando-o.

Figura 6 - Software sendo baixado

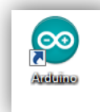


Fonte: Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 10 fev. 2018

4.3.2 Verificação da porta serial embutida na USB

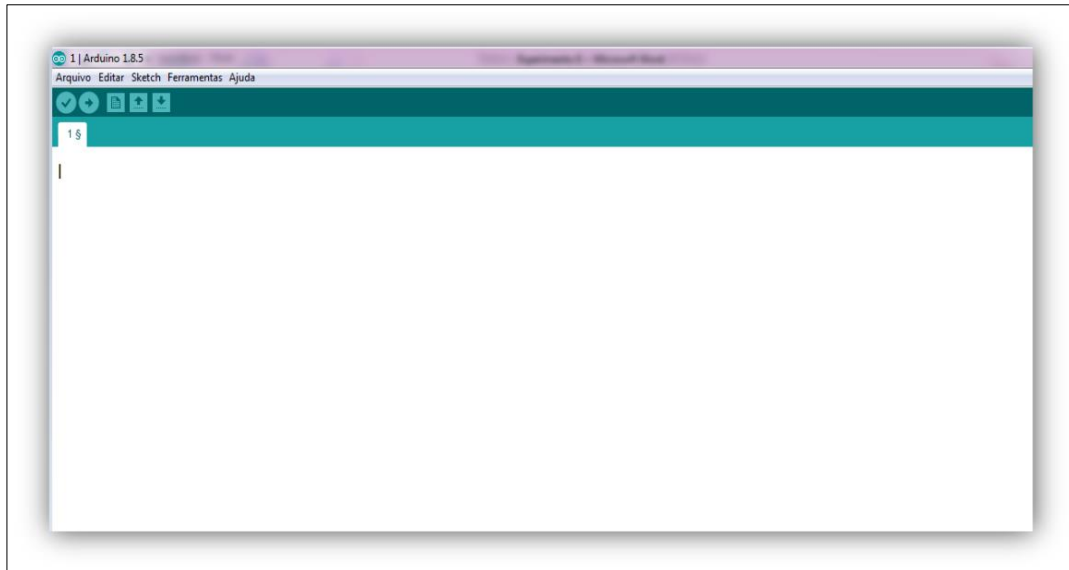
Neste momento, é indispensável conferir o reconhecimento da porta serial, pois é ela que envia e também recebe todos os *bytes* dos dados do código dos projetos eletrônicos. Os procedimentos para verificar o reconhecimento da porta serial são os que seguem:

- Em primeiro lugar, conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino e averiguar se o LED verde “ON” acendeu.



- Localizar na área de trabalho do computador o ícone do Arduino baixado anteriormente. Com o *mouse*, clicar duas vezes no ícone; a tela inicial (IDE) do Arduino vai abrir.

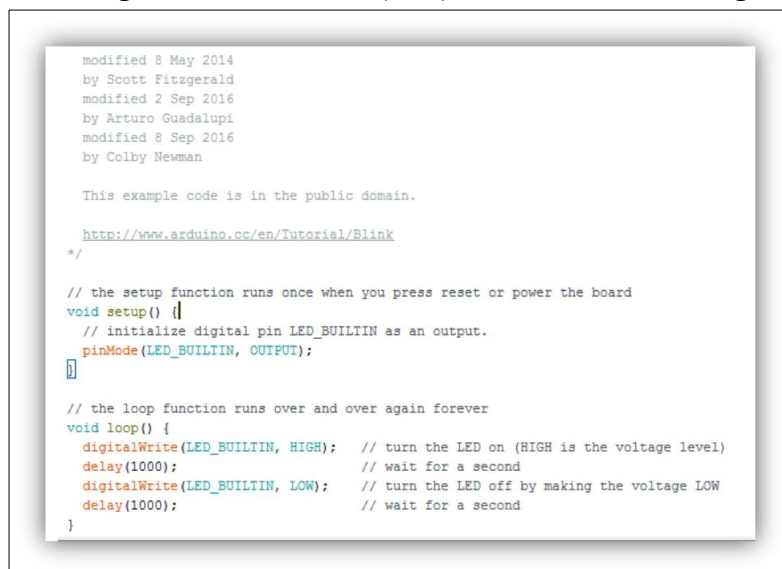
Figura 7 - Tela inicial (IDE) do Arduino



Fonte: Elaborada pela autora

- Caso a tela inicial (IDE) do Arduino contenha algum código (Figura 8), é preciso limpar a tela.

Figura 8 - Tela inicial (IDE) do Arduino com código



Fonte: Elaborada pela autora

- Para limpar a tela inicial (IDE) do Arduino, pressionar a tecla “*shift*”, que fica à esquerda do teclado (ícone com seta virada para cima). Com a outra mão, levar o cursor do *mouse*

no início do código na tela inicial: clicar, segurar e arrastar todo o código, que ficará com a cor amarela, conforme a figura a seguir.

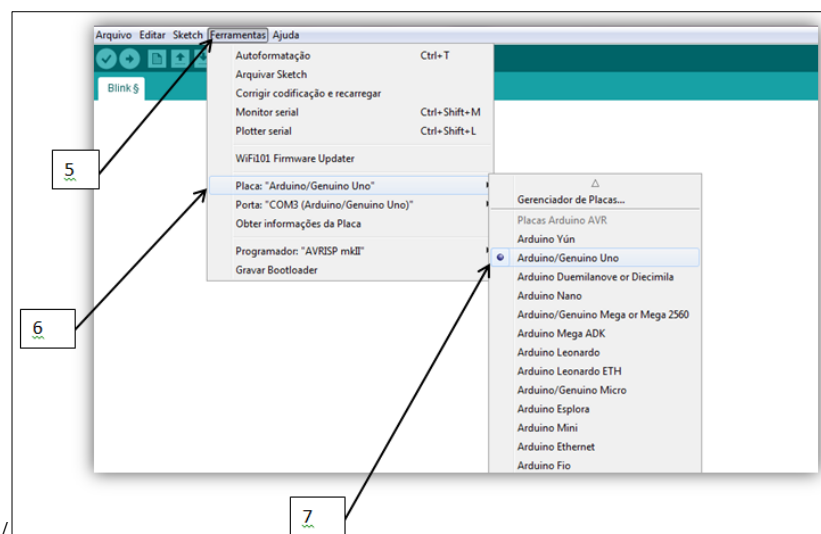
Figura 9 - Tela inicial (IDE) do Arduino com código selecionado



Fonte: Elaborada pela autora

- Após todos os códigos serem selecionados, basta clicar na tecla “del” e deletar as informações.
- Na tela inicial (IDE) do Arduino, clicar em: ferramentas>Placa: “Arduino/Genuino Uno” > Arduino/Genuino Uno> (Figura 10).

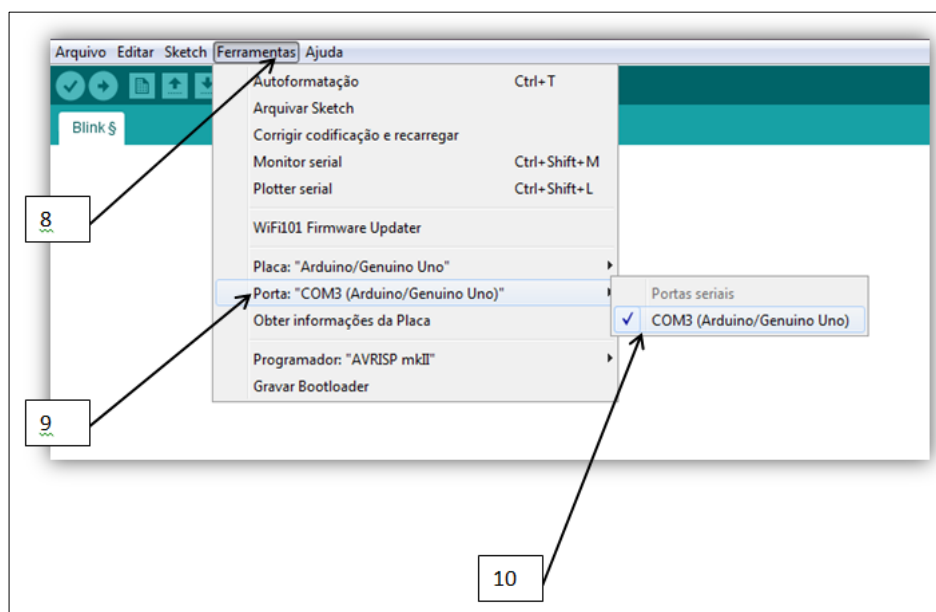
Figura 10 - Localização da porta serial



Fonte: Elaborada pela autora

- Clicar em Ferramentas e, na porta serial reconhecida pela placa Arduino, vai aparecer COM 1, COM 2, e outros. Neste caso, é a Porta: “COM 3 (Arduino/Genuino Uno)”, ou seja, Ferramentas>Porta:“COM3 (Arduino/Genuino Uno)”>COM3(Arduino/Genuino Uno).

Figura 11 - Reconhecimento da porta serial



Fonte: Elaborada pela autora

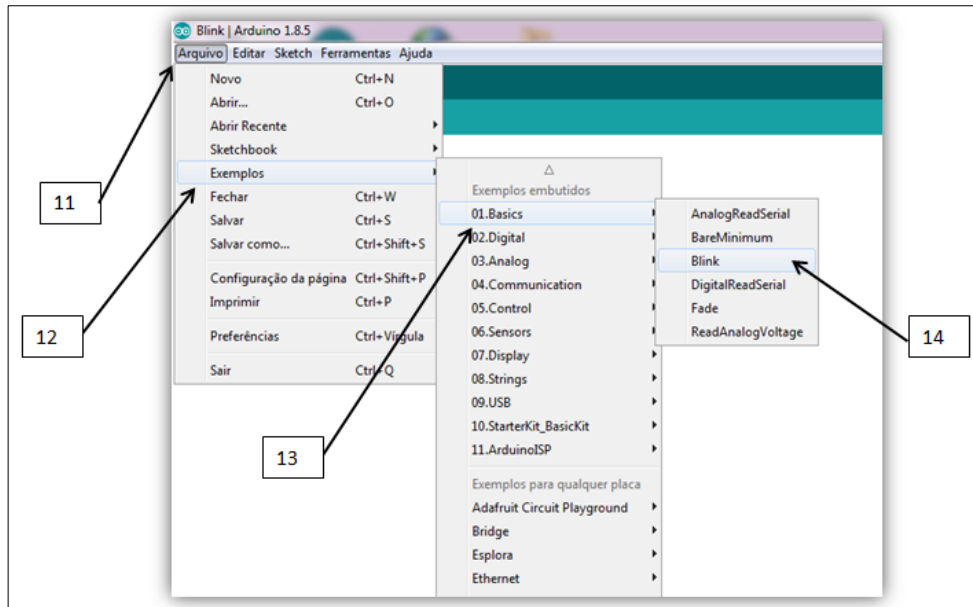
Observação: Isso significa que a porta serial foi reconhecida para comunicar-se com o Arduino.

4.3.3 Teste da placa Arduino

Com o *software* e os *drivers* já instalados, e a porta COM configurada, o próximo passo é verificar se o Arduino de fato pode captar as instruções vindas do computador, a fim de executar perfeitamente. Dois exemplos de como é possível testar a placa Arduino são apresentados a seguir:

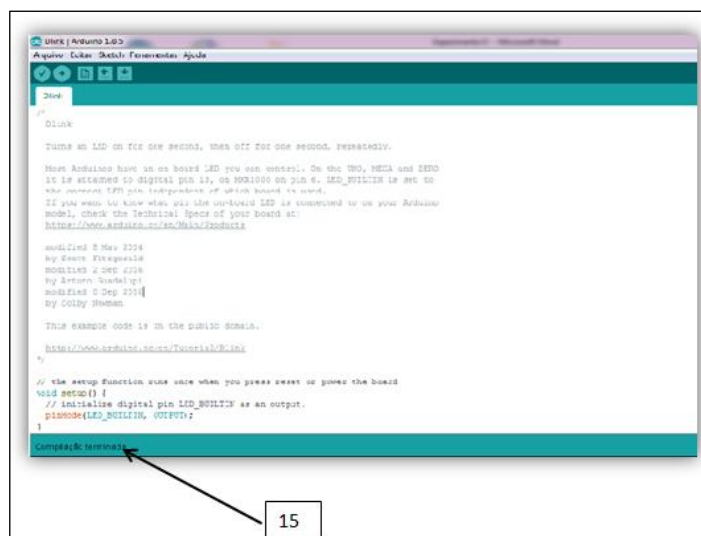
Exemplo 1 - Teste da placa Arduino UNO - 1

- Manter o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- Em seguida, na barra de menus, clicar em: Arquivos>Exemplos>01.Basics>Blink, conforme a figura a seguir.

Figura 12 - Percurso para chegar no *Blink*

Fonte: Elaborada pela autora

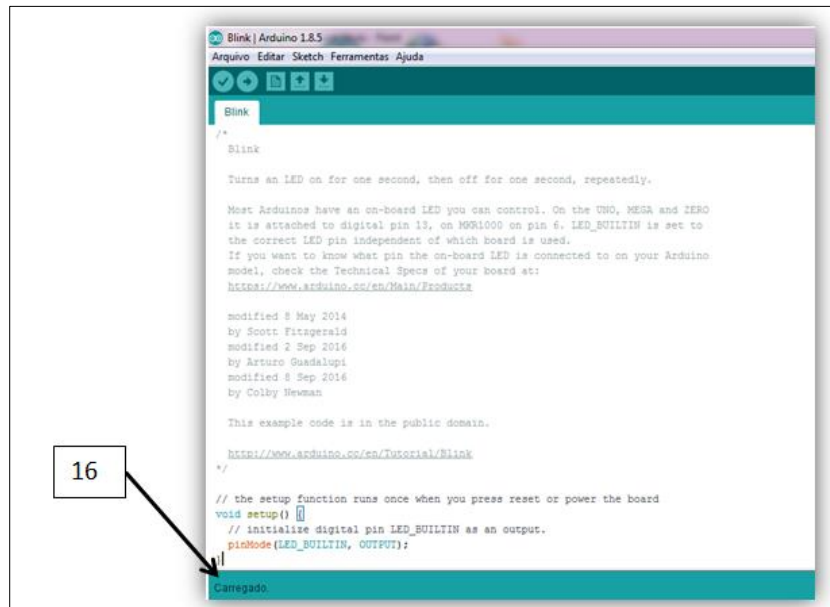
- Na tela inicial (IDE) do Arduino vai aparecer um exemplar de código “*Blink*”, conforme figura a seguir.
- Clicar em  Verificar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada” (15) (Figura 13).

Figura 13 - Código de exemplo – *Blink*

Fonte: Elaborada pela autora

- Em seguida, clicar em  Carregar e aguardar: em alguns segundos aparecerá a informação: “Carregado” (16) (Figura 14).

Figura 14 - Tela indicando carregamento concluído



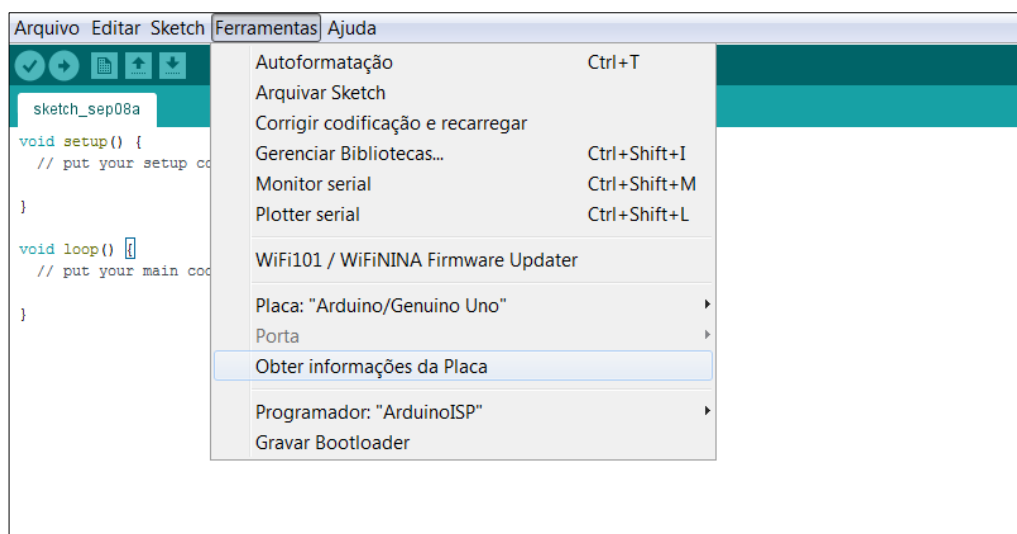
Fonte: Elaborada pela autora

- O LED “L” (luz alaranjada) soldado na placa Arduino vai piscar a cada 1 segundo. Isso quer dizer que o computador pode comunicar-se perfeitamente com o Arduino, a fim de estabelecer conexão para programar aquilo que se desejar.

Exemplo 2 - Teste da placa Arduino UNO - 2

- Inicialmente, clicar em Ferramentas>Obter informações da placa.

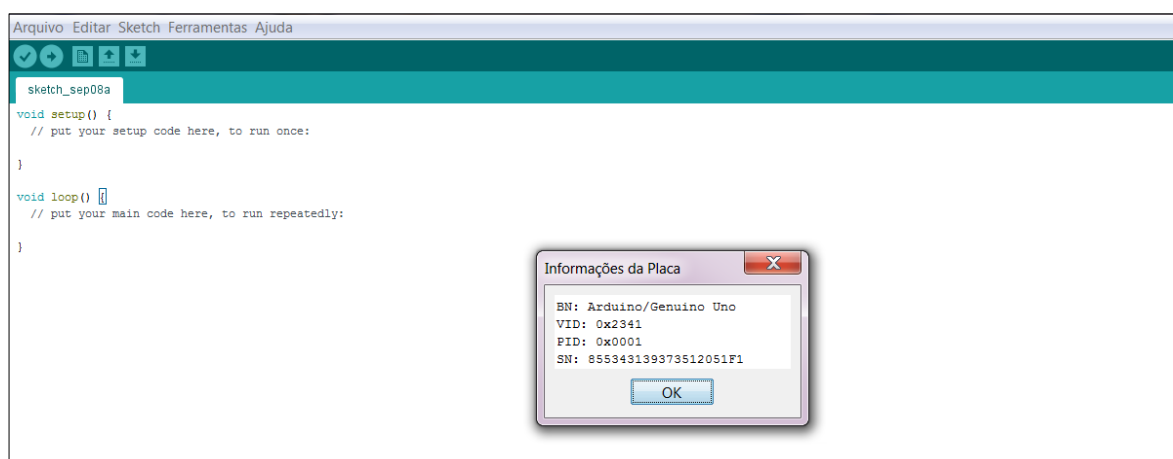
Figura 15 - Verificação da configuração



Fonte: Elaborada pela autora.

- Se tudo estiver configurado de forma correta, o computador vai se comunicar com o Arduino e apresentar as informações da placa (modelo e número de identificação) (Figura 16).

Figura 16 - Tela indicando configuração correta



Fonte: Elaborada pela autora

4.3.4 Sugestões para utilizar o *proto*board

Para auxiliar no início de montagem de circuitos elétricos no *proto*board, são apresentados, a seguir, dois exemplos:

Exemplo 1 – Verificar em que local no *protoboard* se apresenta medição de resistência.

- Em primeiro lugar, observar as posições dos conectores do multímetro digital: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω), conforme Figura 1 do Manual – Apêndice.
- Enrolar o fio desencapado em cada ponta de prova do multímetro digital, deixando, porém, uma extremidade de aproximadamente 2 cm de fio em cada ponta de prova, conforme a Figura 16 do Manual - Apêndice.
- Em seguida, ligar o multímetro digital em quaisquer medições de resistência com as duas pontas de fios enrolados na ponta de prova, podendo fixar aleatoriamente no *protoboard*, conforme as Figuras 17, 18, 19, 20 e 21 do Manual - Apêndice.
- Seguir o visor do multímetro digital:

Caso o visor apresentar o número 1 à esquerda, significa que não existe contato.

Caso o visor apresentar quaisquer outras medições à direita, significa que existe contato.

Exemplo 2 – Sugestão no manejo com o *protoboard*:

- As linhas no *protoboard* são no sentido vertical, ou seja, os pontos interligados estão nesse sentido (Figura 15 do Manual - Apêndice), o que possibilita interligar os componentes eletrônicos na montagem dos circuitos elétricos.

CAPÍTULO 5 - PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA

A incorporação de recursos tecnológicos nas escolas é imensamente importante, porém é necessário investir na formação de todos os profissionais envolvidos. O propósito deste capítulo é relatar, inicialmente, como surgiu a ideia para a elaboração da proposta didática. Na sequência, explica-se o desencadeamento ocorrido para iniciar a aplicação da proposta didática, primeiramente por uma professora que, consultada, aceitou participar da experiência. Finalmente, relata-se a aplicação da proposta didática junto aos estudantes da escola onde leciona a professora citada.

5.1 A elaboração da Proposta Didática

Das experiências obtidas por meio das OTs e do Curso oferecidos aos professores no manejo com a placa eletrônica Arduino e os diversos componentes – entre eles, *protoboard*, resistores, LED, capacitores, *display* LCD, sensor de temperatura, motores elétricos e transistor – surgiu a ideia da criação de um Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice). Esse nome foi escolhido por se tratar de material elaborado com o intuito de se tornar fonte de consulta, tanto para professores como para estudantes, no desenvolvimento de projetos eletrônicos com o uso do Arduino. Nele são encontradas instruções relevantes a respeito do funcionamento e manejo dos componentes eletrônicos, expressas de forma a serem facilmente compreendidas.

Já as Propostas de Atividades Experimentais (PAE) foram elaboradas como sugestões para a utilização dessa ferramenta tecnológica, estruturadas numa sequência didática, das mais simples às mais complexas. Na apresentação de cada PAE serão encontrados:

- a) o objetivo que define o propósito a ser atingido;
- b) os materiais que serão utilizados para desenvolver a atividade experimental;
- c) o esquema para auxiliar na montagem dos projetos eletrônicos;
- d) os procedimentos pormenorizados para que os estudantes tenham êxito na montagem dos projetos eletrônicos;
- e) o código do projeto, de cuja inserção no Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino depende o funcionamento correto do projeto eletrônico;

- f) questões a serem respondidas pelos estudantes, a fim de refletirem sobre a atividade desenvolvida.

5.2 Consulta, preparo e apropriação da Proposta Didática

Para testar a proposta didática, uma professora da rede pública estadual da jurisdição da DERPP foi consultada sobre seu interesse em conhecê-la e aplicá-la. Após os devidos trâmites necessários para o desenvolvimento dessa ação, foram entregues à professora o Manual Simplificado de Eletrônica, as Propostas de Atividades Experimentais e os componentes eletrônicos, inclusive a placa Arduino. Foi estabelecido um período de aproximadamente dez dias para que ela se apropriasse da proposta didática e dos equipamentos.

Logo após esse prazo, a professora foi convidada para comparecer ao laboratório de Física da UNESP para uma reunião com o professor da área e a autora deste trabalho, a fim de sanar as dúvidas existentes e ser orientada para a próxima etapa da aplicação da proposta didática. Essa reunião, que durou duas horas, foi suficiente para avaliar que a professora havia se apropriado do conteúdo do material. No dia seguinte ao encontro de orientação na UNESP, ela iniciou o envio de sugestões à autora deste trabalho, para o aprimoramento da proposta didática.

Aproximadamente vinte dias depois, a professora já havia testado todas as Propostas de Atividades Experimentais. Foi então acertado com a direção da escola onde a professora leciona Física, que iniciáramos a aplicação da proposta didática com seus estudantes.

5.3 Aplicação da Proposta Didática

Os encontros didáticos ocorreram na EE Florivaldo Leal, com 10 estudantes do Ensino Médio, em 10 dias não consecutivos, compondo uma carga de três horas/dia. Como o Arduino Software (IDE) encontra-se instalado em todos os computadores das salas de informática da rede pública estadual, os encontros didáticos ocorreram naquele espaço, no contraturno das aulas.

5.3.1 Encontros didáticos com o Arduino

No primeiro encontro, houve um esclarecimento inicial aos estudantes, em que lhes foi explicado que a proposta didática precisava ser explorada e avaliada minuciosamente, com a finalidade de verificar sua viabilidade. Para isso, seria necessário que, em caso de dúvidas, se reportassem sempre ao material impresso que iriam receber, sem intervenção da professora e da autora do trabalho. Por fim, foram solicitados a registrar todas as sugestões de adequação da proposta didática no material impresso.

Logo após, cada grupo recebeu o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice), a PAE - 1 - Medições com multímetro digital (Apêndice) e os componentes eletrônicos; em seguida, os estudantes puderam iniciar a atividade experimental.

Assim que um grupo concluía a atividade com êxito, a professora e a autora do trabalho eram chamadas para compartilhar o sucesso da equipe. A autora do trabalho observava se havia registros na proposta didática e, caso houvesse, solicitava que o grupo explicasse as sugestões apresentadas. Depois, os estudantes respondiam as perguntas relativas à primeira Proposta, para diagnosticar o conhecimento adquirido, e só então eram recolhidos a PAE - 1 e os componentes eletrônicos que não seriam utilizados na próxima atividade.

Na sequência, de posse da PAE - 2 – Captando a luz ambiente – e dos componentes eletrônicos, os grupos iniciaram a montagem do projeto eletrônico. A cada dúvida, eram lembrados que deviam se reportar ao Manual Simplificado de Eletrônica ou dar a devida atenção à leitura do procedimento da PAE - 2, e não montar o projeto eletrônico apenas pelo esquema de montagem.

Ao final de cada encontro didático, todo o material era recolhido, separado por grupo e retornava a ele no encontro seguinte para que os estudantes pudessem dar continuidade de onde haviam parado, respeitando o ritmo de aprendizagem de cada equipe.

Quando o primeiro grupo realizou com êxito a PAE - 2, ou seja, quando tudo estava em sintonia como numa orquestra afinada, as professoras foram chamadas. A autora do trabalho novamente observou se havia algum registro na proposta didática. Logo após, os estudantes responderam as perguntas referentes à PAE - 2 para diagnosticar o conhecimento adquirido e, só então, foram recolhidos os componentes eletrônicos que não seriam utilizados na próxima PAE.

Dessa forma, os grupos foram testando a PAE - 3: Simulador de sinaleiro com botão para pedestres; a PAE - 4: Monitoramento da temperatura do ambiente através do *Display*

LCD; a PAE - 5: Obstáculos à vista; a PAE - 6: Motor DC junto com Arduino; e finalmente, a PAE - 7: *Robofunny*, tão aguardada pelos estudantes.

Nesse período, como fato curioso, um funcionário da escola (agente de organização, conhecido por inspetor), ao ver a motivação dos estudantes no desenvolvimento da proposta didática, mostrou interesse em participar também, mas como as atividades não coincidiam com o seu horário de trabalho, sempre que possível se juntava a um dos grupos.

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados e analisados os resultados da aplicação da proposta didática. Ela foi trabalhada, na íntegra, com 10 estudantes da 1ª série do Ensino Médio da EE Florivaldo Leal, uma escola pública estadual localizada na cidade de Presidente Prudente, que se dispuseram a participar do projeto no contraturno de seu curso, durante o segundo semestre do ano de 2018. Averiguou-se, com o grupo, que essa seria a melhor alternativa, pois, ao encerrar as aulas no período da manhã, a escola lhes oferecia o almoço e, logo depois, iniciava-se o trabalho com a proposta didática na sala de informática.

6.1 Análise dos resultados

Com o intuito de fazer uma pesquisa pertinente, que pudesse ter desdobramentos precisos para fins pedagógicos, foram elaboradas algumas perguntas, as quais deveriam ser respondidas pelas duplas que compunham os grupos após o término da tarefa de cada dia, com o propósito de fazer os estudantes refletirem sobre os dados coletados e avaliarem, ao mesmo tempo, o funcionamento da PAE. O ritmo de cada grupo também foi respeitado: quando não concluíam o trabalho proposto num dia, no próximo encontro davam continuidade do ponto em que haviam parado.

A seguir, apresentam-se as perguntas, as respostas e os comentários dos estudantes, assim como algumas observações a respeito do trabalho, relativos a cada Proposta de Atividade Experimental (PAE) desenvolvida por eles:

PAE - 1: Medições com multímetro digital

1. Para medir a tensão contínua nos experimentos (pilha e resistor), o multímetro digital é utilizado como amperímetro ou voltímetro?

Respostas: 8 estudantes (80%) responderam *voltímetro*; 2 (20%), *amperímetro*.

2. Caso posicione a chave rotativa do multímetro digital na posição 200 Ω , ao medir o resistor 330 Ω , o que vai acontecer?

Respostas: 8 estudantes (80%) responderam que *não vai medir*; 2 (20%) não souberam responder. Foi citada, por 4 estudantes, a possibilidade de danificar o aparelho.

3. Após realizar as medições com o multímetro digital, por que é preciso voltar a chave rotativa para a posição OFF?

Respostas: 10 estudantes (100%) responderam que era para não descarregar a bateria.

Observação: Ao final, foi possível perceber que a maior parte dos estudantes tem algum conhecimento a respeito do assunto.

PAE - 2: Captando a luz ambiente

1. É possível relacionar o circuito que foi montado com o sistema óptico do olho?

Respostas: 8 estudantes (80%) responderam afirmativamente; 2 (20%) responderam *acho que sim*. Foi citado, por 4 estudantes, que, *como o LDR, o olho também capta a luz ambiente*. Outra resposta, apresentada por 2 estudantes: *o olho manda sinais elétricos ao cérebro para a gente enxergar e o LDR capta a luz do ambiente*.

2. O LDR é um resistor? Justifique.

Respostas: 8 estudantes (80%) registraram *sim*; 2 (20%) responderam: *acho que sim*. Foi citado, por 4 estudantes, que ele *modifica a resistência no momento que a luz é captada*.

3. Como o LED pode irradiar luz?

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam que *é porque a energia elétrica passa por ele*; 4 (40%) responderam que *é porque ele é um semicondutor*.

Observação: Os estudantes tiveram como apoio o Manual Simplificado de Eletrônica (Figura 3 - Apêndice) na aquisição de conhecimento. Entenderam a função do LDR, ao relacioná-lo ao princípio de funcionamento do olho humano.

PAE - 3: Simulador de sinaleiro com botão para pedestres

1. Qual a função do botão neste projeto de robótica?

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam que *ele dificulta a passagem da corrente elétrica* e 4 (40%), que *ele é parecido com um interruptor porque, ao ser acionado, interrompe a passagem da corrente no circuito elétrico*.

2. Por que foi utilizado um resistor de 10 k Ω ao lado do botão no circuito elétrico?

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam que *ele dificulta mais a passagem dos elétrons*; outros 4 (40%) disseram que *ele apresenta mais resistência elétrica*.

3. Ao inserir o código do projeto na tela inicial (IDE) do Arduino, caso não tenha apagado tudo antes, ou seja, tenha deixado uma letra ou ponto, o que vai acontecer?

Respostas: os 10 estudantes (100%) responderam que *o projeto não vai funcionar*.

Observação: Todos os estudantes tiveram facilidade para explicar a função do botão no projeto de robótica, bem como expressaram a real necessidade de utilizar um resistor de maior resistência para controlar a passagem da corrente no circuito elétrico. Entenderam também que é preciso limpar toda a tela inicial (IDE) do Arduino para, em seguida, inserir um novo código do projeto.

PAE - 4: Monitoramento da temperatura do ambiente através do *Display* LCD.

1. Qual é a função do potenciômetro?

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam que *ele controla a passagem de corrente elétrica* e 4 (40%), que *ao girar manualmente o controle móvel, a resistência elétrica aumenta ou diminui*.

2. A medida da temperatura registrada no *Display* LCD do projeto eletrônico que está montando é a mesma do Esquema de montagem da Figura 4 da PAE - 4? Justifique.

Respostas: 10 estudantes (100%) responderam *não*; 8 (80%) afirmaram que *o sensor de temperatura mediu a temperatura ambiente da sala de informática onde estavam montando o projeto eletrônico, e que a temperatura era diferente da demonstrada na Figura 4 do esquema de montagem*.

3. O que acontece se um fio *jumper* for conectado equivocadamente num outro pino da placa Arduino ao fazer as conexões dos procedimentos da PAE - 4?

Respostas: 10 estudantes (100%) responderam, unanimemente, que não funcionaria.

Observação: Os estudantes entenderam o funcionamento do potenciômetro no projeto eletrônico. Na montagem do projeto, atentaram para as especificações do *Display* LCD, tendo o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice) como fonte de consulta e aprendizado. Perceberam que o sensor de temperatura conduz a uma medição precisa, ao relacionar a medida do *Display* LCD do projeto eletrônico que montaram ao da Figura 4 da PAE 4.

PAE - 5: Obstáculos à vista

1. Teve alguma dificuldade em baixar e instalar a biblioteca do sensor ultrassônico no computador?

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam que não tiveram nenhuma dificuldade; 2 (20%), que tiveram dificuldade em colocar na biblioteca do Arduino, mas depois de algumas tentativas, conseguiram instalar o documento zipado; outros 2 (20%) responderam que a dificuldade foi colocar na *libraries* do computador o arquivo descompactado, pois não haviam seguido corretamente os procedimentos.

2. Qual o objetivo do potenciômetro no projeto eletrônico? Qual o tipo de movimento que ele realiza?

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam que ele aumentava e diminuía a luminosidade do *Display* LCD por causa da sua resistência elétrica; *o movimento é de rotação*; outros 6 (60%) responderam que *o movimento é de rotação*.

3. O circuito que foi montado pode ser relacionado às ondas sonoras emitidas pelo sonar? Justifique.

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam *sim*; 6 (60%) responderam *sim, porque como o sonar emite ondas sonoras para localizar o obstáculo, e o sensor ultrassônico o faz também*.

Observação: O índice de dificuldade foi razoavelmente acentuado no baixar as bibliotecas para a execução do projeto de robótica, porém todos conseguiram finalizá-lo com êxito. A respeito do potenciômetro, expressaram que ele está ali para limitar a passagem da corrente no circuito, ao observar o aumento e diminuição da luminosidade do *Display* LCD quando ajustado manualmente. Sobre o sensor ultrassônico, os estudantes puderam vivenciar o seu funcionamento e o relacionaram às ondas sonoras emitidas pelo sonar para desviar dos obstáculos a grandes distâncias.

PAE - 6: Motor DC com Arduino

1. Na montagem do cabo elétrico, você teve alguma dificuldade?

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam: *sim, foi difícil, mas com as figuras e as instruções, montamos corretamente*; 6 (60%) responderam: *não, porque seguimos o passo a passo do procedimento*.

2. Como foi utilizar o ferro de solda? Que temperatura ele atinge?

Respostas: 2 estudantes (20%) responderam: *foi legal, porque a gente nunca tinha usado, mas aprendemos. A temperatura é perto de 100°C*; 4 (40%) afirmaram: *foi supergenial, um colega ajudou o outro. Acho que é 90°C*; e outros 4 (40%) declararam: *foi uma experiência incrível, tomamos bastante cuidado. Acho que mais de 150°C*.

3. Houve diferentes fontes de energia utilizadas no projeto? Justifique.

Respostas: 6 estudantes (60%) responderam: *sim, pela porta USB e pela bateria*; 4 (40%) responderam: *sim, as fontes de energia foram o PC, através da porta USB, e da bateria para abastecer o motor*.

Observação: A maioria dos estudantes não teve grandes dificuldades, mas a tarefa exigiu deles o planejamento das ações para obter sucesso na montagem e no funcionamento do projeto eletrônico.

PAE - 7: Robofunny

1. Como ocorrem as conexões de circuito por meio do Arduino e dos sensores?

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam que elas *ocorrem por meio de sinais dos sensores para o Arduino*; 4 (40%), que *ocorrem por meio dos circuitos ligados numa linguagem de programação com o Arduino*; 2 (20%) disseram: *acho que é devido às ligações do circuito com o programa Arduino*.

2. O que aconteceria se em vez de usar uma bateria de 9 V e 400 mA, você utilizasse 4 pilhas de 1,5 V?

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam que *o robô pode funcionar, mas por pouco tempo e lento*; 6 (60%) declararam: *acho que os motores não vão ter força para funcionar*.

3. Ao ligar o interruptor, o robô começa a andar, porém se em vez de andar em linha reta ele começar a girar, o que deve ser feito?

Respostas: 4 estudantes (40%) responderam: *acho que tem que mexer nas rodas*; para 6 deles (60%), *basta inverter os fios jumpers (M1 e/ou M2) do motor Shield*.

Observação: Os estudantes perceberam que o robô precisa de uma bateria de 9V e 400mA, para que ele possa movimentar-se rápido e que seu funcionamento seria infinitamente inferior com as 4 pilhas de 1,5V. Puderam vivenciar como as coisas funcionam, ao ouvir o som emitido pelo sensor sonoro, os motores funcionando ao movimentar o robô em ângulos de 360°, como também avaliar a precisão do sensor ultrassônico ao desviar-se dos obstáculos. A atividade lhes proporcionou aplicar conceitos físicos de um modo criativo e significativo.

A partir das respostas dos estudantes, que fizeram as experimentações com os programas copiados da internet, alterando alguns parâmetros e verificando os impactos disso, pode-se afirmar que, quando usada de forma programada, como nas sugestões trazidas nas PAE (Apêndice), a Plataforma Arduino ajudará os estudantes a aplicar os conceitos físicos estudados, elaborar hipóteses, investigar soluções, bem como estabelecer relações por meio de fórmulas e teorias. Assim sendo, a proposta didática descrita neste trabalho traz como premissa a finalidade de ser um material potencialmente significativo, com o intuito de favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

A seguir, são apresentadas algumas figuras de projetos eletrônicos realizados nas capacitações e também nas escolas da jurisdição da DERPP.

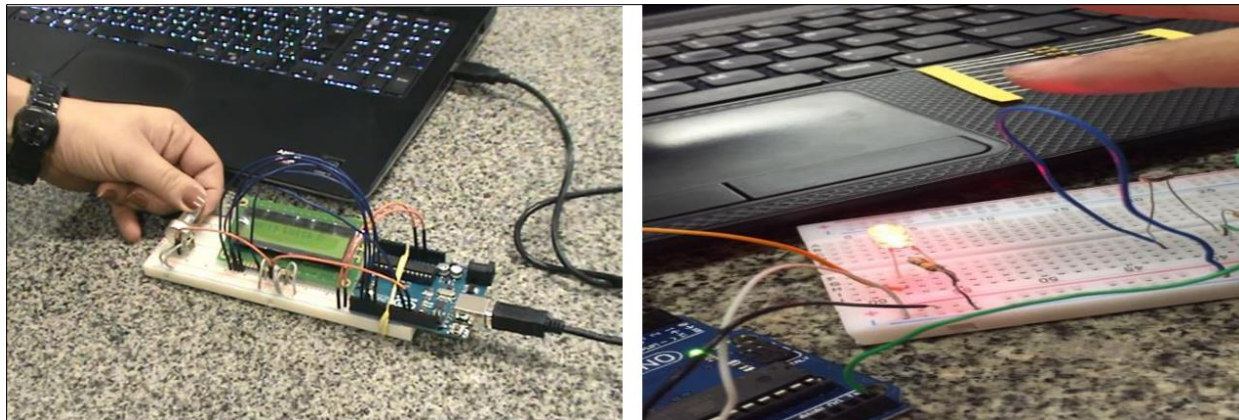
6. 2 Análise das capacitações com professores

Os resultados mostrados a seguir relatam atividades experimentais realizadas pelos professores tanto nas OTs quanto no Curso e, posteriormente, desenvolvidas nas escolas onde ministram aulas.

6.2.1 Exposição de Atividades Experimentais

Durante as capacitações, os professores apresentavam os projetos de robótica ao testar o seu funcionamento. A Figura 17 mostra dois projetos construídos pelos professores com *Display LCD* conectado ao Arduino e LDR captando luz.

Figura 17 - Professores testando os projetos nas capacitações



Fonte: Elaboradas pela autora

Em decorrência das capacitações, outros diferentes projetos de robótica foram construídos pelos estudantes nas escolas onde os professores ministram aulas.

A Figura 18 mostra trabalhos expostos na Feira de Ciências da escola onde atua uma das professoras que, após participar das OTs e do Curso, desenvolveu com seus estudantes diversos projetos, entre eles os apresentados a seguir.

Figura 18 - Projetos de robótica na Feira de Ciências



Fonte: Elaboradas pela autora

Vale ressaltar, que vários outros projetos de robótica foram desenvolvidos nas escolas após as capacitações, como

[...] Construção de Cidade (6 postes de iluminação de *LDR* e 2 semáforos); Construção de Semáforo; [...] E [...] Guindaste Robótica (2 servos motores); Monitoramento de faixa de temperatura ambiente; Piano; Protótipo: A caneta que canta; Protótipo: Medidor de temperatura e Luminosidade (*display*); Reflexão, absorção e emissão da luz com Arduino; Robô (gravata com pisca-pisca, pisca o olho e diz bip); Robô e Usina Eólica (MAFRA; PENA; PINTO 2018, p.214)

Logo, os encontros de formação oferecidos aos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram fundamentais para iniciar o desenvolvimento de projetos de robótica nas escolas da DERPP. Os resultados relatados neste tópico provêm somente das capacitações com os professores.

Já a professora que aceitou testar a proposta didática e não participou de nenhuma capacitação (OTs e Curso) oferecida aos professores da DERPP recebeu em mãos a proposta didática e todos os componentes eletrônicos, inclusive a placa Arduino. Em apenas dez dias ela havia se apropriado da proposta didática e, após reunião de apenas duas horas na UNESP com o professor da área e a autora do trabalho, foi possível avaliar que havia se apropriado, com muita facilidade e destreza, do manejo com o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice) e iniciado o teste com as PAE (Apêndice). Depois da reunião e, em apenas 20 dias, já havia realizado todas as PAE (Apêndice). Logo depois, foram testadas também pelos estudantes: eles fizeram a montagem e verificaram o funcionamento de todas as PAE, comprovando que a proposta didática é um material instrucional, de fácil compreensão e aplicação.

Assim sendo, fica demonstrado que esta proposta didática favorece a todos que quiserem se apropriar do manejo com o Arduino: estudantes, professores nas escolas e os PCNP nas Diretorias de Ensino. Seu uso poderá certamente atingir resultados infinitamente superiores nas atividades de capacitação, economizando tempo e permitindo melhorar o ensino e a aprendizagem, por oferecer aos estudantes uma aprendizagem significativa dos processos físicos inerentes aos projetos de robótica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um grande desafio presente ainda hoje nas escolas é o ensino de Física, disciplina considerada difícil pelos estudantes. Há que se ressaltar, porém que uma das alternativas para vencer essa dificuldade é a utilização da experimentação de natureza investigativa, de modo que contextualize os conceitos físicos e os problemas a serem solucionados.

Nessa direção, apresenta-se a plataforma Arduino que, juntamente com os diversos tipos de sensores existentes, tem sido apontada como uma ferramenta tecnológica muito vantajosa para o aprimoramento de atividades experimentais, visto que conduz o estudante no manejo direto com grandezas físicas, além de favorecer o levantamento de hipóteses, a busca de solução, a criatividade, a autonomia e o protagonismo juvenil.

Este trabalho verificou que os estudantes que participaram das atividades com o uso do Arduino como instrumento didático auxiliador no processo de ensino e aprendizagem se envolveram com entusiasmo na montagem dos projetos eletrônicos das PAE (Apêndice), tendo o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice) como material de consulta e apoio para o manejo com a eletrônica básica. Mostrou, também, como o uso dessa ferramenta tecnológica no ensino de Física é capaz de tornar os conceitos menos abstratos e conduzir a uma aprendizagem mais significativa.

Ficou evidente, ainda, que os professores que participaram do Curso e puderam levar o material para casa para treinar após as aulas presenciais, obtiveram um domínio mais expressivo da montagem e do funcionamento dos projetos eletrônicos, em comparação com os professores participantes das OT, que devolviam todo o material à escola após os encontros.

Nessa perspectiva, ao encaminhar as ferramentas tecnológicas às escolas, é imprescindível que a Secretaria Estadual de Educação (SEE) invista na capacitação de todos os profissionais envolvidos, a fim de que sua implementação seja efetiva. No caso da DERPP, houve o auxílio da instituição parceira, a UNESP, que prestou total apoio para alavancar a utilização dos recursos disponíveis. Da mesma forma, é necessário o investimento da SEE para oportunizar aos professores a produção de material didático, assim como aconteceu neste trabalho, com a elaboração de um produto educacional – o Manual Simplificado de Eletrônica (Apêndice) e as Propostas de Atividades Experimentais – PAE (Apêndice). O uso e implementação de ambos (Manual e PAE) possibilitarão reduzir o tempo de preparação dos

professores nas OT, tendo como resposta economia de recursos humanos e financeiros, com a obtenção dos mesmos resultados.

Essa proposta didática por certo favoreceu a todos os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na zona de abrangência da DERPP, como também aos PCNP das demais Diretorias de Ensino que exercem a função de formador de professores, pois se não dispõem por ora dessa ferramenta tecnológica, a previsão é de que ela logo chegará às demais escolas ainda não contempladas. Ademais, por ser constituída de material instrucional, será útil também a todos quantos quiserem dela se apropriar.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br>>. Acesso em: 10 fev.2018.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. *Revista Brasileira do Ensino de Física*. São Paulo, v. 33, n.4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/334503.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. *Arduino em Ação*. São Paulo: Novatec, 2013.

GASPAR, A. *Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. (Coleção contextos da ciência).

INSTITUTO DE ARTES DA UNIVERSIDADE DE CAMPINAS -IAR.
Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

MAFRA, M. F.; PENA, A. F. V.; PINTO, F. C. R. Iniciação à Robótica nas aulas de física: uso da plataforma Arduino. In: BARBOSA, G. A. da S.; SOUZA, M. L. (orgs.). *Contribuições metodológicas para a prática docente: teorias e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem na educação básica*. Curitiba-PR: CRV, 2018. p.205-242

MCROBERTS, M. *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec, 2011.

MORAN, J. M.; MASETO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. ver. e atual. Campinas-SP: Papirus, 2013 (Coleção Papirus Educação).

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. [reimpr.]. São Paulo: E.P.U., 2011.

MOREIRA, R. A.; SILVA, C. R.; FERREIRA, L. F. A utilização da plataforma Arduino em sala de aula: um estudo de caso. 2017 Disponível em: <<<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3546/2391>>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P.; NABARRO, C.B.N; GOLÇALVES, J.A.V. *Aprenda Arduino: uma abordagem prática*.
Disponível em: <<http://www.fatecjd.edu.br/fatecino/material/ebook-aprenda-arduino.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PRÄSS, A. R. *Teorias de aprendizagem*. 2012
Disponível em: <https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 19 abr 2019.

PEREIRA, M. L. D. *Projetos de Robótica Educacional como apoio ao ensino de Matemática e Física: criando um protótipo de robô controlado por sensor de luminosidade*. 2015

Disponível em: <https://www.cruzeirosul.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/PE_MarcioLucioDiasPereira-2015-Vpublicada.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SANTOS, E. I.; FERREIRA, N. C.; PIASSI, L. P. C. Atividades Experimentais de Baixo Custo Como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: uma experiência em formação continuada. *Ciência a mão*. 2004. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=_atividadesexperimentaisd> Acesso em: 18 nov. 2017.

SANTOS, J. A. *Instrumentação eletrônica com o Arduino aplicada ao ensino de física*. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional Ensino de Física). Programade Pós-Graduação em Física. Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRP –Recife-PE, 2015. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_JoseAltenis.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias/Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes*. – 1. ed. atual. - São Paulo: SEE, 2012. 152 p.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Robótica: Ensino Fundamental – Anos Finais; Caderno do Professor/Secretaria da Educação; coordenação, Valéria de Souza; textos, Alex de Lima Barros*, São Paulo: SE, 2014.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Robótica: Ensino Médio – Anos Finais; Caderno do Professor/Secretaria da Educação; coordenação, Valéria de Souza; textos, Manoel José dos Santos Sena*, São Paulo: SE, 2014b.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A.C.; UZÊDA, D.D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira Ensino Física*. [online]. 2011, vol.33, n.1, pp.01-05. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

VAZZI, M. R. G. de. *O Arduíno e a aprendizagem de física: um kit robótico para abordar conceitos e princípios do movimento uniforme*. Disponível em: <http://wwws.fclar.unesp.br/agenda-pos/educacao_escolar/4315.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2018.

APÊNDICE



**CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE
ELETRÔNICA E ROBÓTICA NAS ESCOLAS DE ENSINO
MÉDIO DE PRESIDENTE PRUDENTE E REGIÃO**

MARTA FERREIRA MAFRA

Orientador: Prof. Dr. Angel Fidel Vilche Peña

**Produto gerado da Dissertação de Mestrado do
Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física**

**PRESIDENTE PRUDENTE
2019**

1. Manual Simplificado de Eletrônica

Introdução

Este Manual auxiliará professores e estudantes no manejo com a eletrônica básica na montagem dos projetos de robótica.

Figura 1 - Multímetro digital

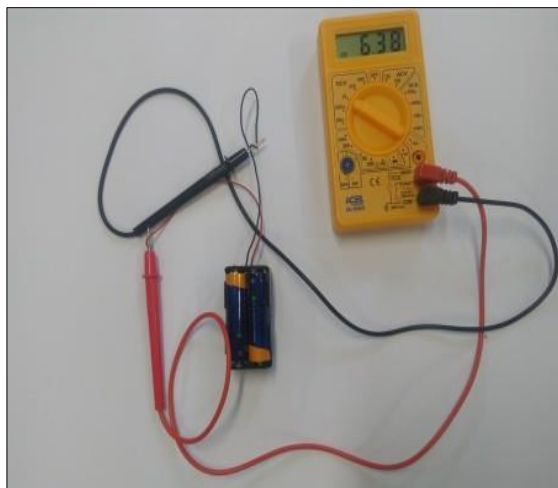


Fonte: Elaborada pela autora

A chave rotativa do multímetro digital encontra-se na posição OFF (desligado).

Repare nas posições dos terminais de entrada: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

Figura 2 - Medição de Voltagem



Fonte: Elaborada pela autora

A posição da chave rotativa foi colocada em 20V na seção de voltagem contínua.

A posição 20V da chave rotativa, indica que a medição máxima de voltagem do aparelho é 20V. Em nosso caso, o conjunto de pilhas (utilizando 4 pilhas em série) mede 6,1V.

Para voltagens maiores que 20V, a chave rotativa deve ficar em 200V ou 1000V, dependendo do valor a ser medido.

Figura 3 - LED – Diodo emissor de luz



Fonte: Elaborada pela autora

Um diodo emissor de luz (L.E.D. = *Light Emitting Diode*) é um material semicondutor e que possui polaridade. Note que os dois terminais têm comprimentos diferentes: o anodo (+) é maior que o catodo (-). Se passar o dedo em volta do diodo, poderá perceber que existe um chanfro reto do lado do catodo (-). Colocando uma fonte de voltagem, por exemplo de 6,1 V, (+), no anodo e (-) no catodo, o LED acenderá. Invertendo a fonte, o LED não acenderá.

Para vencer as barreiras internas da circulação de elétrons, a fonte deverá ter uma voltagem superior a 3V.

Figura 4 – LED energizado



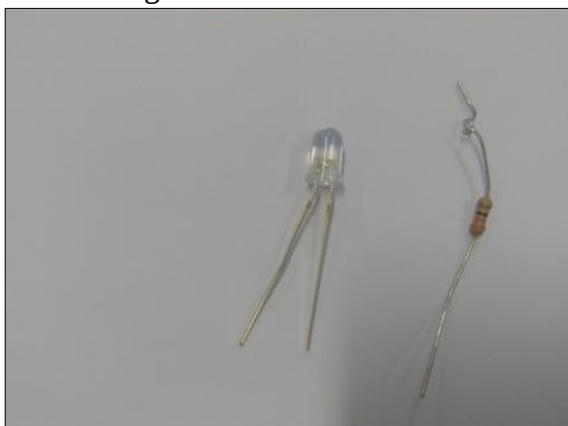
Fonte: Elaborada pela autora

O LED de alto brilho emitiu luz porque foi energizado, gerado pelas interações energéticas dos elétrons dentro do semicondutor.

Para isso, foi usado uma fonte de 6,1V (utilizando 4 pilhas em série), conectando o positivo da fonte com o anodo, e o negativo, com o catodo.

Um resistor limitador de corrente deveria ter sido colocado em série, mas deixamos sem, para uma demonstração didática.

Figura 5- LED e Resistor



Fonte: Elaborada pela autora

O resistor ao lado do LED de alto brilho possui dois terminais e não tem polaridade. O resistor é utilizado para restringir a corrente elétrica que circula pelo LED. Ele indica uma resistência de 330 Ω .

Figura 6 – Potenciômetro de controle móvel



Fonte: Elaborada pela autora

O potenciômetro é um tipo de resistência variável. Na imagem, mostra-se um potenciômetro de 20.000 Ohms (20 k Ω); significa que ele pode variar sua resistência entre pouco mais de 0 a 20 k Ohms (resistência máxima entre os contatos 1 e 3). O controle móvel (conectado ao contato 2), pode-se girar manualmente, aumentando ou diminuindo os valores de resistência elétrica entre os contatos 1 e 2 ou entre 2 e 3. O valor nominal do potenciômetro coincide com o valor entre os contatos 1 e 3, mas sempre teremos a seguinte condição: (valor da resistência elétrica entre 1 e 2) + valor da resistência elétrica entre 2 e 3) = valor nominal do potenciômetro.

Figura 7a e 7b – Medição 1 – Resistência entre terminal 2 e 3 do potenciômetro

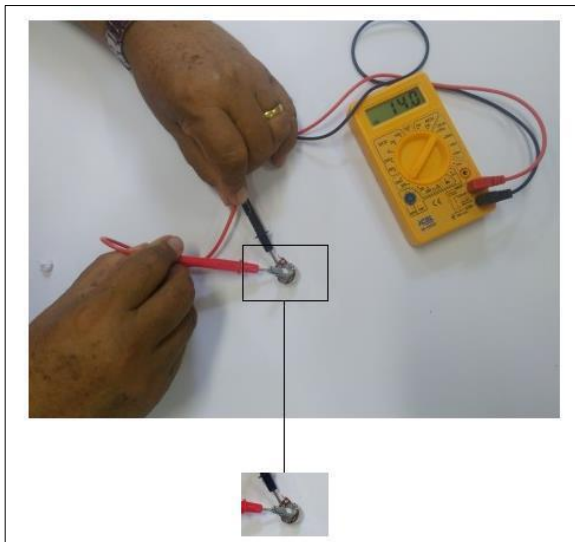


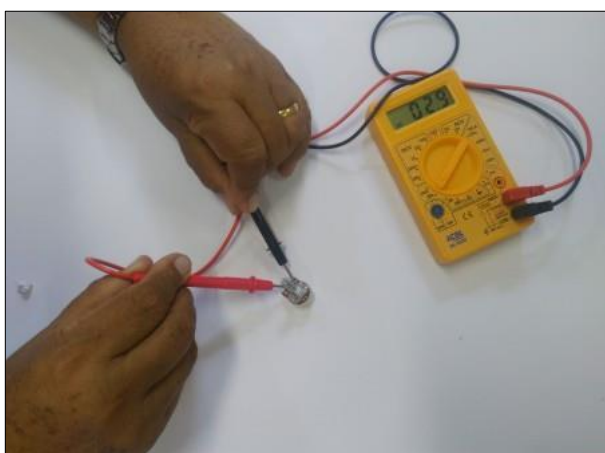
Figura 7b - Ampliada

Fonte: Elaborada pela autora

A medição do multímetro. Apesar de o valor do seletor estar em 200 kΩ, isto indica que a medição máxima da resistência nesta configuração é de 200 kΩ. Em nosso caso, a resistência entre os terminais 2 e 3 é 14 kΩ; isto significa que esta é a passagem da corrente elétrica por todo o potenciômetro entre estes terminais e, portanto, é máxima.

Observação: o Botão do potenciômetro foi girado no sentido anti-horário até o seu máximo; com isso foi possível fazer a aferição da resistência máxima entre os terminais 2 e 3. Independente o uso da ponteira vermelha e preta nos terminais, porque o potenciômetro não tem polaridade.

Figura 8 - Medição 2 - Resistência entre os terminais 1 e 2 do potenciômetro.



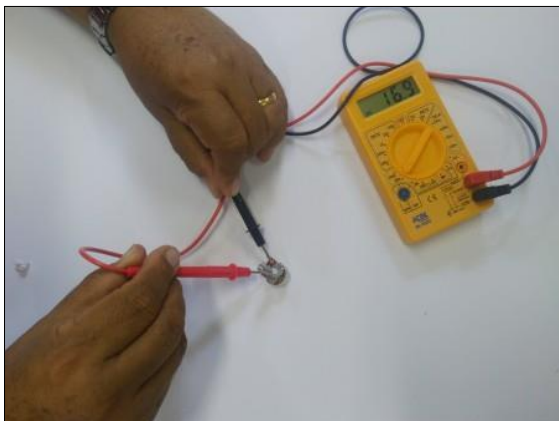
Fonte: Elaborada pela autora

Na medição do multímetro, o valor do seletor permanece em 200 kΩ. Isso indica que a medição máxima da resistência nessa indicação do multímetro é de 200 kΩ.

Desse modo, a resistência entre os terminais 1 e 2 mede 2,9 kΩ, logo, nesses terminais, a corrente elétrica é máxima.

Observação: o Botão do potenciômetro foi girado no sentido horário até o seu máximo, com isso foi possível fazer a aferição da resistência máxima entre os terminais 1 e 2.

Figura 9 - Medição 3 - Resistência entre os terminais 1 e 3 do potenciômetro



Fonte: Elaborada pela autora

O seletor do multímetro permanece em 200 k Ω e a resistência entre os terminais 1 e 3 mede 16,9 k Ω , logo, nestes terminais, a corrente elétrica é máxima.

Observação: se girar o botão do potenciômetro tanto no sentido horário como no anti-horário, não varia a resistência, porque é a máxima e fixa entre os terminais 1 e 2.

Figuras 10a e 10b – Capacitor eletrolítico

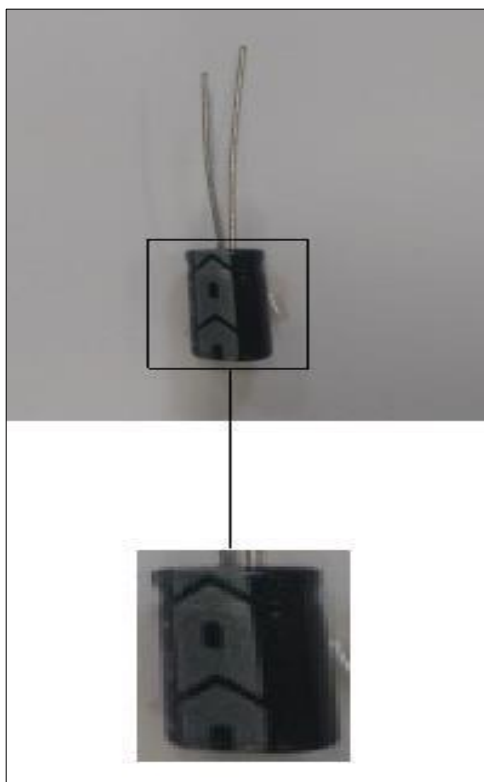


Figura 10b - Ampliada

Fonte: Elaborada pela autora

O capacitor eletrolítico que acumula pequenas quantidades de cargas elétricas possui um terminal de tamanho maior, o (+), e outro, de tamanho menor, o (-), para sua polarização. Observe, em nossa imagem, que está marcada a indicação de onde está o contato (-). Portanto, o outro terminal não marcado é o (+). Nas especificações do capacitor eletrolítico, que é de 100 μ F e 25V. Isto indica as medidas da sua capacitância, ou seja, a quantidade de cargas que ele consegue armazenar e a tensão que ele suporta.

Figura 11- Capacitor sendo carregado



Fonte: Elaborada pela autora

Capacitor sendo carregado por um conjunto de pilhas, que mede 6,1V, sendo carregado instantaneamente. Observe o conjunto de pilhas: o fio vermelho (+) conectado ao terminal de tamanho maior (+) e o fio preto (-) conectado ao terminal de tamanho menor (-) do capacitor.

Figura 12 - Medição da carga do capacitor



Fonte: Elaborada pela autora

Para comprovar o carregamento do capacitor, o seletor do multímetro foi colocado na posição 20 V na área que indica medições em voltagem contínua.

O visor do multímetro mostra que o capacitor teve um armazenamento de cargas de 5,63 V. Nas posições dos terminais de entrada: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

Figura 13- Sem medição da resistência



Fonte: Elaborada pela autora

O seletor do multímetro digital encontra-se na posição 2000 Ω , que indica medição de resistência.

Apesar do valor do indicador estar em 2000 Ω , ele não apresenta medição de resistência no visor digital porque as ponteiros (vermelho e preto) do multímetro estão imersas no meio material (ar), que possui resistência infinitamente maior. Assim, o visor digital do multímetro apresenta o número 1 à esquerda, indicando resistência infinita ou valor superior ao alcance máximo do aparelho.

Repare nas posições dos terminais de entrada: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

Figuras 14a e 14b - Teste de pontas de prova

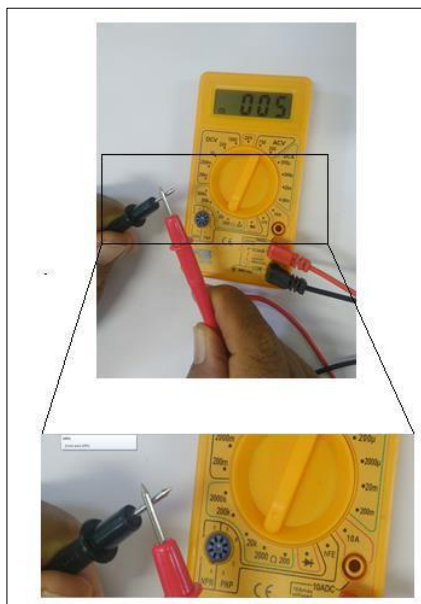


Figura 14b - Ampliada

Fonte: Elaborada pela autora

Repare nas posições dos conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω) e que o seletor do multímetro digital permaneceu no valor 2000 Ω .

As pontas de prova foram juntadas e seguradas por alguns segundos e o visor apresentou um número 005; isto significa que o ohmímetro do multímetro está bom, pois, se apresentasse o número 1 à esquerda, indicaria que o multímetro estava com defeito. Este teste pode ser feito em qualquer posição da seleção do multímetro de resistência.

Figura 15a e 15b - *Protoboard*

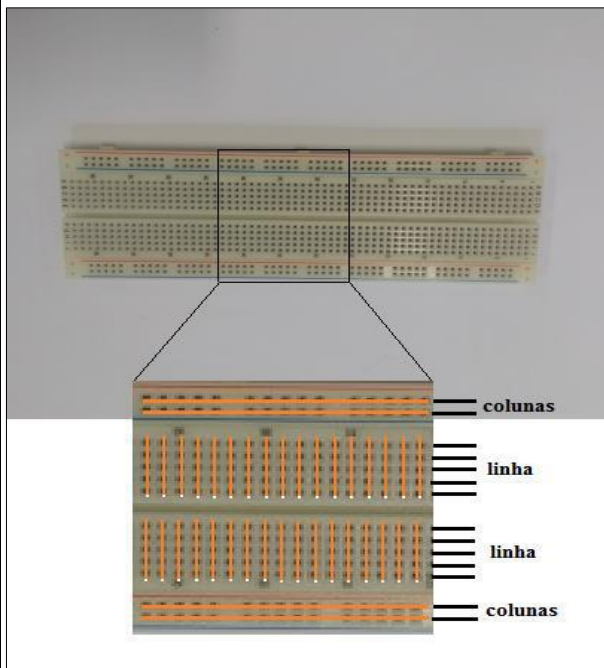


Figura 15b - Ampliada

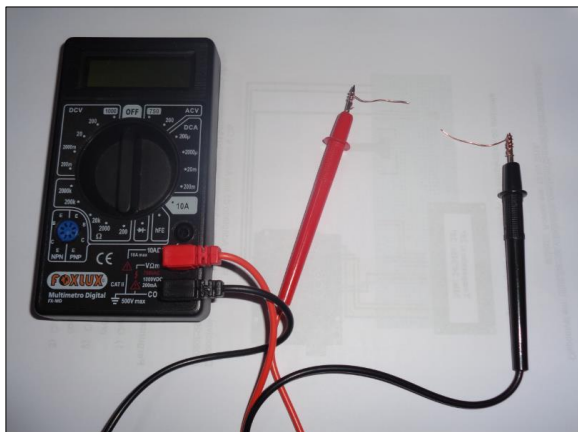
Fonte: Elaborada pela autora

A placa de ensaio ou matriz de contato (*protoboard* ou *breadboard*, em inglês). É formada por uma base plástica, com orifícios para a conexão dos componentes eletrônicos. Esses orifícios estão organizados em colunas e linhas.

Esses 5 orifícios (pontos) na vertical que compõem uma linha estão conectados internamente, e assim, quando introduzimos os terminais de dois componentes, estes ficam conectados. Cada linha de cinco pontos é independente da linha de cima, de baixo ou do lado. NÃO existe conexão entre linhas, apenas entre os 5 pontos da linha.

Cada coluna (existem 4 em cada *protoboard*) tem 50 pontos. Todos esses 50 pontos estão conectados internamente. Assim como as linhas, cada coluna, independente da coluna do lado; por isso, as conexões numa coluna não afetam em nada as da outra.

Figura 16 – Pontas de prova com fios desencapados



Fonte: Elaborada pela autora

Nas extremidades das pontas de provas do multímetro digital há fios enrolados desencapados. Apesar de os fios estarem desencapados, eles servem para fixar nas linhas do *protoboard* para aferir a resistência elétrica.

Figura 17 – Pontas de prova fixas na *protoboard* - 1



Fonte: Elaborada pela autora

As pontas de prova do multímetro digital (vermelha e preta) estão fixas na *protoboard* em linhas diferentes, através de pequenos fios enrolados desencapados. Repare nas posições dos conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω). Apesar de o valor do indicador estar em 2000 k Ω , ele não apresenta medição de resistência, conforme o visor digital que apresenta o número 1 à esquerda.

Figuras 18a e 18b – Pontas de prova fixas na *protoboard* – 2

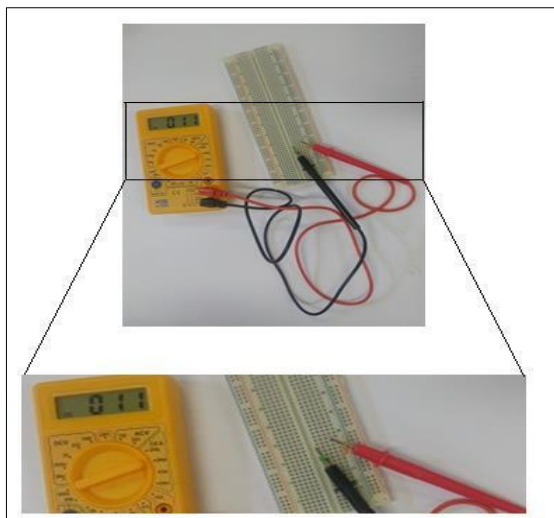


Figura 18b - Ampliada

Fonte: Elaborada pela autora

Seletor do multímetro digital permanece na posição 2000 k Ω , e os conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω). Atente para as pontas de prova do multímetro digital: elas estão fixas em diferentes linhas na *protoboard*. Observe que o visor digital mostra certa resistência 011.

Figuras 19a e 19b - Pontas de prova fixas na *protoboard* – 3

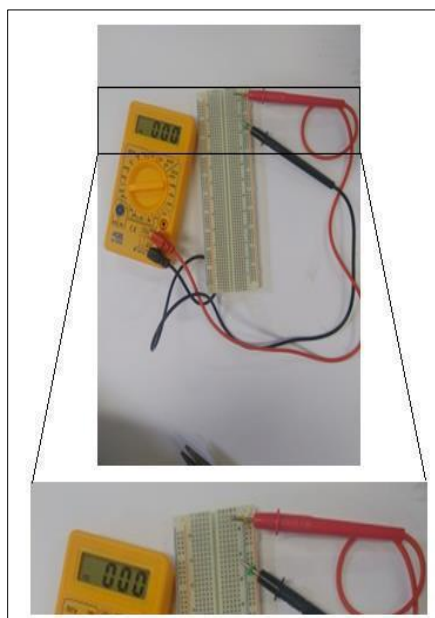


Figura 19b - Ampliada

Fonte: Elaborada pela autora

Seletor do multímetro digital permanece na posição 2000 k Ω , e os conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

As pontas de prova do multímetro digital estão fixas em linhas diferentes na *protoboard*. Observe que o visor digital não registra resistência.

Figuras 20a e 20 b - Pontas de prova fixas na *protoboard* – 4

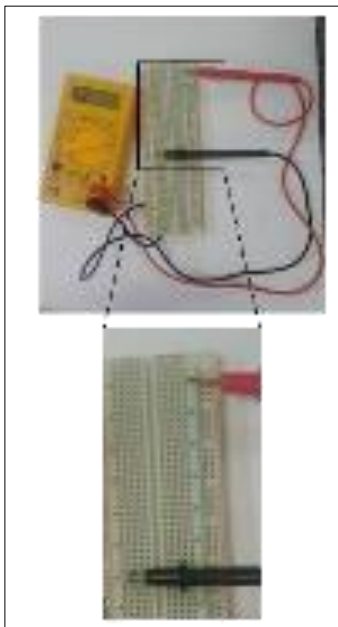


Figura 20b - Ampliada

Fonte: Elaboradas pela autora

O seletor do multímetro digital permanece na posição 2000 k Ω , e os conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

As pontas de prova do multímetro digital estão fixas em linhas diferentes na *protoboard*. Apesar de o valor do indicador estar em 2000 k Ω , ele não apresenta medição de resistência, conforme o visor digital que apresenta o número 1 à esquerda.

Figuras 21a e 21b - Pontas de prova fixas na *protoboard* – 5

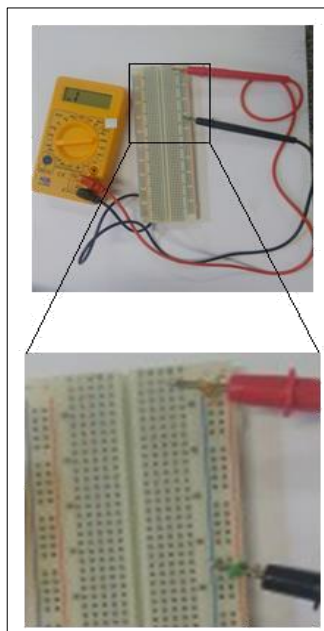


Figura 21b - Ampliada

Fonte: Elaboradas pela autora

O seletor do multímetro digital permanece na posição 2000 k Ω , e os conectores: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

As pontas de prova do multímetro digital estão fixas em linhas diferentes na *protoboard*, e o visor digital não registra resistência.

Figura 22 - Buzzer



Fonte: SÃO PAULO, 2014c, p.14

O *buzzer* emite sons a partir de uma tensão elétrica aplicada que vibra, gerada por uma fonte, e produz uma frequência sonora audível, pois é constituído de camadas de metal e *piezoelétrico*.

O *buzzer* tem um terminal de tamanho maior (+) e outro de tamanho menor (-).

Figura 23 – Sensor LDR



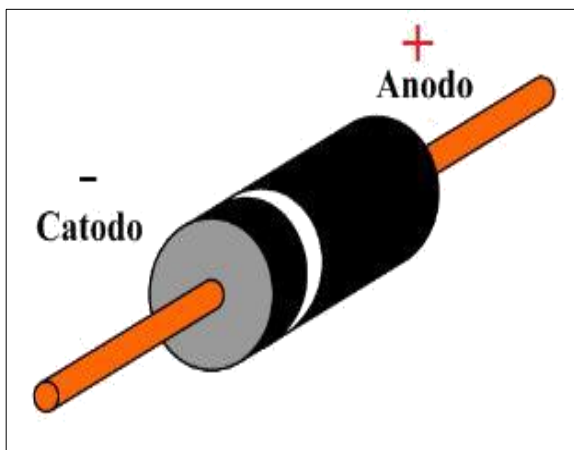
Fonte: SÃO PAULO, 2014c, p.14

O LDR (em inglês, *Light Dependent Resistor*) significa Resistor Dependente de Luz.

O LDR varia a resistência no momento em que a luz é captada.

Por ser constituído de materiais semicondutores, o LDR reduz a resistência elétrica quando aumenta a luminosidade sobre ele, e ele aumenta a resistência elétrica quando reduz a luminosidade sobre ele.

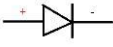
Figura 24 - Diodo



Fonte adaptada. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/2---diodo-semicondutor.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018

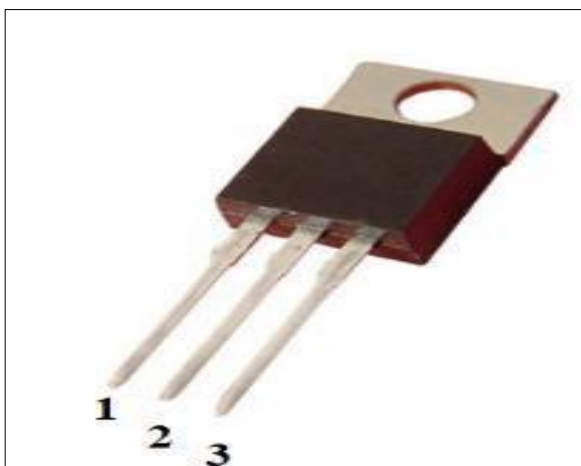
O diodo semicondutor é capaz de agir tal como condutor ou isolante elétrico. É preciso saber a maneira que a tensão foi empregada nos terminais.

Os dois terminais têm o mesmo comprimento: o anodo (+) e o catodo (-). O catodo (-), pode ser identificado por meio do arco colorido na extensão do componente eletrônico. O

símbolo  do diodo aponta para a direção da corrente elétrica.

Portanto, a função do diodo no circuito elétrico é possibilitar a passagem da corrente elétrica em um único sentido.

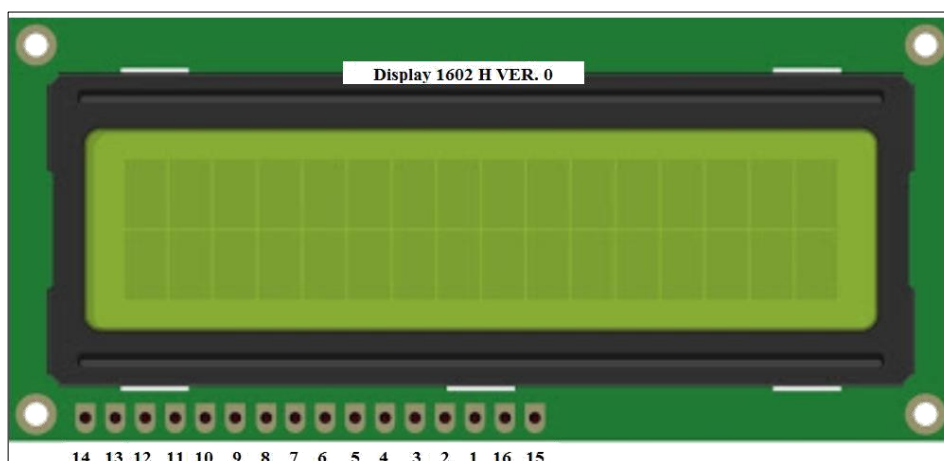
Figura 25 - Transistor



Fonte adaptada. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Transistor.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

O transistor dispõe de três terminais. O terminal que coleta a tensão elétrica e encaminha o sinal amplificado e o terminal do meio cumpridor do manejo dessa corrente elétrica. A corrente adentra e desloca apenas no momento que é empregada uma tensão elétrica no terminal do meio. Neste caso, temos um transistor TIP 122. Ao olhá-lo de frente, é possível ver o registro do modelo do transistor e, a partir disso, é possível indicar que é o terminal da esquerda o 1, do meio, o 2, e o da direita é o 3, ou simplesmente buscar o manual na internet, *datasheet*, para ver os registros sobre o componente eletrônico. Mas, se desejar testar um transistor, siga os seguintes passos:

- a) Insira o transistor nas linhas do *protoboard*.
- b) Repare nas posições dos terminais de entrada do multímetro: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).
- c) Coloque a chave rotativa do multímetro digital no seletor de diodo.
- d) Em seguida, insira a ponta de prova vermelha no terminal 1 do transistor, e a ponta de prova preta, no terminal 2, e observe e o visor do multímetro.

Figura 26 - *Display LCD*

Fonte adaptada. Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2018

O *Display LCD* (em inglês, *Liquid Crystal Display*) é capaz de mostrar dados por via eletrônica, devido ao líquido polarizador da luz que é eletricamente controlado.

Veja que esse dispositivo eletrônico-óptico modulado, constituído por delimitado número de *pixels*, ocupado com cristais líquidos e ordenado diante de uma fonte de luz, gera imagens coloridas ou em preto e branco.

Atente para as especificações do *Display LCD* no *datasheet* (Ficha de dados), pois há alteração na numeração dos pinos de acordo com o produto. Neste caso, temos um *Display 1602ED1660Y*.

Figura 27 - Servo motor



Fonte: Disponível

em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-servomotor/>>. Acesso em: 10 fev. de 2018

O Servo motor tipo SG92R de corrente contínua possui alto torque, realiza movimentos em um ângulo de 180° e movimenta na faixa de 4,8 a 6 V.

Atente para os três pinos: o fio marrom ou preto é o negativo (GND), o fio vermelho é o positivo (5 V) e o fio laranja (ou amarelo ou branco) é o pino de sinal de comando.

Figura 28 – Motor DC



Fonte: Disponível em:
< <https://www.eletrogate.com>>. Acesso em: 10 fev. de
2018

O motor DC de corrente contínua movimenta na faixa de 3 a 6 V, empregado na base do robô.

O motor DC tem caixa de redução e eixo duplo e realiza movimentos num ângulo de 360°, ou seja, nas direções: frente, trás, direita e esquerda.

Figura 29 – Botão



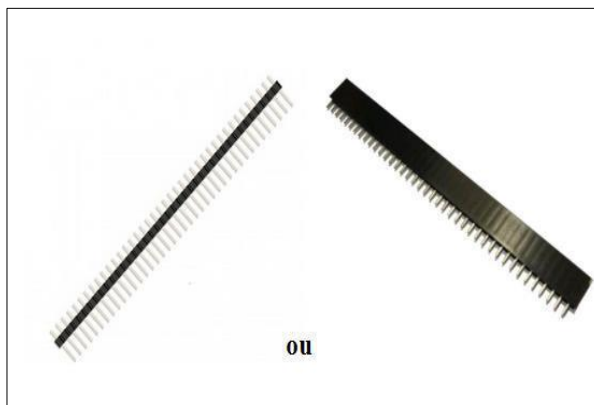
Fonte: Disponível
em:<<https://www.filipeflop.com>>. Acesso em: 10 fev.
de 2018.

A chave tátil, (em inglês, *push button*) que significa botão de apertar, possui 4 pinos e dimensão 6x6x5 mm.

A sua tensão máxima é de 12 V e corrente elétrica máxima 0,5 A.

Atua como um micro interruptor: ao ter o botão pressionado, ele interrompe a passagem da corrente no circuito elétrico.

Figura 30: Barra de pinos ou conectores empilháveis



Fonte: Disponível em: <<https://www.vidadesilicio.com.br>>. Acesso em: 10 fev. de 2018

As barras de pinos ou conectores empilháveis são empregados para conectar nos projetos de eletrônica.

Basta soldar nos orifícios (espaço de montagem) dos componentes eletrônicos. Por exemplo: *Display LCD* e *Motor Shield*.

Figura 31 – Sensor ultrassônico

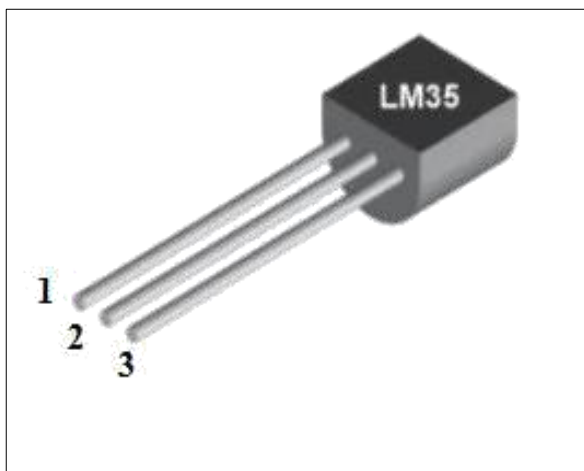


Fonte: Disponível em: <<https://www.filipeflop.com>>. Acesso em: 10 fev. de 2018.

O Sensor ultrassônico HC-SR04 é apto para detectar obstáculos, pois mensura distâncias de 1 cm até 2 m com exatidão.

Ele tem um circuito completo junto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos para medição: VCC (alimentação de 5 V), TRIG (pino de gatilho), ECHO (pino de eco) e GND (terra).

Figura 32 – Sensor de temperatura



Fonte adaptada. Disponível em:
<https://portal.vidadesilicio.com.br>. Acesso em:
 10 fev. 2018

O sensor semicondutor de circuito integrado mede temperatura com exatidão.

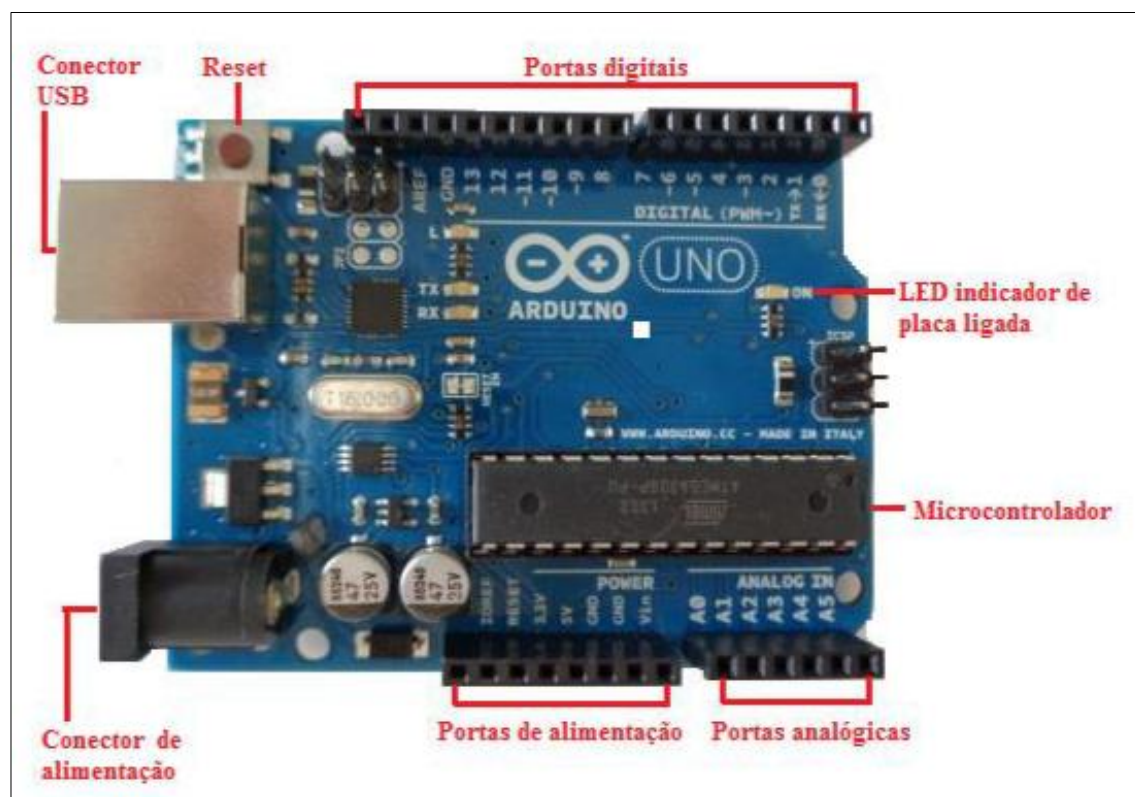
Ele possui um regulador de temperatura que mede na faixa dentro de -55°C a 150°C .

Atente para as especificações do sensor de temperatura no *datasheet* (Ficha de dados).

Neste caso, temos um sensor de temperatura LM 35, que possui três terminais.

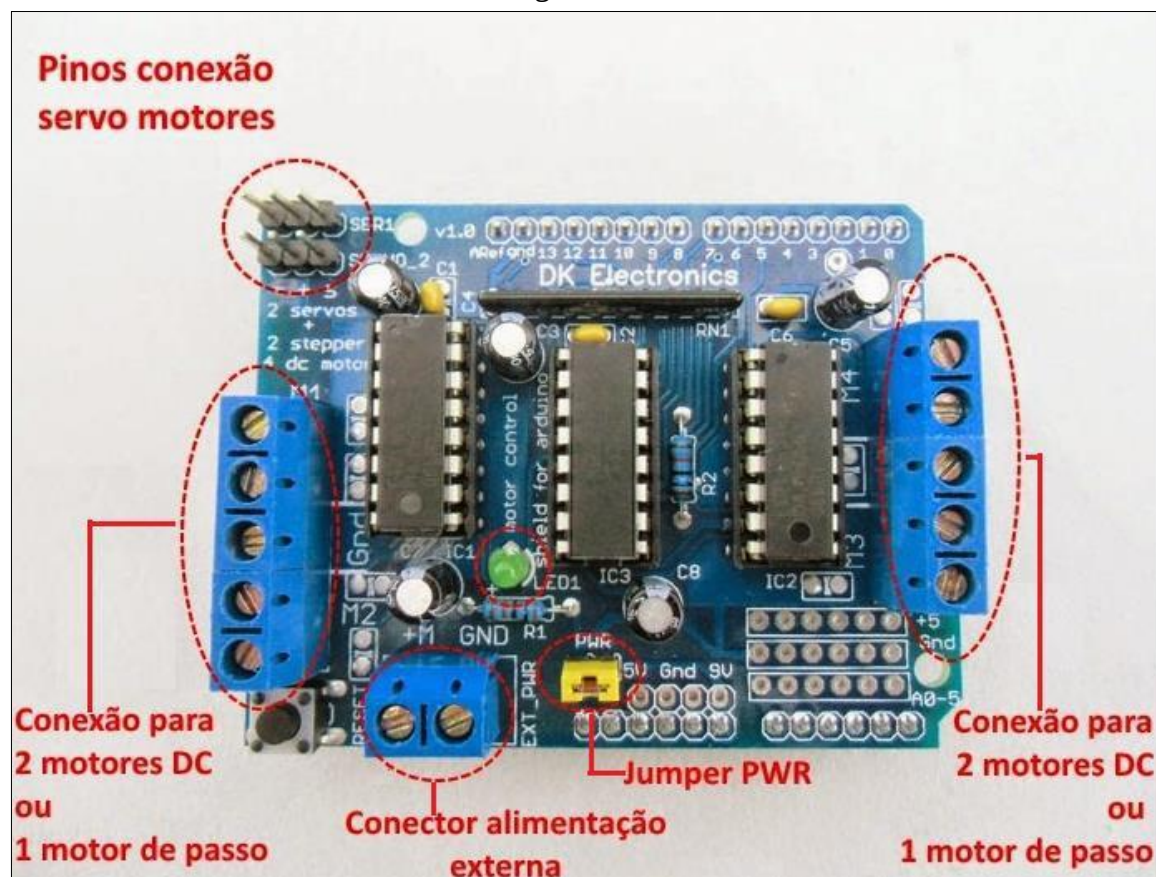
É possível indicar que o terminal da esquerda é o 1, do meio, o 2, e o da direita é o 3.

Figura 33 – Placa Arduino UNO R3



Fonte: Adaptado do site Comphaus. Disponível em: <http://comphaus.com.br>. Acesso em: 10 fev. 2018

Figura 34 – Motor Shield



Fonte: Adaptado do site Arduino e Cia.

Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br>>. Acesso em: 10 fev. de 2018.

2 PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS (PAE)

Introdução

Estas propostas auxiliarão professores e estudantes a dar os primeiros passos no manejo do Arduino nas escolas.

Proposta de Atividade Experimental 1 (PAE - 1):

Medições com multímetro digital

Proposta de Atividade Experimental 1 (PAE - 1):

Medições com multímetro digital

Objetivo:

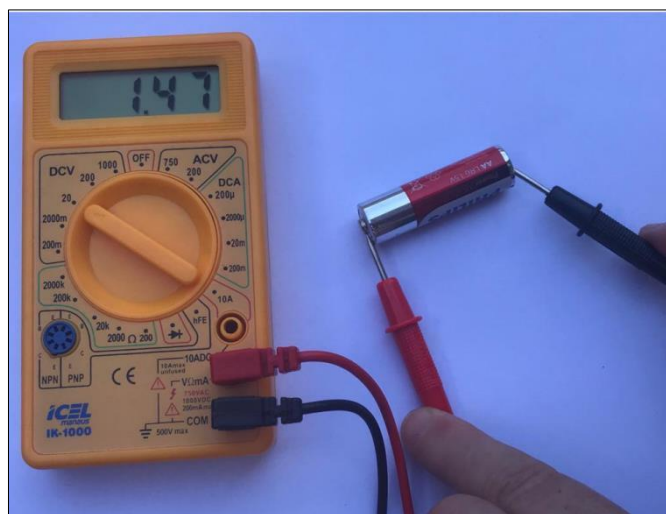
- Mostrar que com um simples multímetro digital, pode-se medir a tensão da pilha e do resistor.

Material:

- multímetro digital
- 1 pilha de 1,5 V
- 1 resistor de 330 Ω e 1 resistor de 10 K Ω

Esquema de montagem:

Figura 1 - Medição da pilha



Fonte: Elaborada pela autora

Procedimento:

- 1) Observar as posições dos terminais de entrada: preto (-) na posição COM (símbolo) e vermelho (+) na posição (V Ω).

- 2) Girar a chave rotativa do multímetro digital na seção DCV de voltagem contínua para a posição 20 V, que indica medições em voltagem contínua.
- 3) Colocar uma ponta de prova (vermelho) no polo positivo da pilha e, simultaneamente, a outra ponta de prova (preto) no polo negativo da pilha e medir. No exemplo da Figura 1, o visor do multímetro mostra tensão de 1,5 V, porque a pilha é nova, mas caso a pilha testada já tenha sofrido algum consumo, o visor vai mostrar, por exemplo, 1,47 V ou 1,45 V, e assim sucessivamente.
- 4) Em seguida, para medir o resistor de $330\ \Omega$, a chave rotativa do multímetro digital deve ser posicionada na seção Ω de resistências. Para a segurança do multímetro, caso a resistência do resistor seja maior, posicionar primeiro na posição 20 k Ω .
- 5) Assentar o resistor sobre uma base (mesa), aproximar, simultaneamente, as pontas de prova do multímetro nos terminais do resistor que não têm polaridade, ou seja, uma ponta de prova num terminal e a outra ponta de prova no outro terminal.
- 6) Verificar, no visor do multímetro, a medição de $0,33\ \Omega$. Então, para uma medição mais precisa, reposicionar a chave rotativa na posição 2000 Ω e observar no visor do multímetro o valor da resistência sendo de $330\ \Omega$.
- 7) Repetir a medição com o resistor de 10 k Ω , lembrando que, para esse resistor, a chave rotativa do multímetro digital deve ficar na posição 20 k Ω .
- 8) Sempre que encerrar uma medição com o multímetro digital, voltar a chave rotativa para a posição OFF.

Observação: na medição com o uso do multímetro digital, caso o sinal (-) aparecer no visor, basta inverter a ponta de prova, pois estava com polaridade invertida.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Para medir a tensão contínua nos experimentos (pilha e resistor), o multímetro digital é utilizado como amperímetro ou volímetro?
- 2) Caso posicione a chave rotativa do multímetro digital na posição 200 Ω , ao medir o resistor $330\ \Omega$, o que vai acontecer?

- 3) Após realizar as medições com o multímetro digital, por que é preciso voltar a chave rotativa para a posição OFF?

Proposta de Atividade Experimental 2 (PAE - 2):
Captando a luz ambiente

Proposta de Atividade Experimental 2 (PAE - 2):

Captando a luz ambiente

Objetivo:

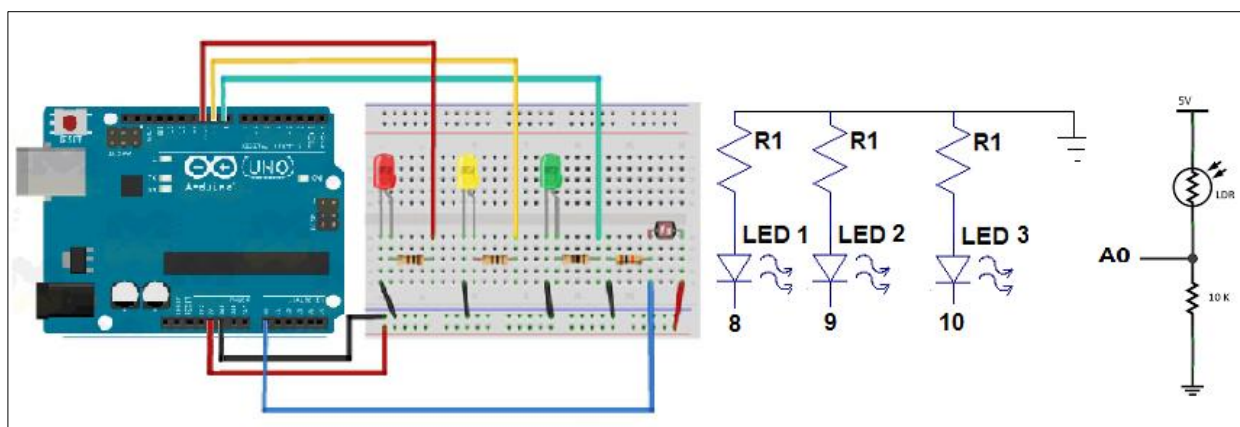
- Mostrar a variação da incidência de luz no ambiente numa sequência de acendimento de LEDs.

Material:

- 1 *protoboard*
- 3 LEDs
- 1 LDR
- 3 resistores de $330\ \Omega$ e 1 resistor de $10\ k\Omega$
- 11 fios *jumpers*
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 1 computador
- 1 lanterna

Esquema de montagem:

Figura 2 – Acendimento gradual dos LED



Fonte: Adaptado do site Como fazer as coisas. Disponível em: <
<http://www.comofazerascosas.com.br/projeto-arduino-sensor-de-luz-ldr-com-leds.html>>. Acesso em:
 10 fev. 2018.

Procedimento:

- 1) Conectar os LEDs (vermelho, amarelo e verde) no *protoboard*, de tal forma que o terminal maior positivo fique em uma linha e o terminal menor negativo, numa outra linha.
- 2) Introduzir 3 resistores de $330\ \Omega$ para conexão no *protoboard*: cada resistor deve ter uma extremidade conectada na linha do terminal maior positivo de cada LED, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*.
- 3) Inserir o LDR no *protoboard*: cada terminal numa linha do *protoboard*. Lembrar que LDR não tem polaridade.
- 4) Conectar o resistor de $10\ k\Omega$ no *protoboard*: inserir uma extremidade do terminal na mesma linha de um dos terminais do LDR e a outra, numa outra linha do *protoboard*.
- 5) Introduzir 3 fios para conexão no *protoboard*: cada fio deve ter uma extremidade conectada na linha do terminal menor negativo de cada LED, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*.

- 6) Inserir os 8 fios *jumper* no *protoboard*:

fio 1 – uma extremidade, na linha do terminal maior positivo do LED vermelho, e a outra, no pino digital 10 da placa Arduino;

fio 2 – uma extremidade, na linha do terminal maior positivo do LED amarelo, e a outra, no pino digital 9;

fio 3 - uma extremidade, na linha do terminal maior positivo do LED verde, e a outra, no pino digital 8;

fio 4 – uma extremidade, na linha em que foi inserida uma das extremidades do LDR, ou seja, na linha a que está somente conectado um dos terminais do LDR, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*;

fio 5 – uma extremidade, na mesma linha em que foram inseridos um dos terminais do LDR e o resistor, e a outra, na entrada analógica A0;

fio 6 – uma extremidade, na outra linha da extremidade do resistor de $10\ k\Omega$, e a outra extremidade do fio *jumper*, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 7 – uma extremidade, na coluna (-) do *protoboard*, e a outra, no pino GND;

fio 8 - uma extremidade, na coluna (+) do *protoboard*, e a outra, no pino 5 V do Arduino.

- 7) Caso as colunas do *protoboard* não possuam linhas contínuas, é preciso uni-las com dois fios curtos.
- 8) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- 9) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.
- 10) Limpar toda a tela inicial (IDE), caso haja algum código.
- 11) Conferir se a porta serial foi reconhecida.
- 12) Acessar o site <http://www.comofazerascoisas.com.br/projeto-arduino-sensor-de-luz-ldr-com-leds.html> e localizar o código do projeto que aparece logo a seguir.
- 13) Copiar (Ctrl c) todo o código do projeto e colar (Ctrl v) na tela inicial (IDE) do Arduino.
- 14) Clicar em  Verificar, e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada”.
- 15) Clicar em  Carregar, e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Carregado”.
- 16) Observar que, ao aproximar a lanterna acesa do LDR, o LED verde acenderá. Ao afastar minimamente a lanterna do LDR, o LED amarelo acenderá. Se desligar a lanterna e deixar somente a luz do local, o LED vermelho acenderá.
- 17) Caso ocorra algum erro, clicar no menu Arquivo>sair, fechar todos os arquivos abertos, reiniciar o computador e refazer a montagem do projeto eletrônico.

Código do projeto*

Projeto Arduino sensor de luz com saída de leds.

Por Jota

```
-----
--=<| www.ComoFazerAsCoisas.com.br |>=--
-----
```

```
*/
```

```
int sensor = 0; //Pino analógico em que o sensor está conectado.
```

```
int valorSensor = 0; //Usada para ler o valor do sensor em tempo real.
```

```
const int ledVerde = 8;
```

```
const int ledAmarelo = 9;
```

```

const int ledVermelho = 10;
//Função setup, executado uma vez ao ligar o Arduino.
void setup(){
//Ativando o serial monitor que exibirá os valores lidos no sensor.
Serial.begin(9600)
//Definindo pinos digitais dos leds como de saída. pinMode(ledVerde,OUTPUT);
pinMode(ledAmarelo,OUTPUT); pinMode(ledVermelho,OUTPUT);
}
//Função loop, executado enquanto o Arduino estiver ligado.
void loop(){
//Lendo o valor do sensor.
int valorSensor = analogRead(sensor);
//Valores da luminosidade podem ser alterados conforme necessidade.
//Luminosidade baixa.
if (valorSensor < 750) {
apagaLeds();
digitalWrite(ledVermelho,HIGH);
}
//Luminosidade média.
if (valorSensor >= 750 && valorSensor <= 800) {
apagaLeds();
digitalWrite(ledAmarelo,HIGH);
}
//Luminosidade alta.
if (valorSensor > 800) {
apagaLeds();
digitalWrite(ledVerde,HIGH);
}
//Exibindo o valor do sensor no serial monitor.
Serial.println(valorSensor);
delay(50);
}

```

```
//Função criada para apagar todos os leds de uma vez.  
void apagaLeds() {  
  digitalWrite(ledVerde,LOW);  
  digitalWrite(ledAmarelo,LOW);  
  digitalWrite(ledVermelho,LOW);  
}
```

Fonte: Disponível em:<<http://www.comofazerascoisas.com.br/projeto-arduino-sensor-de-luz-ldr-com-leds.html>>.
Acesso em: 10 fev. 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) É possível relacionar o circuito que foi montado com o sistema óptico do olho?
- 2) O LDR é um resistor? Justifique.
- 3) Como o LED pode irradiar luz?

Proposta de Atividade Experimental 3 (PAE - 3):
Simulador de sinaleiro com botão para pedestres

Proposta de Atividade Experimental 3 (PAE - 3)

Simulador de sinaleiro com botão para pedestres

Objetivo:

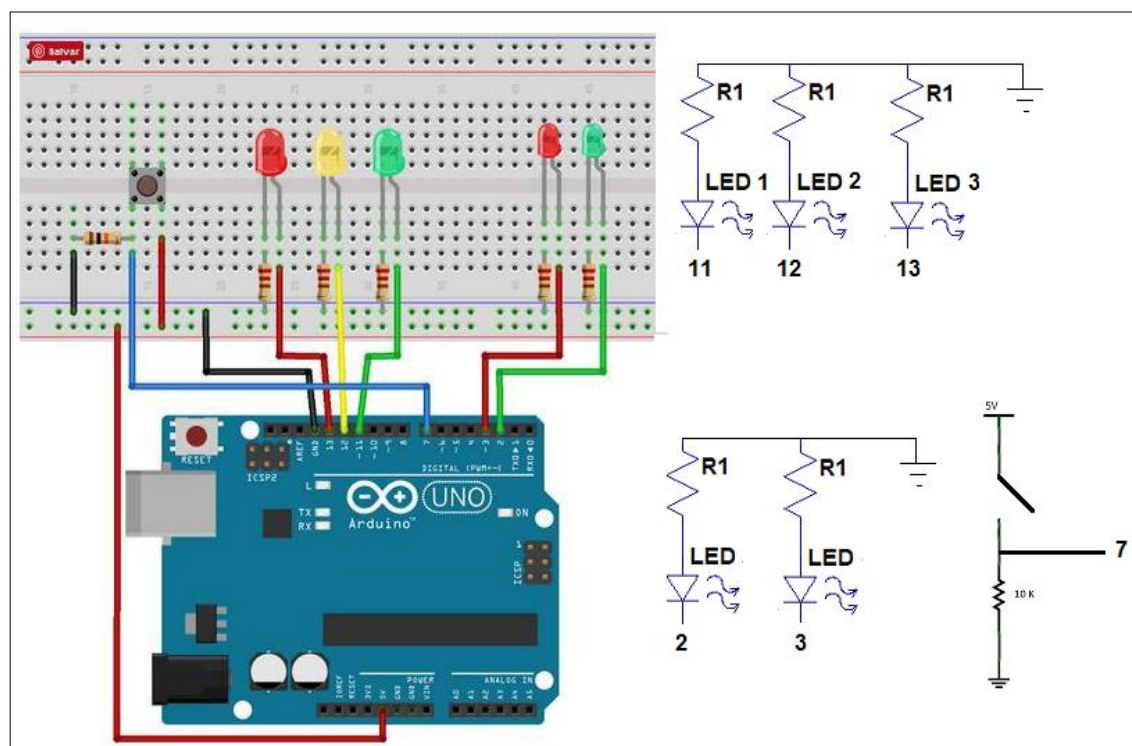
- Mostrar aos estudantes que um simples botão (interruptor) num sinaleiro pode facilitar a vida dos pedestres.

Material:

- 1 *protoboard*
- 5 LEDs (2 vermelhos, 1 amarelo e 2 verdes)
- 5 resistores de 330 Ω e 1 resistor de 10 k Ω
- 10 fios *jumpers*
- 1 botão
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 1 computador

Esquema de montagem:

Figura 3 - Simulador de sinaleiro



Fonte: Adaptado do site Como fazer as coisas. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/simulando-um-semaforo-de-transito-de-carros-e-pedestres-com-arduino/>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

Procedimento:

- 1) Conectar os 5 LEDs no *protoboard*, de tal forma que o terminal menor negativo fique numa linha, e o terminal maior positivo, numa outra linha.
- 2) Introduzir os 5 resistores de $330\ \Omega$ no *protoboard*: uma extremidade do resistor, no terminal menor negativo de cada LED, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*.
- 3) Introduzir o botão no *protoboard*, em quatro linhas independentes, conforme o esquema de montagem (Figura 3).
- 4) Introduzir o resistor de $10\ k\Omega$ no *protoboard*: uma extremidade do resistor, na mesma linha de um dos terminais do botão, e a outra, em outra linha do *protoboard*.
- 5) Introduzir os 10 fios *jumper* no *protoboard*:
fio 1 - uma extremidade, no terminal positivo do LED vermelho, e a outra, na porta digital 13;

fio 2 - uma extremidade, no terminal positivo do LED amarelo, e a outra, na porta digital 12;

fio 3 - uma extremidade, no terminal positivo do LED verde, e a outra, na porta digital 11;

fio 4 – uma ponta, na extremidade no terminal positivo do LED vermelho, e a outra, na porta digital 3;

fio 5 - uma extremidade, no terminal positivo do LED verde, e a outra, na porta digital 2;

fio 6 - uma ponta, na extremidade do resistor de 10 k Ω que está na mesma linha do terminal do botão, e a outra, na porta digital 7;

fio 7 - uma ponta na outra extremidade do resistor de 10 k Ω , e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 8 - uma extremidade, na mesma linha do outro terminal do botão, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*;

fio 9 - uma extremidade, na coluna (+) do *protoboard*, e a outra, no 5 V;

fio 10 - uma extremidade, na coluna (-) do *protoboard*, e a outra, no GND.

6) Caso as colunas do *protoboard* não possuam linhas contínuas, é preciso uni-las com dois fios curtos.

7) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.

8) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.

9) Limpar toda a tela inicial (IDE) caso haja algum código.

10) Conferir se a porta serial está aberta.

11) Acessar o site <https://eletronicaparatodos.com/simulando-um-semaforo-de-transito-de-carros-e-pedestres-com-arduino/> e localizar o código do projeto que aparece logo a seguir.

12) Copiar (ctrl c) todo o código do projeto e colar (ctrl v) na tela inicial (IDE) do Arduino.

13) Clicar em  Verificar e aguardar: em alguns segundos aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada”.

- 14) Clicar em  Carregar e aguardar: em alguns segundos aparecerá no rodapé a informação: “Carregado”.
- 15) Pressionado o botão, o LED verde do semáforo do carro se desligará e o LED amarelo do carro vai ligar por 4 segundos; depois, o LED amarelo vai desligar e o LED vermelho do carro vai ligar por 5 segundos. Enquanto isso, o LED verde do pedestre ficará ligado por 5 segundos; ao final dos 5 segundos, o LED verde do pedestre vai piscar e o LED vermelho do pedestre vai acender por tempo indeterminado, até que o botão seja pressionado novamente. Daí será recomeçada a sequência de estágios das luzes da programação.
- 16) Caso ocorra algum erro, clicar no menu Arquivo>sair, fechar todos os arquivos abertos, reiniciar o computador e refazer a montagem do projeto eletrônico.

Código do Projeto:

```

/*
* Autor: Rui Santos
* Complete Project Details http://randomnerdtutorials.com
*
* Modificado e Adaptado por: Rodrigo Costa
* Rev1: 21/03/2017
*
* Maiores detalhes do Projeto em:
* https://eletronicaparatodos.com/
* http://eletronicaparatodos.net/
*
*/

/*
* Abaixo declaramos as variáveis que utilizaremos em nosso código
* visando identificar os componentes eletronicos que vao no circuito.
* -----
* Dica do RCosta: observe que as variáveis são utilizadas como sendo
* o verdadeiro nome do componente! Isso facilita a vida na hora da leitura :)

```

```

* -----
*
*/

```

```

int carroVermelho = 13;
int carroAmarelo = 12;
int carroVerde = 11;
int pessoaVerde = 2;
int pessoaVermelho = 3;
int botao = 7;
int tempoAtravessando = 5000;
unsigned long mudaTempo;

```

```

void setup() {

```

```

    // Inicializamos o temporizador aqui
    // Observe que o "contador" foi atrelado
    // a variável que setamos acima.

```

```

    mudaTempo = millis();

```

```

    /*

```

* Aqui nós configuramos alguns dos pinos da nossa placa Arduino como "saídas" e outros como "entradas".

* Dica do RCosta: Isso significa que alguns pinos "mostrarão" o resultado enquanto outro

* atuará como um sensor, "captando informações" do mundo exterior.

* OBS: Alguns perguntarão: por que utilizar "OUTPUT" e "INPUT" ao invés de utilizarmos "SAIDA" e "ENTRADA" respectivamente?

* Pessoal, a resposta é que não podemos fazer isso neste caso, isso porque a "memória interna" do Arduino só conhece estes

* comandos em idioma Inglês apenas, assim como outras situações que perceberão ao longo dos estudos, não desanima! :)

*

*/

```
pinMode(carroVermelho, OUTPUT);
pinMode(carroAmarelo, OUTPUT);
pinMode(carroVerde, OUTPUT);
pinMode(pessoaVermelho, OUTPUT);
pinMode(pessoaVerde, OUTPUT);
pinMode(botao, INPUT);
```

//Começamos deixando acesas as luzes: verde (referente aos veículos) e vermelha (referente aos pedestres)

//OBS: O comando "Serial.begin" utilizado abaixo serve neste caso como uma espécie de "DEBUG", isto porque

//com este comando somos capazes de "acompanhar" o funcionamento do circuito pelo Painel Serial da IDE do Arduino!

```
digitalWrite(carroVerde, HIGH);
digitalWrite(pessoaVermelho, HIGH);
digitalWrite(carroVermelho, LOW);
digitalWrite(carroAmarelo, LOW);
digitalWrite(pessoaVerde, LOW);
Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop() {
```

// A variável que vamos setar abaixo servirá para "guardar" o estado do nosso botão (pressionado ou não pressionado)

```
int estado = digitalRead(botao);
delay(50);
Serial.println(estado);
```

// Se o botão está sendo pressionado E se já passou 5 segundos desde a última pressão.

```
if (estado == HIGH && (millis() - mudaTempo) > 5000) {
```

```
    //Então SE SIM, executa a função de mudar o estado das luzes abaixo:
    mudaLuzes();
```

```
    }
}
```

```
void mudaLuzes() {
```

```
    digitalWrite(carroVerde, LOW); // A luz verde é desligada
    digitalWrite(carroAmarelo, HIGH); // A luz amarela vai ligar por 4 segundos
    delay(4000);
```

```
    digitalWrite(carroAmarelo, LOW); // A luz amarela vai desligar
    digitalWrite(carroVermelho, HIGH); // A luz vermelha vai ligar por 5 segundos
```

```
    digitalWrite(pessoaVermelho, LOW);
    digitalWrite(pessoaVerde, HIGH);
    delay(tempoAtravessando);
```

```
// Pisca a luz verde dos PEDESTRES
```

```
for (int x=0; x<10; x++) {
    digitalWrite(pessoaVerde, LOW);
    delay(160);
    digitalWrite(pessoaVerde, HIGH);
    delay(160);
```

```
}  
digitalWrite(pessoaVerde, LOW);  
digitalWrite(carroVermelho, LOW);  
digitalWrite(pessoaVermelho, HIGH);  
digitalWrite(carroVerde, HIGH);  
  
mudaTempo = millis();  
}
```

Fonte: Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/simulando-um-semaforo-de-transito-de-carros-e-pedestres-com-arduino/>>. Acesso em: 12 fev de 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Qual a função do botão neste projeto de robótica?
- 2) Por que foi utilizado um resistor de 10 k Ω ao lado do botão no circuito elétrico?
- 3) Ao inserir o código do projeto na tela inicial (IDE) Arduino, caso não tenha apagado tudo antes, ou seja, tenha deixado uma letra ou ponto, o que vai acontecer?

Proposta de Atividade Experimental 4 (PAE 4)

Monitoramento da temperatura do ambiente através do *display* LCD

Proposta de Atividade Experimental 4 (PAE 4)**Monitoramento da temperatura do ambiente através do *display* LCD**

Objetivo:

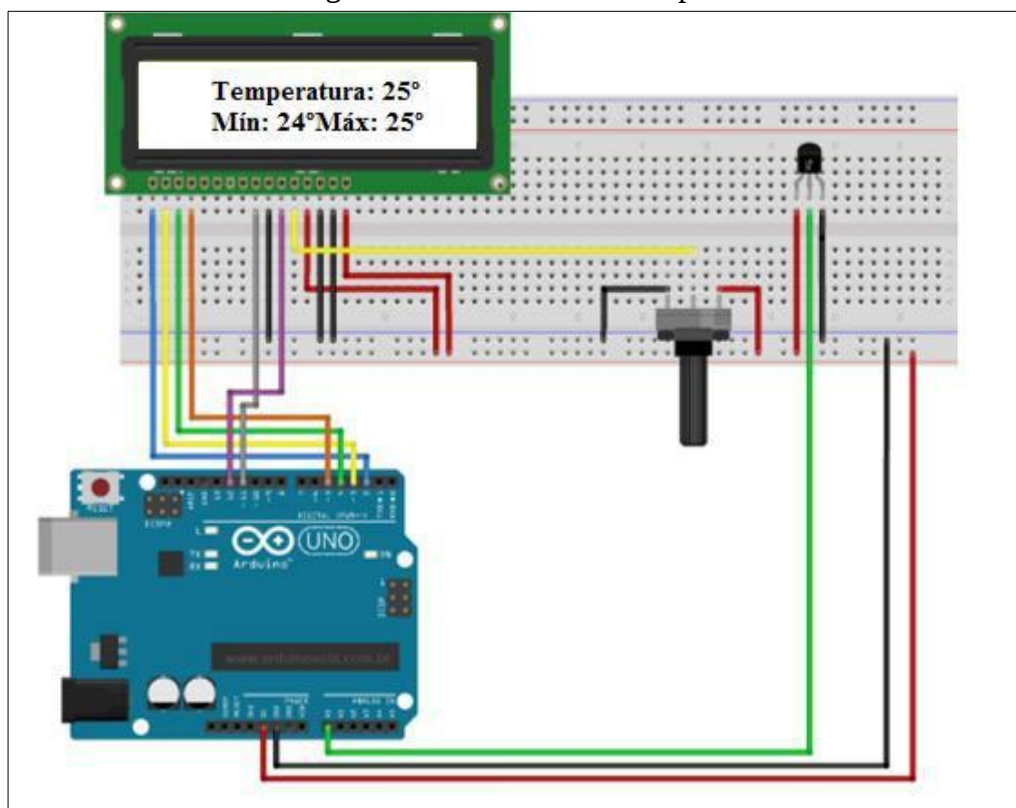
- Mostrar como é possível fazer, com precisão, a medição da temperatura do ambiente por meio do sensor de temperatura e visualizar no *display* LCD.

Material:

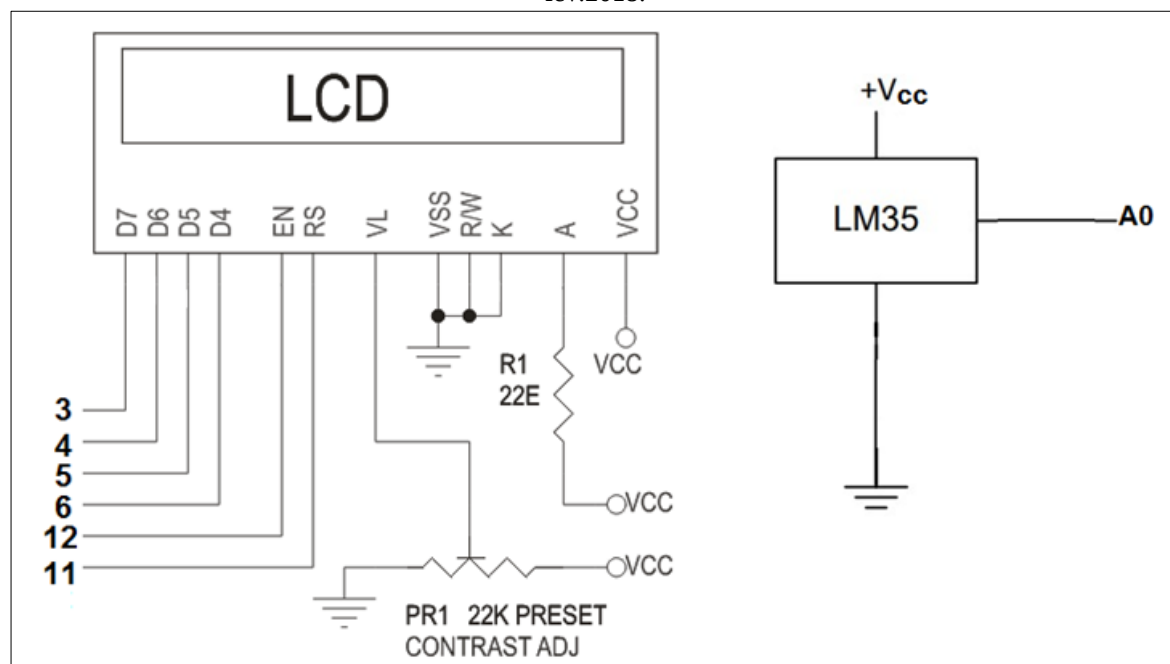
- 1 *protoboard*
- 1 potenciômetro de 10 K Ω
- 1 *display* LCD 16x2 com conectores soldados
- 1 sensor de temperatura LM 35
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 19 fios *jumper*s

Esquema de montagem:

Figura 4 - Monitorando a temperatura ambiente



Fonte: Adaptado do site Arduino e Cia.
Disponível em: <<https://www.arduinoocia.com.br/2013/03/display-lcd-16x2-e-sensor-de.html>>. Acesso em: 13 fev. 2018.



Procedimento:

- 1) Observar as especificações do *display* LCD no *datasheet* (ficha de dados), pois há alteração na numeração dos pinos, de acordo com o produto. No modelo apresentado, trata-se de um *display* 1602ED1660Y, conforme a numeração escrita da Figura 26 do Manual - Apêndice.
- 2) Caso os conectores empilháveis nos pinos do *display* não estejam soldados, é preciso soldá-los para que o contato dos conectores com o *display* fique bem ajustado.
- 3) Conectar o potenciômetro no *protoboard*, conforme a Figura 4 da PAE - 4.
- 4) Introduzir os 3 fios *jumper*s no *protoboard*: do primeiro, conectar uma extremidade no terminal 1 do potenciômetro, conforme Figura 6 do Manual - Apêndice, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*; do segundo fio, conectar uma extremidade no terminal 2 do potenciômetro, e a outra, no pino 3 do *display*, conforme Figura 26 do Manual - Apêndice; do terceiro, conectar uma extremidade no terminal 3 do potenciômetro, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*.
- 5) Conectar 13 fios *jumper*s no *protoboard*:

Arduino;

fio 1 - uma extremidade, no pino 14 do *display*, e a outra, no pino digital 2 do

Arduino;

fio 2 - uma extremidade, no pino 13 do *display*, e a outra, no pino digital 3 do

Arduino;

fio 3 - uma extremidade, no pino 12 do *display*, e a outra, no pino digital 4 do

Arduino;

fio 4 - uma extremidade, no pino 11 do *display*, e a outra, no pino digital 5 do

Arduino;

fio 5 - uma extremidade, no pino 6 do *display*, e a outra, no pino digital 11 do

Arduino;

fio 6 - uma extremidade, no pino 5 do *display*, e a outra, na coluna (-) do

protoboard;

fio 7 - uma extremidade, no pino 4 do *display*, e a outra, no pino digital 12 do

Arduino;

fio 8 - uma extremidade, no pino 2 do *display*, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*;

fio 09 - uma extremidade, no pino 1 do *display*, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 10 - uma extremidade, no pino 16 do *display*, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*;

fio 11 - uma extremidade, no pino 15 do *display*, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 12 - uma extremidade, na coluna (+) do *protoboard*, e a outra, no 5 V do Arduino;

fio 13 - uma extremidade, na coluna (-) do *protoboard*, e a outra, no GND do Arduino.

- 6) Observar as especificações do sensor de temperatura do *datasheet* (ficha de dados), pois pode haver alteração, de acordo com o produto. No exemplo apresentado, trata-se de um sensor de temperatura LM 35, conforme Figura 32 do Manual - Apêndice.
- 7) Conectar o sensor de temperatura no *protoboard*, de modo que cada terminal fique em uma linha do *protoboard*, conforme a Figura 4 da PAE - 4.
- 8) Introduzir os 3 fios *jumper* no *protoboard*: do primeiro fio, inserir uma extremidade no terminal 1 do sensor de temperatura, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*; do segundo, inserir uma extremidade no terminal 2 do sensor de temperatura, e a outra, no A0; do terceiro, inserir uma extremidade no terminal 3 do sensor de temperatura, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*.
- 9) Caso as colunas do *protoboard* não possuam linhas contínuas, é preciso uni-las com dois fios curtos.
- 10) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- 11) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.
- 12) Limpar toda a tela inicial (IDE) caso haja algum código.
- 13) Conferir se a porta serial está aberta.

- 14) Acessar o site <https://www.arduinoecia.com.br/2013/03/display-lcd-16x2-e-sensor-de-temperatura-lm35-arduino.html> e localizar o código do projeto que está escrito logo a seguir.
- 15) Copiar (Ctrl c) todo o código do projeto e colar (Ctrl v) na tela inicial (IDE) do Arduino.
- 16) Clicar em  Verificar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada”.
- 17) Clicar em  Carregar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Carregado”.
- 18) O *display* vai apresentar a mensagem: “Temperatura: Mínima e máxima”.
- 19) Caso ocorra algum erro, clicar no menu Arquivo>sair, fechar todos os arquivos abertos, reiniciar o computador e refazer a montagem do projeto eletrônico.

Código do projeto

1. //Programa: Display LCD 16x2 e sensor de temperatura LM35
2. //Autor: Arduino e Cia
- 3.
4. #include <LiquidCrystal.h>
- 5.
6. //Pino analogico para ligacao do LM35
7. int pin = 0;
- 8.
9. //Variaveis que armazenam a temperatura em Celsius e Fahrenheit
10. int tempc = 0,tempf=0;
- 11.
12. //Array para precisão na medição
13. int samples[8];
- 14.
15. //Variáveis que guardam a temperatura máxima e mínima
16. int maxtemp = -100,mintemp = 100;

```

17.
18.     int i;
19.
20.     //Define os pinos que serão ligados ao LCD
21.     LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
22.
23.     //Array que desenha o simbolo de grau
24.     byte                                     a[8]=
{B00110,B01001,B00110,B00000,B00000,B00000,B00000,B00000,};
25.
26.     void setup()
27.     {
28.         Serial.begin(9600); //Inicializa comunicação serial
29.         pinMode(12, OUTPUT);
30.         pinMode(11, OUTPUT);
31.         lcd.begin(16, 2); //Inicializa
32.         lcd.print("Temperatura: ");
33.         //Atribui a "1" o valor do array "A", que desenha o simbolo de grau
34.         lcd.createChar(1, a);
35.         lcd.setCursor(7,1); //Coloca o cursor na coluna 7, linha 1
36.         lcd.write(1); //Escreve o simbolo de grau
37.         lcd.setCursor(15,0);
38.         lcd.write(1);
39.         lcd.setCursor(15,1);
40.         lcd.write(1);
41.     }
42.
43.     void loop()
44.     {
45.         //Loop que faz a leitura da temperatura 8 vezes
46.         for(i = 0;i<=7;i++)
47.         {

```

```
48.     samples[i] = ( 5.0 * analogRead(pin) * 100.0) / 1024.0;
49.     //A cada leitura, incrementa o valor da variavel tempc
50.     tempc = tempc + samples[i];
51.     delay(100);
52. }
53.
54. //Divide a variavel tempc por 8, para obter precisão na medição
55. tempc = tempc/8.0;
56.
57. //Converte a temperatura em Fahrenheit e armazena na variável tempf
58. tempf = (tempc * 9)/ 5 + 32;
59.
60. //Armazena a temperatura máxima na variável maxtemp
61. if(tempc > maxtemp) {maxtemp = tempc;}
62.
63. //Armazena a temperatura minima na variavel mintemp
64. if(tempc < mintemp) {mintemp = tempc;}
65.
66.
67. //As linhas abaixo escrevem o valor da temperatura na saída serial
68. Serial.print(tempc,DEC);
69. Serial.print(" Celsius, ");
70. Serial.print(tempf,DEC);
71. Serial.print(" fahrenheit -> ");
72. Serial.print(maxtemp,DEC);
73. Serial.print(" Max, ");
74. Serial.print(mintemp,DEC);
75. Serial.println(" Min");
76.
77. delay(100);
78. lcd.setCursor(13, 0);
79. lcd.print(tempc,DEC); //Escreve no display o valor da temperatura
```

```

80.    lcd.setCursor(0, 1);
81.    lcd.print("Min:");
82.    lcd.setCursor(5,1); //Posiciona o cursor na coluna 5, linha 1 do display
83.    lcd.print(mintemp,DEC); //Escreve no display o valor da temperatura
minima
84.    lcd.setCursor(9, 1); //Posiciona o cursor na coluna 9, linha 1 do display
85.    lcd.print("Max: "); //Escreve no display o valor da temperatura maxima
86.    lcd.setCursor(13,1);
87.    lcd.print(maxtemp,DEC);
88.
89.    tempc=0;
90.    }

```

Fonte: Disponível em:<<https://www.arduinoecia.com.br/2013/03/display-lcd-16x2-e-sensor-de-temperatura-lm35-arduino.html>>. Acesso em: 13 fev. de 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Qual é a função do potenciômetro?
- 2) A medida de temperatura registrada no *Display* LCD do projeto eletrônico que está montando é a mesma do Esquema de montagem da figura 4 da PAE - 4? Justifique.
- 3) O que acontece se um fio *jumper* for conectado equivocadamente num outro pino da placa Arduino ao fazer as conexões dos procedimentos da PAE - 4?

Proposta de Atividade Experimental 5 (PAE - 5):
Obstáculos à vista

Proposta de Atividade Experimental 5 (PAE - 5):**Obstáculos à vista****Objetivo:**

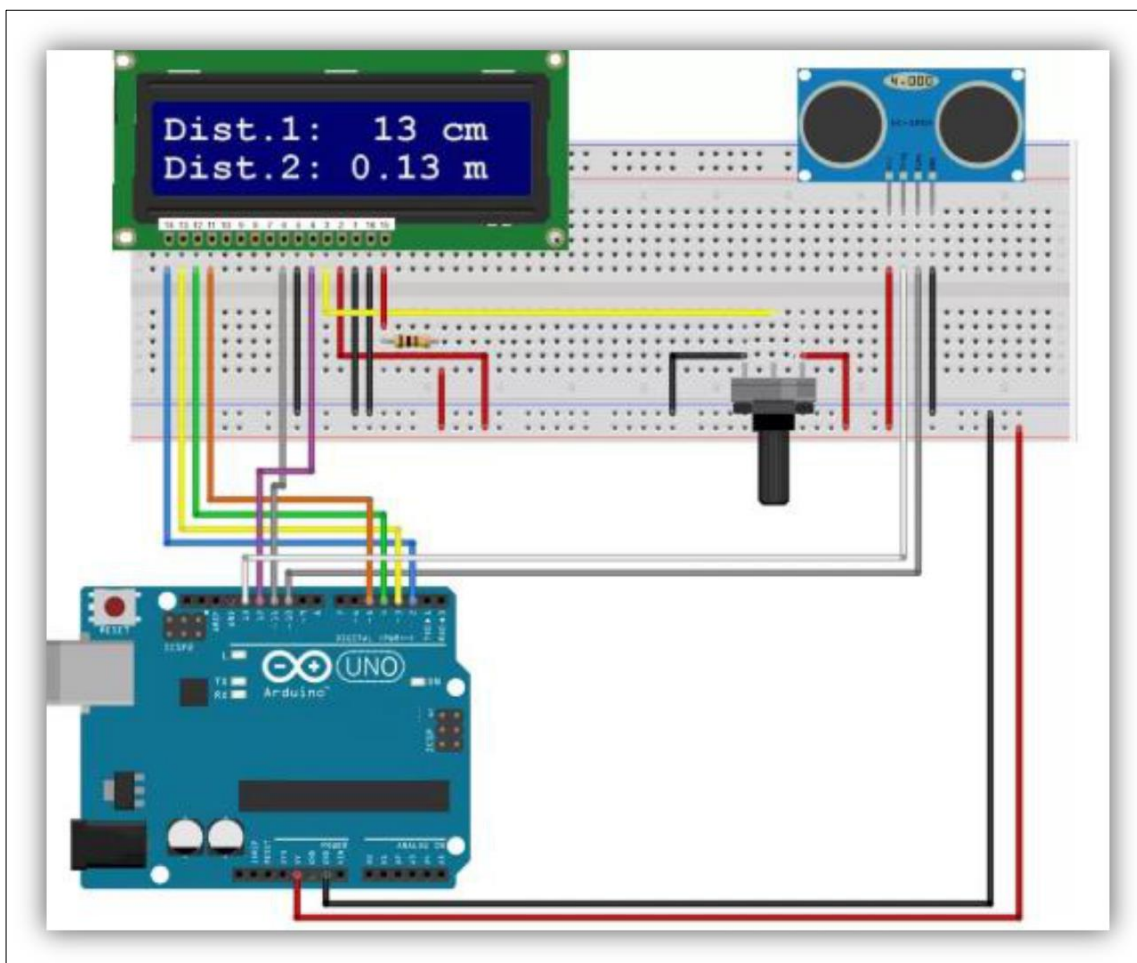
- Detectar, mensurar e visualizar a distância de obstáculos através dos sensores.

Material

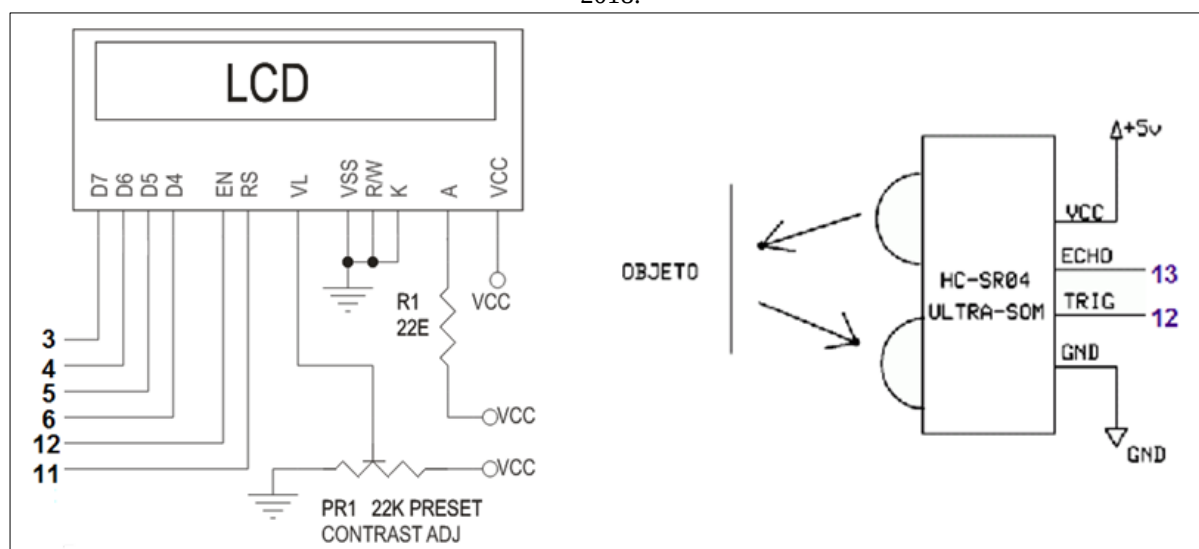
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 1 computador
- 1 *protoboard*
- 21 fios *jumper*s
- 1 potenciômetro de 10 K Ω
- 1 *display* LCD 16x2 com conectores soldados
- 1 resistor de 330 Ω
- 1 sensor de distância ultrassônico

Esquema de montagem:

Figura 5 - Mensurando a distância do obstáculo



Fonte adaptada do site Eletrônica para todos. Disponível em: < <https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/> >. Acesso em: 10 out. 2018.



Etapa 1 do Procedimento:

- 1) Observar as especificações do *display* LCD no *datasheet* (ficha de dados), pois há alteração na numeração dos pinos, de acordo com o produto. No exemplo apresentado, trata-se de um *Display* 1602ED1660Y, conforme a numeração escrita da Figura 26 do Manual - Apêndice.
- 2) Caso os conectores empilháveis nos pinos do *display* não estejam soldados, é preciso soldá-los para que o contato dos conectores fique bem ajustado.
- 3) Conectar o potenciômetro no *protoboard*, conforme demonstrado na Figura 5 da PAE - 5.
- 4) Introduzir os 3 fios *jumper*s no *protoboard*: do primeiro, inserir uma extremidade no terminal 1 do potenciômetro, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*; do segundo, inserir uma extremidade no terminal 2 do potenciômetro, e a outra, no pino 3 do *display*, conforme a Figura 26 do Manual - Apêndice; do terceiro, inserir uma extremidade no terminal 3 do potenciômetro, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*.
- 5) Inserir o resistor no *protoboard*, conforme a Figura 5 da PAE - 5.
- 6) Conectar 12 fios *jumper*s no *protoboard*:

fio 1- uma extremidade, no pino 14 do *display*, conforme a Figura 26 do Manual - Apêndice, e a outra, no pino digital 2 do Arduino;

fio 2 - uma extremidade, no pino 13 do *display*, e a outra, no pino digital 3 do Arduino;

fio 3 - uma extremidade, no pino 12 do *display*, e a outra, no pino digital 4 do Arduino;

fio 4 - uma extremidade, no pino 11 do *display*, e a outra, no pino digital 5 do Arduino;

fio 5 - uma extremidade, no pino 6 do *display*, e a outra, no pino digital 11 do Arduino;

fio 6 - uma extremidade, no pino 5 do *display*, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 7 - uma extremidade, no pino 4 do *display*, e a outra, no pino digital 12 do Arduino;

fio 8 - uma extremidade, no pino 2 do *display*, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*;

fio 9 - uma extremidade, no pino 1 do *display*, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 10 - uma extremidade, no pino 15 do *display*, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*;

fio 11 - uma extremidade, no pino 16 do *display*, e a outra, na mesma linha de uma das extremidades do resistor;

fio 12 - uma ponta, na outra extremidade do resistor, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*.

- 7) Conectar o sensor ultrassônico no *protoboard* (procurar conectar os fios *jumper*s atrás do sensor ultrassônico nas linhas do *protoboard*).
- 8) Conectar 4 fios *jumper*s no *protoboard*: do primeiro, conectar uma extremidade na linha do terminal VCC do sensor ultrassônico, (conforme a Figura 31 do Manual - Apêndice), e a outra, na coluna (+) do *protoboard*; do segundo, conectar uma extremidade na linha do terminal TRIG do sensor ultrassônico, e a outra, no pino 13 da placa Arduino; do terceiro, conectar uma extremidade na linha do terminal ECHO do sensor ultrassônico, e a outra, no pino 10 da placa Arduino; do quarto, inserir uma extremidade na linha do terminal GND do sensor ultrassônico, e a outra, no terminal (-) do *protoboard*.
- 9) Conectar os 2 fios *jumper*s no *protoboard*: do primeiro, conectar uma extremidade no pino 5 V da placa Arduino, e a outra, na coluna (+) do *protoboard*; do segundo, conectar uma extremidade no pino GND da placa Arduino, e a outra, na coluna (-) do *protoboard*.
- 10) Caso as colunas do *protoboard* não possuam linhas contínuas, é preciso uni-las com dois fios curtos.

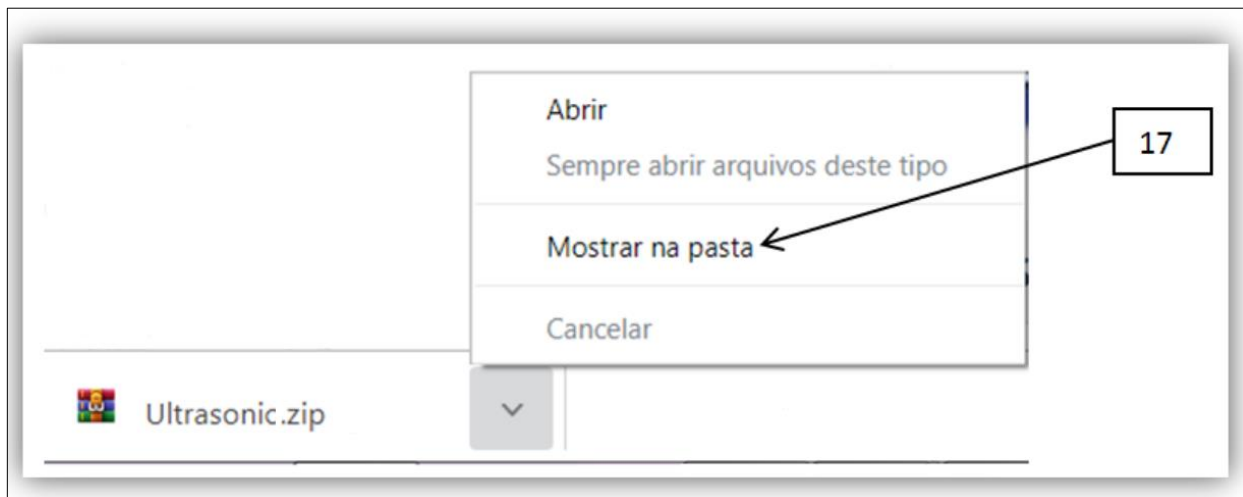
Etapa 2 do Procedimento:

Feito isso, agora é baixar a biblioteca (Ultrasonic.zip).

- 11) Acessar o site: <https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/> e fazer o *download* da biblioteca pelo navegador *Google Chrome*.

12) Ao baixar, clicar em “Mostrar na pasta” (17).

Figura 6 - Baixar a biblioteca (Ultrasonic.zip)

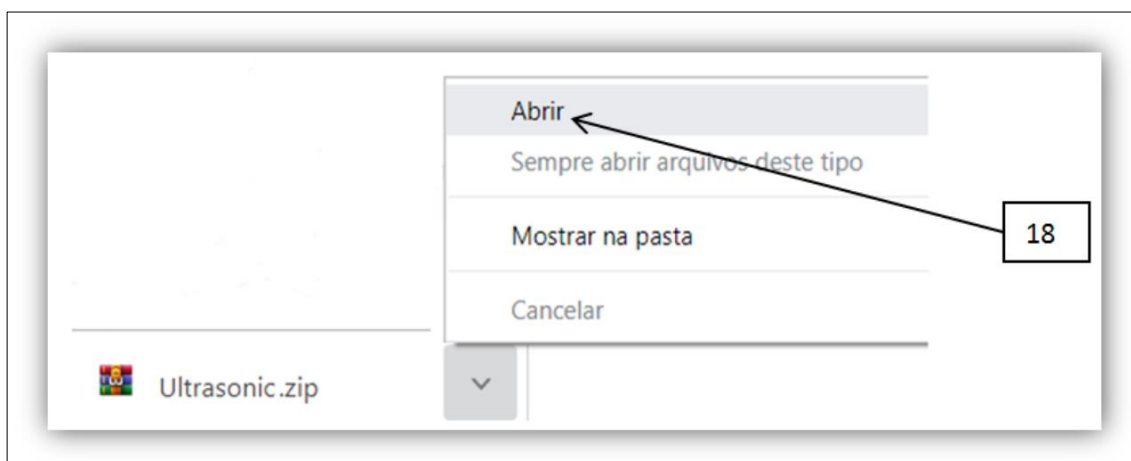


Fonte adaptada do site Eletrônica para todos. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/>>. Acesso em: 2 out. 2018.

13) Abrir uma pasta no computador, por exemplo: Biblioteca; copiar (Ctrl c) o arquivo e colar (Ctrl v) nessa pasta.

14) Retornar ao arquivo baixado do site e clicar em abrir (18)

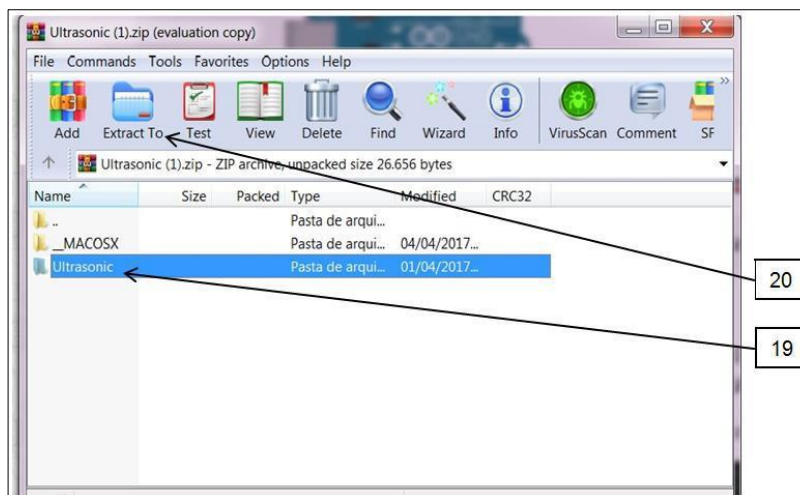
Figura 7 - Visualização do arquivo zipado – 1



Fonte: Adaptado do site Eletrônica para todos. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/>>. Acesso em: 13 out. 2018.

- 15) Selecionar o arquivo (19), clicar em *Extract To* (20) e salvar o arquivo descompactado na pasta Biblioteca, no computador, com o título *Ultrasonic*.

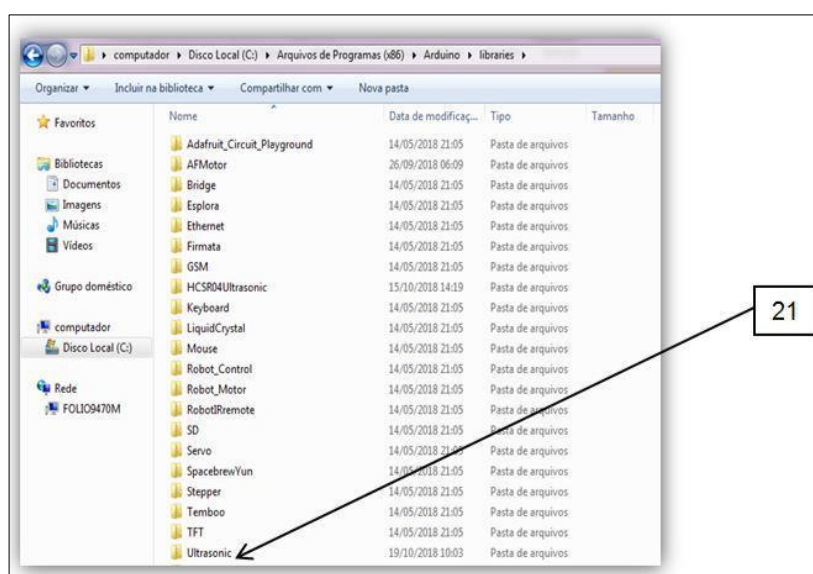
Figura 8 - Descompactando o arquivo -1



Fonte: Elaborada pela autora

- 16) Abrir a pasta Biblioteca no computador, copiar (Ctrl C) o arquivo *Ultrasonic* descompactado e colar (Ctrl V) em *libraries*. Para isso, clicar em Computador>Disco local (C:)>Arquivos de Programas (x86)>Arduino>*livraries* (21)

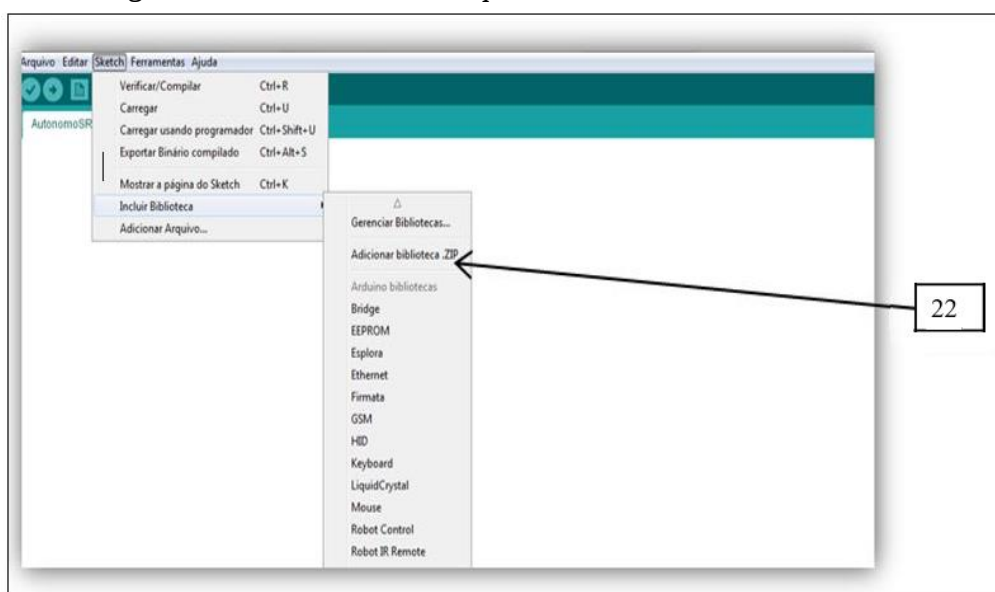
Figura 9 - Inserindo o arquivo na *libraries* – 1



Fonte: Elaborada pela autora

- 17) Fechar todos os arquivos abertos e reiniciar o computador.
- 18) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- 19) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.
- 20) Limpar TODA a tela inicial (IDE) Arduino, caso haja algum código.
- 21) Conferir se a porta serial foi reconhecida.
- 22) Na tela inicial (IDE) Arduino, incluir na biblioteca do Arduino o arquivo Ultrasonic.zip que está salvo na pasta Biblioteca do computador. Para isso, clicar no menu Sketch>Incluir Biblioteca>Adicionar Biblioteca.ZIP (22).

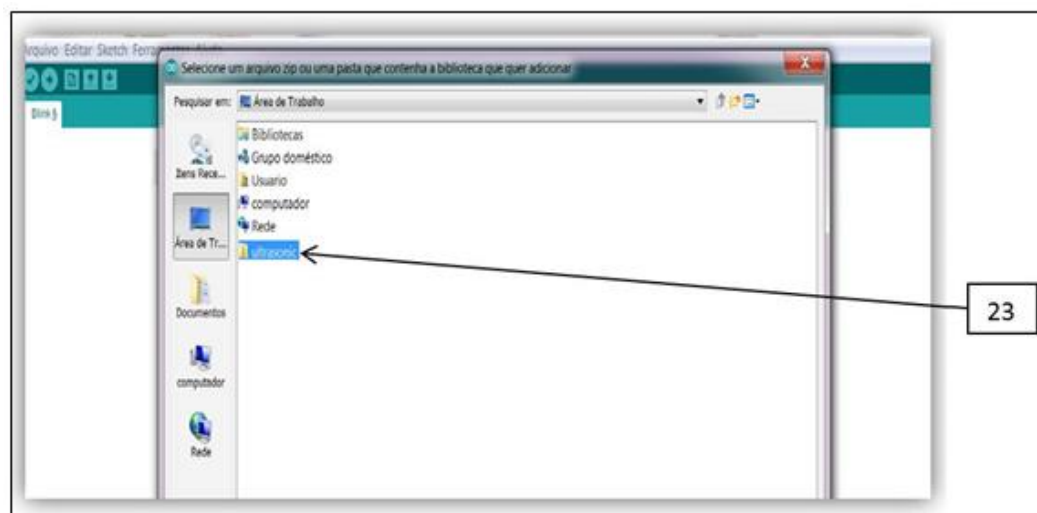
Figura 10 - Adicionando o arquivo na biblioteca do Arduino – 1



Fonte: Elaborada pela autora

- 23) Depois de clicar “Adicionar Biblioteca ZIP” (22), será solicitado que se localize o arquivo no computador (23).

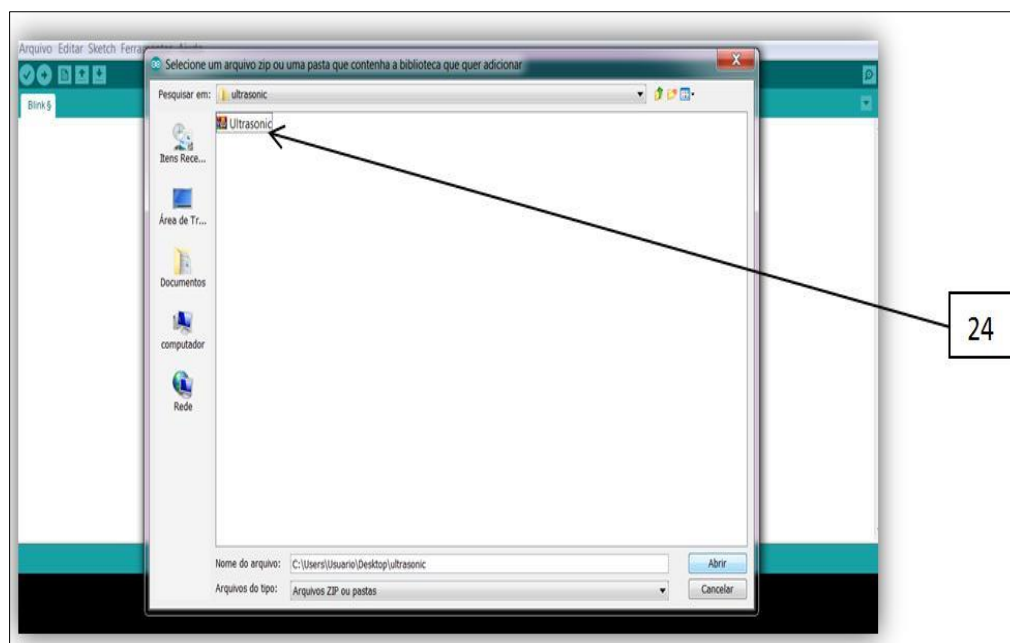
Figura 11 - Arquivo da pasta Biblioteca do computador



Fonte: Elaborada pela autora

24) Por fim, clicar duas vezes no arquivo Ultrasonic zipado (24), e ele será incluído na biblioteca do Arduino.

Figura 12 - Arquivo da pasta Biblioteca zipado



Fonte: Elaborada pela autora

25) No rodapé da tela inicial (IDE) do Arduino aparecerá a seguinte mensagem: “Biblioteca adicionada às suas bibliotecas”.


```
//-----//
//REMOCAO DE DISTANCIA EM POLEGADAS PARA INCLUSAO DE DISTANCIA
MOSTRADA EM METROS    //
//-----//
//REV.02:                //
//-----//
//INCLUSÃO de DISTANCIA MOSTRADA EM METROS NO DISPLAY LCD E MONITOR
SERIAL + TWEAKS    //
//-----//

#include <Ultrasonic.h>    //Carrega a biblioteca Ultrasonic
#include <LiquidCrystal.h> //Carrega a biblioteca LCD

//Definimos o pino do Arduino que utilizaremos para conectar ao pino TRIGGER do sensor HC-
SR04
#define PINO_TRIGGER 13

//Definimos o pino do Arduino que utilizaremos para conectar ao pino ECHO do sensor HC-
SR04
#define PINO_ECHO 10

//Inicializamos nosso sensor ultrassonico HC-SR04 informando a ele
//os pinos atribuidos para TRIGGER e ECHO respectivamente
Ultrasonic ultrasonic(PINO_TRIGGER, PINO_ECHO);

//Definimos os pinos do nosso Arduino que utilizaremos para conectar ao display LCD
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup()
{
    Serial.begin(9600); //Inicializamos a serial com uma taxa de 9600 baud rate
    lcd.begin(16,2); //Inicializamos as duas linhas e as 16 "colunas" do display LCD
}
```

```

    lcd.clear();    //Limpamos o display LCD para garantir que não ficam "pixels" indevidamente
    ligados
}

```

```

void loop()

```

```

{

```

```

    float cmMsec;

```

```

    //float inMsec;

```

```

    //Le os dados do sensor, com o tempo de retorno do sinal

```

```

    long microsec = ultrasonic.timing();

```

```

    //Calcula a distancia em centimetros

```

```

    cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

```

```

    //Calcula a distancia em polegadas

```

```

    //inMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::IN);

```

```

    // INCLUSAO PARA APRESENTAR VALOR SEM CASAS DECIMAS EM
    CENTIMETROS e METROS

```

```

    //-----

```

```

    // (CÓDIGO ORIGINAL CRIADO POR RODRIGO COSTA em 01/04/17).

```

```

    //-----

```

```

    String  cmMsecToMetersFinal  = String(cmMsec/100); //transformamos nossa variavel
    "cmMsec" que está até aqui em "cm" para "metros"

```

```

    String cmMsecString = String(cmMsec, 0); //aqui pego a variavel que armazena os valores em
    centimetros e no segundo argumento ("0") serve para dizer que nao quero nenhuma casa decimal
    (ou seja, numero inteiro apenas). RCosta.

```

```
String cmMsecStringFinal = cmMsecString + " cm"; // temos agora o valor numa STRING em
CENTIMETROS
```

```
String mMsecToMetersFinal = cmMsecToMetersFinal + " m"; // temos agora o valor numa
STRING em METROS
```

```
//-----
```

```
//Apresentamos os dados, em centímetros, no display LCD e no Monitor Serial
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("Dist.1: ");
```

```
lcd.print("    ");
```

```
lcd.setCursor(9,0);
```

```
lcd.print(cmMsecStringFinal);
```

```
//lcd.print("cm");
```

```
Serial.print("Cent: ");
```

```
Serial.print(cmMsecStringFinal);
```

```
//Apresentamos os dados, em metros, no display LCD e no Monitor Serial
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Dist.2: ");
```

```
lcd.print("    ");
```

```
lcd.setCursor(8,1);
```

```
lcd.print(mMsecToMetersFinal);
```

```
Serial.print(", Metros: ");
```

```
Serial.println(mMsecToMetersFinal);
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

Fonte: Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Teve alguma dificuldade em baixar e instalar a biblioteca do sensor ultrassônico no computador?
- 2) Qual o objetivo do potenciômetro no projeto eletrônico? Qual o tipo de movimento que ele realiza?
- 3) O circuito que foi montado pode ser relacionado às ondas sonoras emitidas pelo sonar? Justifique.

Proposta de Atividade Experimental 06: (PAE 06)**Motor DC junto com Arduino**

Proposta de Atividade Experimental 6 (PAE - 6):**Motor DC junto com Arduino**

Objetivo:

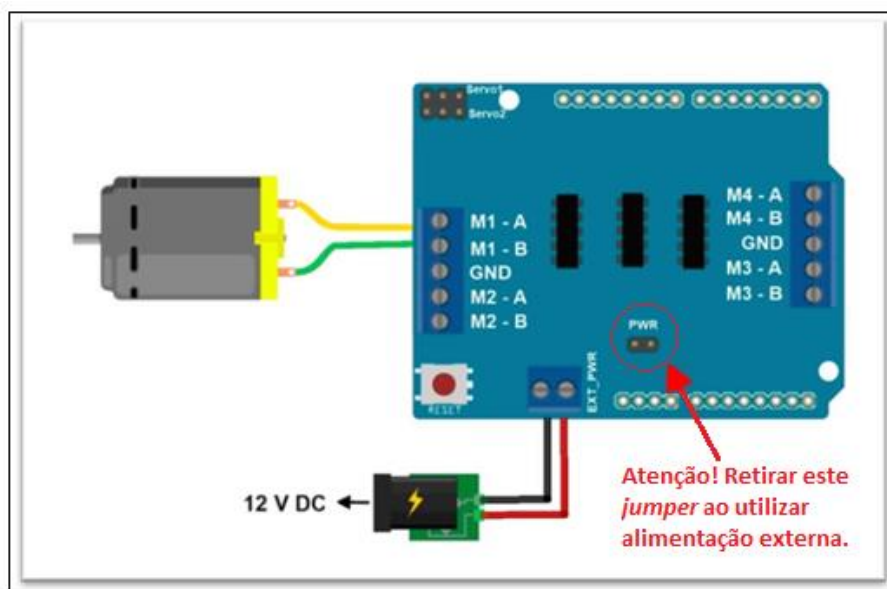
- Mostrar o funcionamento do motor DC no acoplamento do motor *Shield* na placa Arduino.

Material:

- 1 motor DC (faixa de 3 a 6 V) com caixa de redução e eixo duplo
- 1 chave seletora (liga/desliga)
- 1 motor *Shield* L293D
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 1 computador
- 1 *Plug* P4 macho
- 20 cm aproximadamente de fios elétricos de cada cor (vermelho e preto)
- 1 bateria 9 V 400 mA
- 1 clip conector de bateria 9 V
- 4 fios *jumpers*
- 1 chave *Philips*
- Fita isolante
- Fio de solda
- Ferro de solda

Esquema de Montagem:

Figura 13 - Motor *Shield* em ação

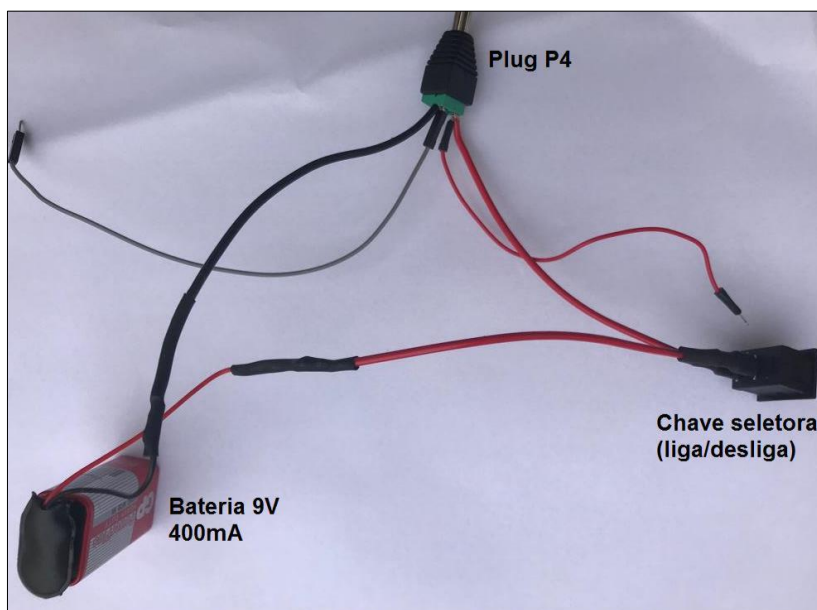


Fonte adaptada do site Filipeflop: Disponível: <<https://www.filipeflop.com/blog/controle-motor-dc-arduino-motor-shield/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

Procedimento: Etapa 1

- 1) Preparar um cabo elétrico com conector P4 macho, com rabicho, conforme demonstrado a seguir (Figura 14). Para a montagem do rabicho, de aproximadamente 20 cm, soldar, inicialmente, uma extremidade do fio vermelho (+) e do fio *jumper*, de preferência vermelho, e inseri-los no terminal (+) do conector P4 macho. Depois, soldar uma extremidade do fio preto (-) e do fio *jumper*, de preferência preto ou cinza, e inseri-los no terminal (-) do conector P4 macho. Logo a seguir, medir 10 cm, aproximadamente, do conector *Plug* P4 ao fio vermelho (+) e cortar o fio vermelho; nesta extremidade do fio vermelho, acoplar um dos terminais da chave seletora (liga/desliga). Utilizar o outro pedaço de fio vermelho e acoplar: uma extremidade no outro terminal da chave seletora, e a outra, no fio vermelho (+) do clip conector de bateria. Finalizando, conectar a outra extremidade do fio preto (-) do conector P4 macho no fio preto (-) do clip conector de bateria.

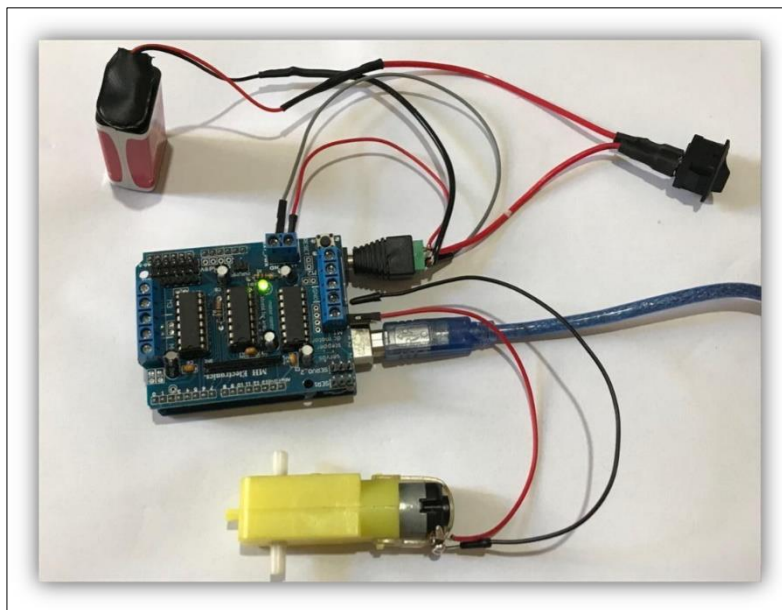
Figura 14 - Cabo elétrico com conector P4 com rabicho



Fonte: Elaborada pela autora

- 2) Soldar em cada terminal do motor DC um fio *jumper*, conforme a Figura 22 da PAE - 7.
- 3) Acoplar o motor *Shield* na placa Arduino.
- 4) Conectar o motor DC no conector M1 do motor *Shield*: utilizar uma chave *Philips* para afrouxar os parafusos e inserir em cada terminal os fios *jumpers*, conforme demonstrado na Figura 13 da PAE - 6.
- 5) Conectar o cabo elétrico nas placas Arduino e motor *Shield*, que estão acoplados: inicialmente, acoplar o conector P4 macho no conector alimentação contínua da Placa Arduino, conforme figura a seguir (Figura 15). Depois, inserir os fios *jumpers* (vermelho e preto) do cabo elétrico nos conectores de alimentação externa do motor *Shield*: o fio vermelho (+) no terminal (+) e o fio preto (-) no terminal (-). A seguir, acoplar o *clip* conector na bateria de 9 V 400 mA. Por fim, retirar o *jumper* PWR do motor *Shield*, pois vai utilizar alimentação externa.

Figura 15 – Cabo elétrico conectado na placa Arduino e motor *Shield*



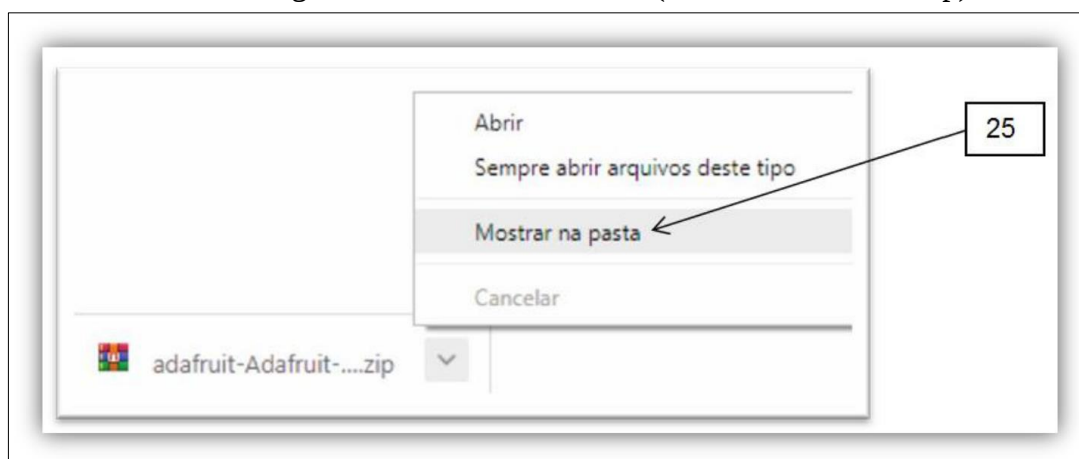
Fonte: Elaborada pela autora

Procedimento: Etapa 2

Agora é baixar a biblioteca (adafruit-Adafruit-...zip):

- 6) Acessar o site <https://www.filipeflop.com/blog/controle-motor-dc-arduino-motor-shield/> e fazer o *download* da biblioteca pelo navegador *Google Chrome*.
- 7) Ao baixar, clicar em “Mostrar na pasta” (25).

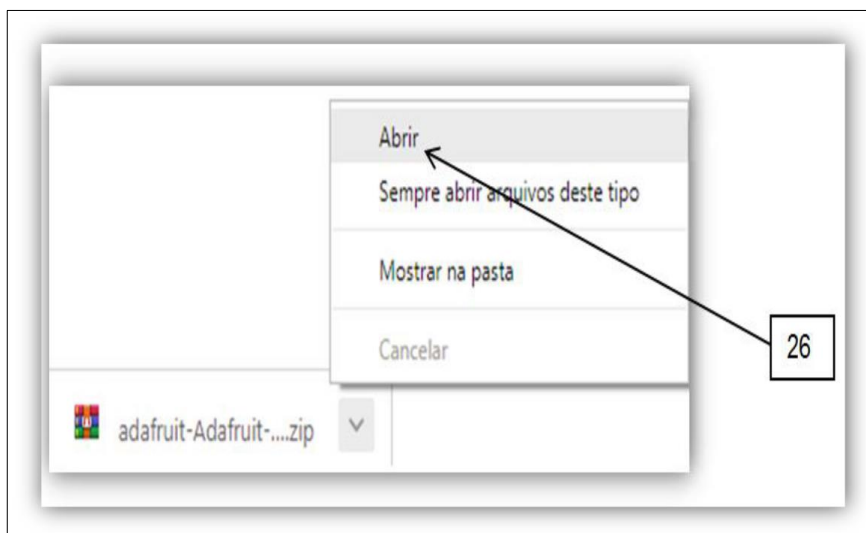
Figura 16: Baixar a biblioteca (adafruit-Adafruit-...zip)



Fonte adaptada do site Filipeflop. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/controle-motor-dc-arduino-motor-shield/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

- 8) Copiar o arquivo (ctrl c) e colar (ctrl v) na pasta Biblioteca do computador, que foi aberta na PAE – 5, e renomear o arquivo para AFMotor.
- 9) Retornar ao arquivo baixado do site e clicar em “Abrir” (26).

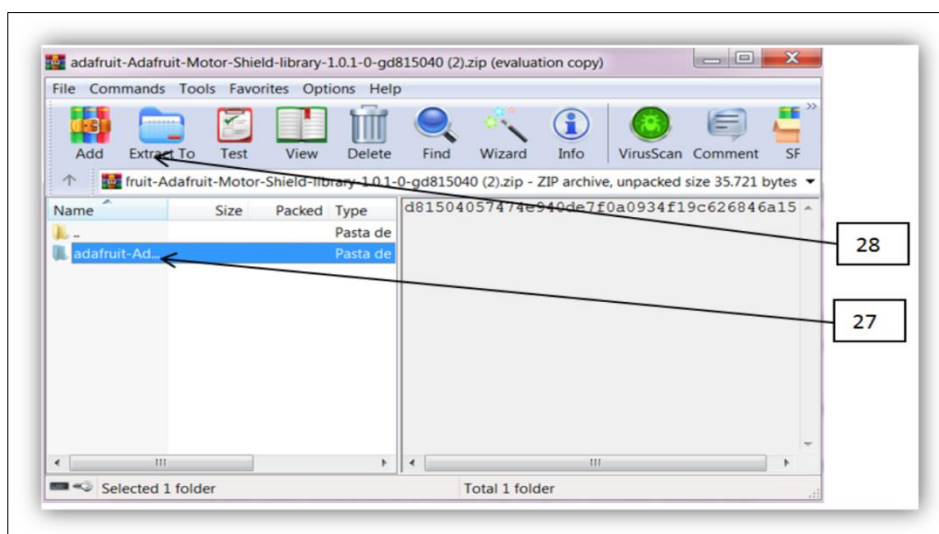
Figura 17 - Visualização do arquivo zipado – 2



Fonte adaptada do site Filipeflop. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/controle-motor-dc-arduino-motor-shield/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

- 10) Selecionar o arquivo (27), clicar em *Extract To* (28) e salvar o arquivo descompactado na pasta Biblioteca aberta no computador, com o título AFMotor.

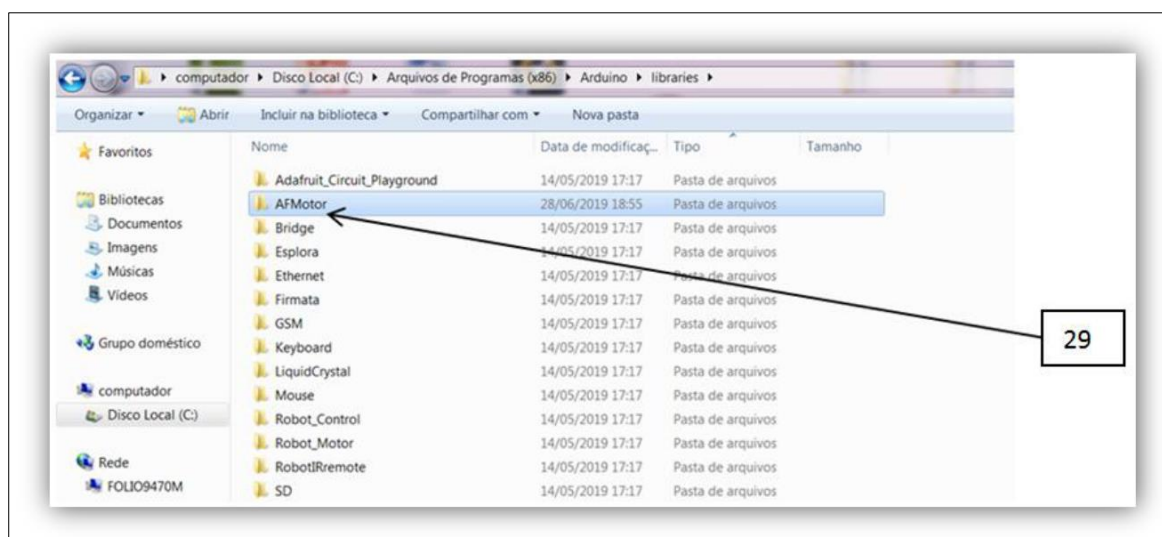
Figura 18 - Descompactando o arquivo – 2



Fonte: Elaborada pela autora

- 11) Abrir a pasta Biblioteca no computador, copiar (ctrl c) o arquivo AFMotor descompactado e colar (ctrl v) em *libraries*. Para isso, clicar em Computador>Disco local (C:)>Arquivos de Programas(>86)>Arduino>livraries (29).

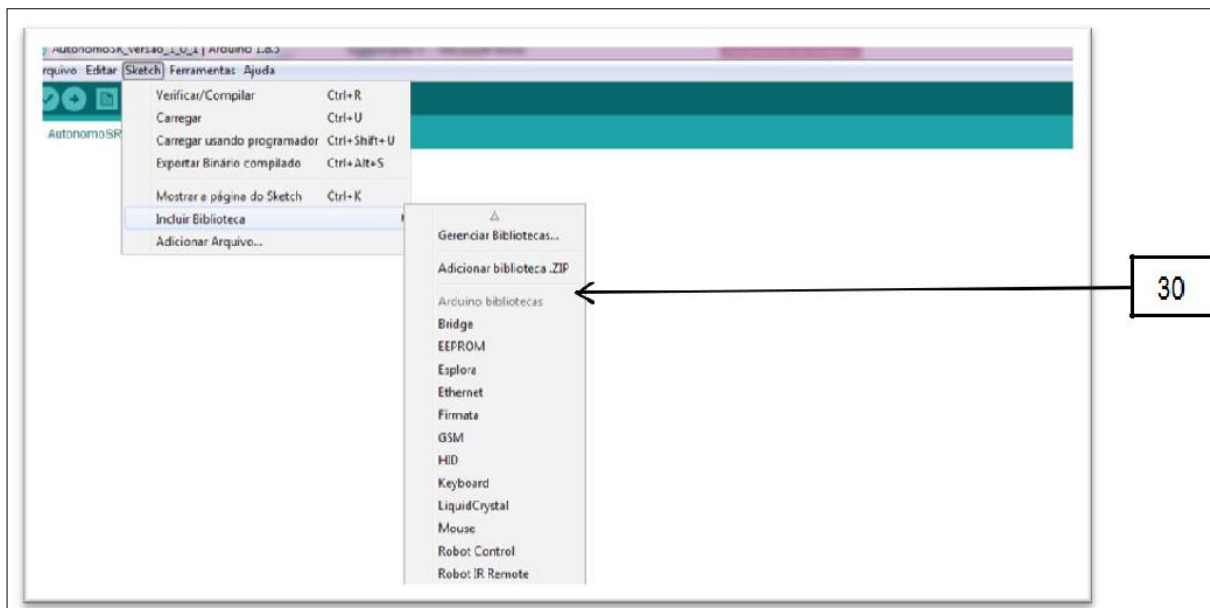
Figura 19 - Inserindo o arquivo na *libraries* – 2



Fonte: Elaborada pela autora

- 12) Fechar todos os arquivos abertos e reiniciar o computador.
- 13) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- 14) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.
- 15) Limpar TODA a tela inicial (IDE) Arduino, caso haja algum código.
- 16) Conferir se a porta serial foi reconhecida.
- 17) Na tela inicial (IDE) Arduino, incluir na biblioteca do Arduino o arquivo AFMotor que está salvo na pasta Biblioteca do computador. Para isso, clicar no menu Sketch>Incluir Biblioteca>Adicionar Biblioteca.ZIP (30).

Figura 20 - Adicionando o arquivo na biblioteca do Arduino – 2



Fonte: Elaborada pela autora

18) No rodapé da IDE Arduino aparecerá a seguinte mensagem: “Biblioteca adicionada às suas bibliotecas”, indicando que a biblioteca está instalada.

19) Clicar no menu Arquivo>Sair.

20) Retornar ao site <https://www.filipeflop.com/blog/control-motor-dc-arduino-motor-shield/> e localizar o código do projeto AFMotor que também aparecerá logo a seguir.

20) Copiar (ctrl c) TODO o código fonte e colar (ctrl v) na tela inicial (IDE) do Arduino.

21) Clicar em  Verificar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada”.

22) Clicar em  Carregar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Carregado”.

23) O eixo do motor DC vai girar.

24) Caso ocorra algum erro, clicar no menu Arquivo>sair, fechar todos os arquivos abertos, reiniciar o computador e refazer a montagem do projeto eletrônico.

Código do projeto:

//Programa : Teste de motor DC12V com motor shield ponte H

//Autor : Equipe FILIPEFLOP

```
#include <AFMotor.h>
```

```
AF_DCMotor motor(1); //Seleciona o motor 1
```

```
void setup()
```

```
{}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
motor.setSpeed(255); //Define a velocidade maxima
```

```
motor.run(FORWARD); //Gira o motor sentido horario
```

```
delay(5000);
```

```
motor.setSpeed(0);
```

```
motor.run(RELEASE); //Desliga o motor
```

```
delay(5000);
```

```
motor.setSpeed(50); //Define velocidade baixa
```

```
motor.run(BACKWARD); //Gira o motor sentido anti-horario
```

```
delay(5000);
```

```
motor.setSpeed(0);
```

```
motor.run(RELEASE); //Desliga o motor
```

```
delay(5000); //Aguarda 5 segundos e repete o processo
```

```
}
```

Fonte: Disponível

em: <<https://www.filipeflop.com/blog/controle-motor-dc-arduino-motor-shield/>>. Acesso em: out. 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Na montagem do cabo elétrico, você teve alguma dificuldade?
- 2) Como foi utilizar o ferro de solda? Que temperatura ele atinge?
- 3) Houve diferentes fontes de energia utilizadas no projeto? Justifique.

Proposta de Atividade Experimental 7 (PAE - 7):

Robofunny

Proposta de Atividade Experimental 7 (PAE - 7):

Robofunny

Objetivo:

- Aguçar a curiosidade pela ciência de forma lúdica e criativa.
- Mostrar de maneira minuciosa a montagem e o funcionamento de um robô.

Material:

- 1 *miniprotoboard*
- 1 servo motor (faixa 4,8 a 6,0 V)
- 1 *buzzer* de 5 V
- 1 sensor de distância ultrassônico
- 12 fios *jumper*s
- 1 *kit* chassi com 2 motores DC (faixa de 3 a 6 V) com caixa de redução e eixo duplo, 2 rodas de borracha, 1 roda boba (Universal), 4 porcas alongadas, 2 discos *encoder*, 2 pares de suportes para motores DC de 12 V e jogo de parafusos.
- 1 bateria de 9 V de 400 mA
- 1 chave seletora (liga/desliga)
- 1 motor *Shield* L293D
- 1 placa Arduino UNO
- 1 cabo USB para impressora
- 1 cabo elétrico com conector P4 com rabicho (Figura 14 da PAE - 6)
- 1 computador
- 1 fita dupla face
- 1 barra de pinos ou conectores empilháveis
- 2 braçadeiras de plástico
- Fio de solda
- Ferro de solda
- 1 chave

Philip

Esquema de montagem:

Figura 21 - Robofunny



Fonte: Adaptada do Seu Robô. Disponível em: <<https://loja.seurobo.com.br/kit-robo-autonomosr-1>>.

Acesso em: 15 out. 2018

Procedimento: Etapa 1

- 1) Soldar em cada terminal do motor DC um fio *jumper*, conforme a Figura a seguir.

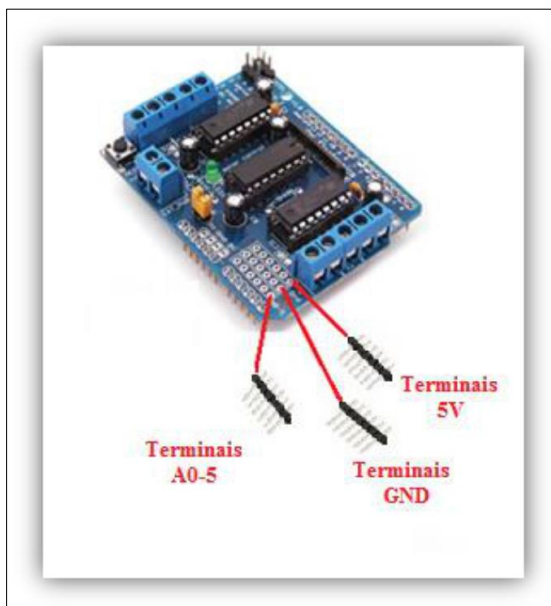
Figura 22 - Motores DC com fios soldados nos terminais



Fonte: Adaptado do site Seu Robô. Disponível em: <https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/> Acesso em: 15 out. 2018.

- 2) Soldar a barra de pinos (Figura 30 do Manual - Apêndice) no motor *Shield*: 6 pinos (5V), 6 pinos (GND) e 6 pinos (A0 - 5), conforme a figura a seguir, caso não venham soldados na placa.

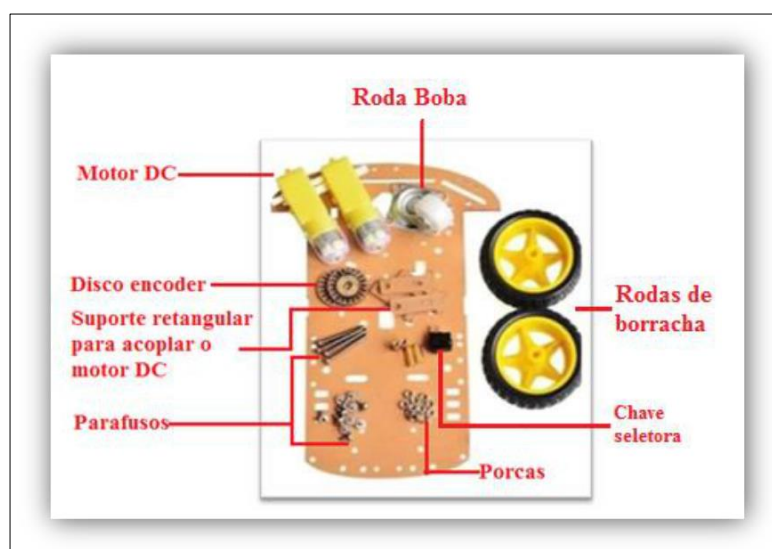
Figura 23 - Soldagem dos conectores empilháveis no motor *Shield*



Fonte: Adaptada do Seu Robô Disponível em: <<https://loja.seurobo.com.br/kit-robo-autonomosr-1>>. Acesso em: 15 out de 2018.

- 3) Iniciar a montagem do robô, conferindo os componentes do *kit* chassi apresentados a seguir (Figura 24).

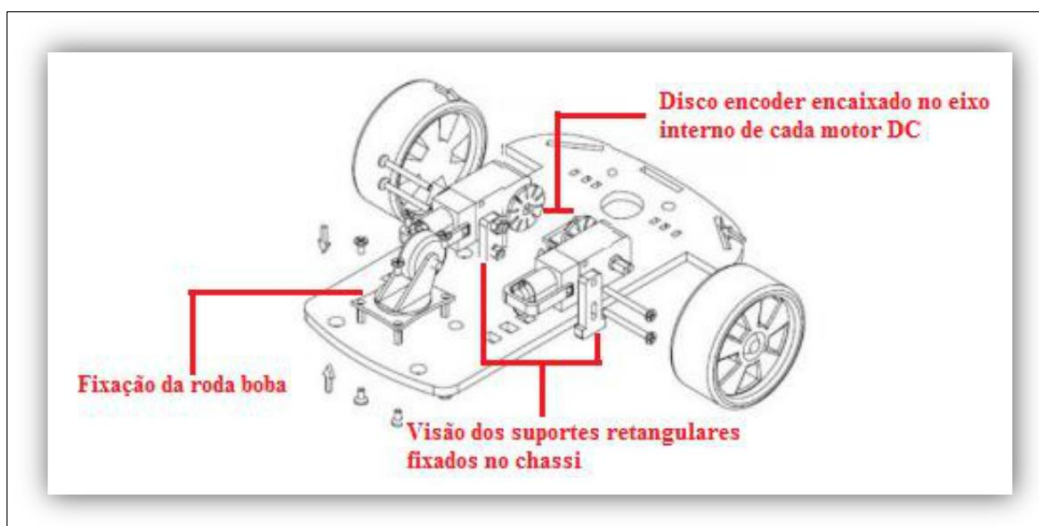
Figura 24 - Componentes do *Kit* Chassi



Fonte: Adaptada do Mercado livre. Disponível em: <https://eletronicos.mercadolivre.com.br/pecas-componentes/kit-chassi-2wd-arduino> Acesso em: 15 out. 2018.

- 4) Encaixar o suporte retangular na fenda lateral do chassi. Em seguida, inserir os 2 parafusos entre os suportes retangulares e os orifícios do motor DC e finalizar apertando as 2 porcas para fixação do motor. Repetir o mesmo procedimento no lado oposto da base do chassi, conforme demonstrado a seguir (Figura 25).

Figura 25 - Fixação dos motores DC e rodas dianteira e laterais



Fonte: Adaptada do Vida de Silício. Disponível em: <<https://www.vidadesilicio.com.br/chassi-robomovel-2wd>>. Acesso em: 15 out. 2018.

- 5) Passar os 2 fios de cada motor DC, pelo orifício mais próximo, para a face superior da base do chassi, para iniciar as conexões.
- 6) Fixar a roda boba na parte dianteira da base do chassi, fazendo uso das 4 porcas alongadas.
- 7) Encaixar o disco *encoder* em cada eixo interno do motor DC.
- 8) Fixar a roda de borracha no eixo externo de cada motor DC, conforme demonstrado na seguir (Figura 26).

Figura 26 - Visão da montagem da face inferior da base do chassi

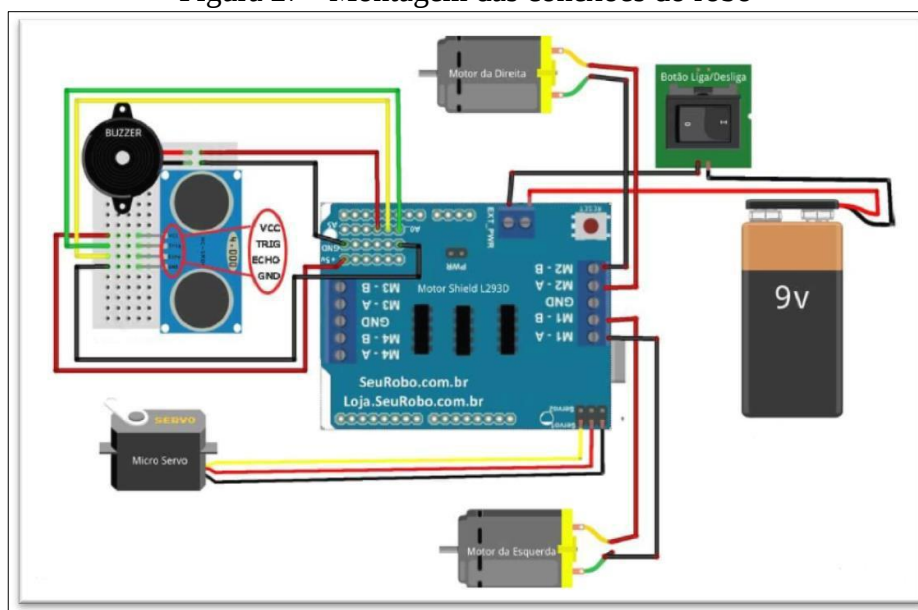


Fonte: Adaptada do Filipeflop. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/kit-chassi-2wd-robo-para-arduino/> Acesso em: 15 out. 2018.

Procedimento: Etapa 2

Esquema de montagem:

Figura 27 - Montagem das conexões do robô



Fonte: Disponível em: <https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/> Acesso em: 13 out. 2018.

- 9) Fixar o servo motor com fita dupla face na parte dianteira do chassi, conforme demonstrado na figura 21 da PAE - 7.
- 10) Firmar o *miniprotoboard* em cima da hélice do servo motor.
- 11) Acoplar o motor *Shield* na placa Arduino e fixá-los com fita dupla face no chassi.
- 12) Conectar o sensor ultrassônico no *miniprotoboard*, conforme demonstrado na figura 21 da PAE - 7.
- 13) Introduzir 4 fios *jumper*s no *miniprotoboard*: do primeiro fio, inserir uma extremidade na linha do terminal VCC do sensor ultrassônico, e a outra, no terminal 5V do motor *Shield*; do segundo fio, inserir uma extremidade na linha do terminal TRIG do sensor ultrassônico, e a outra, no pino analógico A0 do motor *Shield*; do terceiro, inserir uma extremidade na linha do terminal ECHO do sensor ultrassônico, e a outra, no pino analógico A1 do motor *Shield*; do quarto, inserir uma extremidade na linha do terminal GND do sensor ultrassônico, e a outra, no terminal GND do motor *Shield*.
- 14) Conectar os 3 terminais do servo motor nos pinos SERVO_1 do motor *Shield*: o fio marrom ou preto do servo motor, conectar no terminal GND (-) da placa; o fio vermelho do servo motor, conectar no terminal VCC (+) da placa; o fio laranja do servo motor, conectar no terminal (S) de comando da placa.
- 15) Conectar os motores DC nos conectores M1 e M2 do motor *Shield*: utilizar uma chave *Philips* para afrouxar os parafusos e inserir em cada terminal os fios *jumper*s.

Observação: Por meio dos dois polos presentes na extremidade do motor DC, dá para inverter a sua polaridade; com isso, o motor poderá girar tanto no sentido horário como no sentido anti-horário.

- 16) Conectar o *buzzer* no *miniprotoboard*, de modo que cada terminal fique numa linha do *miniprotoboard*.
- 17) Introduzir 2 fios *jumper*s no *miniprotoboard*: do primeiro fio, conectar uma extremidade na mesma linha do terminal maior (+) do *buzzer*, e a outra, no pino analógico A2 do motor *Shield*; do segundo, conectar uma extremidade na mesma

linha do terminal (-) negativo do *buzzer*, e a outra, no terminal GND do motor *Shield*.

- 18) Conectar o cabo elétrico (Figura 15 da PAE - 6) nas placas Arduino e motor *Shield*. Inicialmente, acoplar o conector P4 macho no conector alimentação contínua da Placa Arduino. Depois, inserir os fios *jumper* do cabo elétrico nos conectores de alimentação externa do motor *Shield*: o fio vermelho, no terminal (+), e o fio preto, no terminal (-). A seguir, acoplar o *clip* conector na bateria (Figura 21 da PAE - 7). Por fim, retirar o *jumper* PWR do motor *Shield* (Figura 13 da PAE - 6), pois vai utilizar alimentação externa.
- 19) Fixar a chave seletora (liga/desliga) no chassi do robô com uma braçadeira.

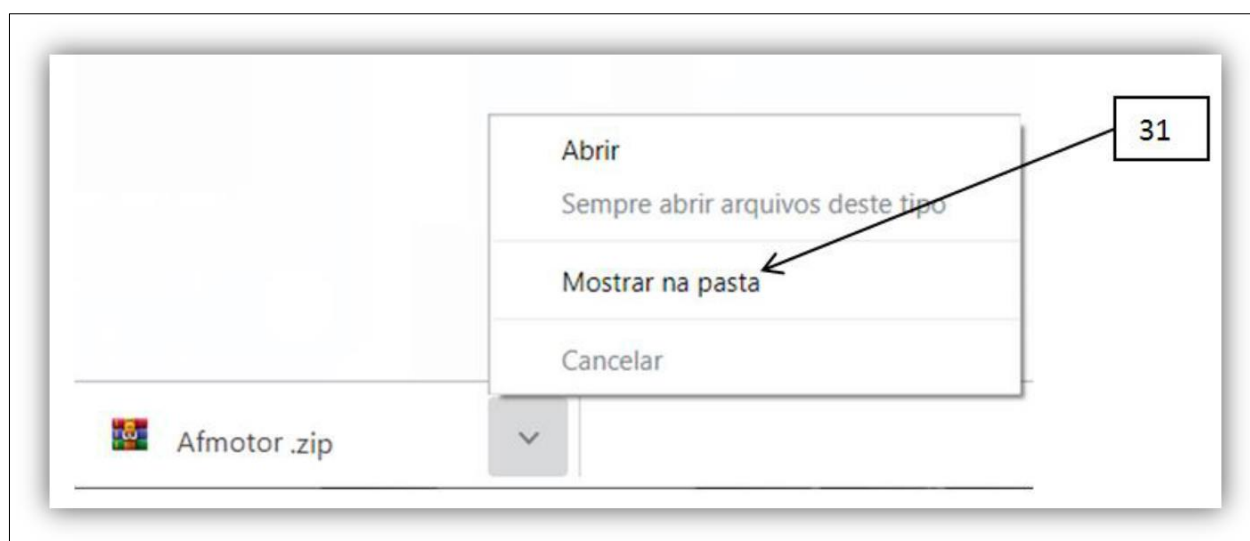
Observação: Caso tenha realizado as PAE – 5 e PAE- 6 com êxito na montagem e funcionamento, pular o Procedimento - Etapa 3.

Procedimento: Etapa 3

Feito isso, agora é baixar a biblioteca (AFMotor):

- 20) Acessar o site <https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/> e fazer o *download* da biblioteca pelo navegador *Google Chrome*.
- 21) Ao baixar, clicar em “Mostrar na pasta” (31).

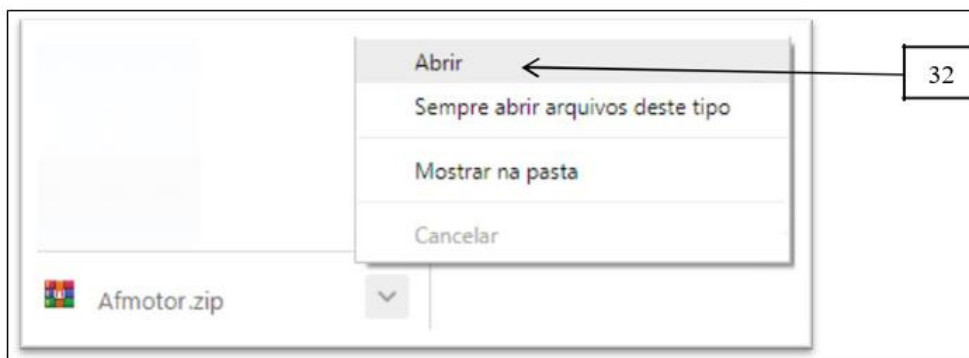
Figura 28 - Baixar a biblioteca (AFMotor)



Fonte adaptada do site Seu Robô. Disponível em: <<https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

- 22) Copiar o arquivo (ctrl c) e colar (ctrl v) na pasta Biblioteca do computador, que foi aberta na PAE - 5.
- 23) Retornar ao arquivo baixado do *site* e clicar em Abrir (32).

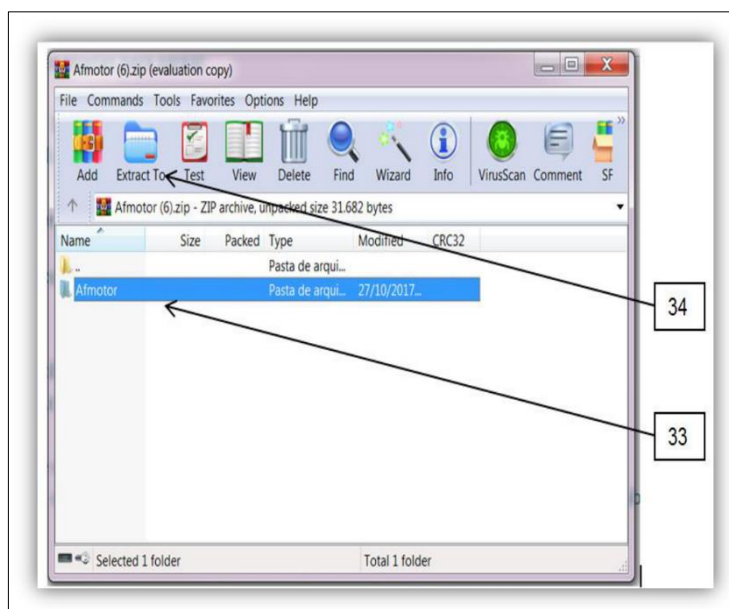
Figura 29 - Visualização do arquivo - 3



Fonte: Adaptado do site seu robô. Disponível em: <<https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/>>. Acesso em: 10 out. 2018

- 24) Selecionar o arquivo (33), clicar em *Extract To* (34) e salvar o arquivo descompactado na pasta aberta no computador com o título AFMotor.

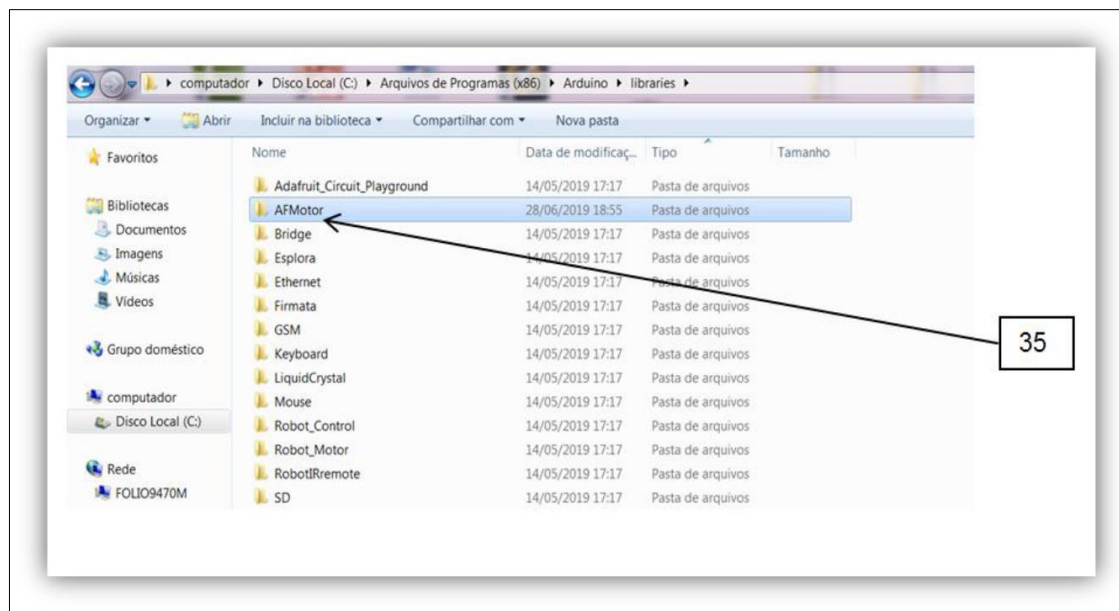
Figura 30 - Descompactando o arquivo - 3



Fonte: Elaborada pela autora

- 25) Abrir a pasta Biblioteca aberta no computador, copiar (ctrl c) o arquivo AFMotor descompactado e colar (ctrl v) em *libraries*. Para isso, clicar em Computador>Disco local (C:)>Arquivos de Programas>Arduino>livraries (35).

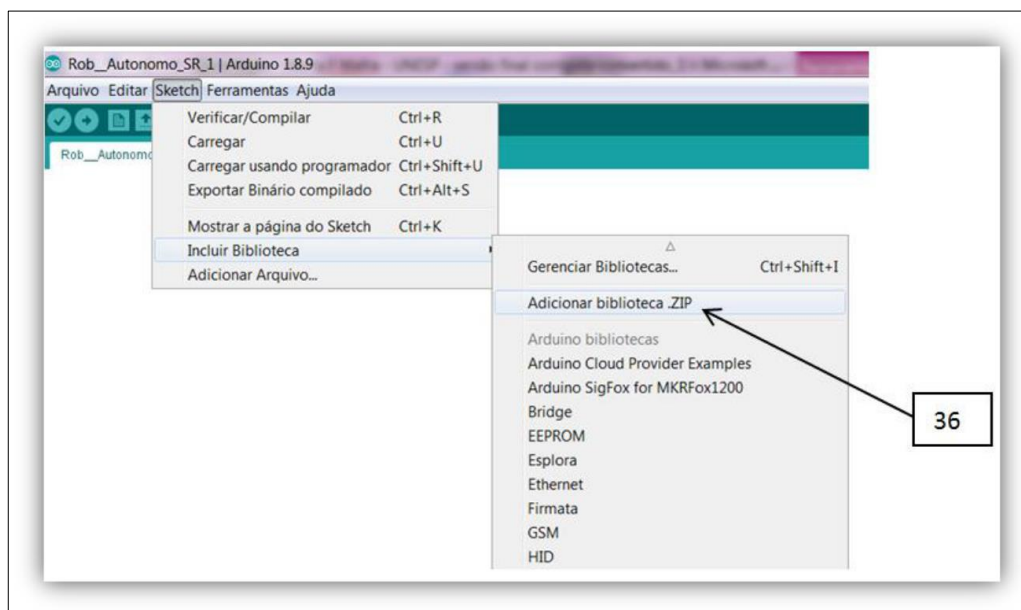
Figura 31 - Inserindo o arquivo na libraries - 3



Fonte: Elaborada pela autora

- 26) Fechar todos os arquivos abertos e reiniciar o computador.
- 27) Conectar o cabo USB no computador que está acoplado à placa Arduino.
- 28) Abrir a tela inicial (IDE) do Arduino.
- 29) Limpar TODA a tela inicial (IDE) do Arduino, caso haja algum código.
- 30) Conferir se a porta serial foi reconhecida.
- 31) Na tela inicial (IDE) do Arduino, incluir na biblioteca do Arduino o arquivo AFMotor que está salvo na pasta Biblioteca do computador. Para isso, clicar no menu Sketch>Incluir Biblioteca>Adicionar Biblioteca.ZIP (36)

Figura 32 - Adicionando o arquivo na biblioteca do Arduino - 3



Fonte: Elaborada pela autora

32) No rodapé da tela inicial (IDE) do Arduino, aparecerá a seguinte mensagem:
“Biblioteca adicionada às suas bibliotecas”.

33) Clicar no menu, Arquivo>Sair.

Procedimento: Etapa 4:

34) Limpar TODA a tela inicial (IDE) do Arduino, caso haja algum código.

35) Conferir se a porta serial está aberta.

36) Retornar ao site: <https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/> e localizar o código do projeto: Robô Autônomo SR 1 que aparecerá logo a seguir.

37) Copiar (Ctrl c) TODO o código do projeto e colar (Ctrl v) na tela inicial (IDE) do Arduino.

38) Clicar em  Verificar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Compilação terminada”.

39) Clicar em  Carregar e aguardar: em alguns segundos, aparecerá no rodapé a informação: “Carregado”.

40) O robô estará funcionando.

- 41) Retirar o cabo USB do computador.
- 42) Certificar-se de que os dois motores estão movimentando na mesma direção; caso isso não ocorra, basta inverter os fios jumpers (M1 e/ou M2) do motor *Shield*.
- 43) Caso ocorra algum erro, clicar no menu Arquivo>sair, fechar todos os arquivos abertos, reiniciar o computador e refazer a montagem do projeto eletrônico.

Código do projeto:

```

/*
-----Robô Autonomo SR 1-----
-
Versão do Software: 1.0 SR 1 //não apague essa linha, para futuras consultas
Software open source, favor citar o autor: Seu Robô https://SeuRobo.com.br/
*/
// inclusão de bibliotecas.
#include <Servo.h> // inclui biblioteca de manipulação de servos motores.
#include <AFMotor.h> // inclui biblioteca de manipulação de motores DCs.
//Definindo os pinos
#define trigPin A0 //Pino TRIG do sensor no pino analógico A0
#define echoPin A1 //Pino ECHO do sensor no pino analógico A1
#define BUZZER A2 // Define o pino do buzzer (Som) no pino ANALÓGICO A0
AF_DCMotor motor1(1); // Define o motor1 ligado ao M1
AF_DCMotor motor2(2); // Define o motor2 ligado ao M2
int TempoGirar = 1; //esse é o tempo para o robô girar em 45° com uma bateria de 9v.
int distanciaObstaculo = 30; //distância para o robô parar e recalculer o melhor caminho
int velocidadeMotores = 80; // velocidade que os motores funcionarão na bateria 9v. Para a
bateria 9v a velocidade 80 é ideal
Servo servo_ultra_sonico; // nomeando o servo motor
//variáveis para o sensor ultrassonico
long duracao;
long distancia_cm=0;
int minimumRange=5; //tempo de resposta do sensor

```

```

int maximumRange=200;
// executado na inicialização do Arduino
void setup(){
  Serial.begin(9600); // inicializa a comunicação serial para mostrar dados
  servo_ultra_sonico.attach(10); // Define o mini servo motor ligado no pino digital 10.
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //define o pino TRIG como saída
  pinMode(echoPin, INPUT); //define o pino ECHO como entrada
  pinMode(BUZZER,OUTPUT); // Define o pino do buzzer como saída
  motor1.setSpeed(velocidadeMotores); // Define a velocidade para os motores. A velocidade
  máxima é 255.
  motor2.setSpeed(velocidadeMotores); //Usamos uma bateria de 9v 450mAh, com ela a
  velocidade ficou boa. Mas dependendo da bateria utilizada a velocidade deverá ser utilizada.
  Não use pilhas, pois são fracas
  servo_ultra_sonico.write(90); // O servo do sensor se inicia a 90 graus (meio)
  rotacao_Parado; //inica com os motores parados
}
// Função principal do Arduino
void loop(){
  pensar(); //inicia a função pensar
  //Seu Robô http://SeuRobo.com.br/
}
// Função para chamar outras funções e definir o que o robô fará
void pensar(){
  reposicionaSeroSonar(); //Coloca o servo para olhar a frente
  int distancia = lerSonar(); // Ler o sensor de distância
  Serial.print("distancia em cm: ");
  Serial.println(distancia); // Exibe no serial monitor
  if (distancia > distanciaObstaculo) { // Se a distância for maior que 20 cm
    rotacao_Frente(); //robô anda para frente
  }else{
    rotacao_Parado(); //para o robô
    posicionaCarroMelhorCaminho(); //calcula o melhor caminho
  }
}

```

```

pensar();
}
}

// Função para ler e calcular a distância do sensor ultrassônico
int lerSonar(){
digitalWrite(trigPin, LOW); //não envia som
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin,HIGH); //envia som
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin,LOW); //não envia o som e espera o retorno do som enviado
duracao = pulseIn(echoPin,HIGH); //Captura a duração em tempo do retorno do som.
distancia_cm = duracao/56; //Calcula a distância
delay(30);
return distancia_cm;      // Retorna a distância
}

// Função para calcular a distância do centro
int calcularDistanciaCentro(){
servo_ultra_sonico.write(90);
delay(20);
int leituraDoSonar = lerSonar(); // Ler sensor de distância
delay(500);
leituraDoSonar = lerSonar();
delay(500);
Serial.print("Distancia do Centro: "); // Exibe no serial
Serial.println(leituraDoSonar);
return leituraDoSonar;    // Retorna a distância
}

// Função para calcular a distância da direita
int calcularDistanciaDireita(){
servo_ultra_sonico.write(0);
delay(200);
int leituraDoSonar = lerSonar();

```

```

delay(500);
leituraDoSonar = lerSonar();
delay(500);
Serial.print("Distancia da Direita: ");
Serial.println(leituraDoSonar);
return leituraDoSonar;
}

// Função para calcular a distância da esquerda
int calcularDistanciaEsquerda(){
servo_ultra_sonico.write(180);
delay(200);
int leituraDoSonar = lerSonar();
delay(500);
leituraDoSonar = lerSonar();
delay(500);
Serial.print("Distancia Esquerda: ");
Serial.println(leituraDoSonar);
return leituraDoSonar;
}

// Função para captar as distâncias lidas e calcular a melhor distância. Acesse: Seu Robô
https://SeuRobo.com.br/
char calculaMelhorDistancia(){
int esquerda = calcularDistanciaEsquerda();
int centro = calcularDistanciaCentro();
int direita = calcularDistanciaDireita();
reposicionaServoSonar();
int maiorDistancia = 0;
char melhorDistancia = '0';
if (centro > direita && centro > esquerda){
melhorDistancia = 'c';
maiorDistancia = centro;
}else

```

```

if (direita > centro && direita > esquerda){
    melhorDistancia = 'd';
    maiorDistancia = direita;
} else
if (esquerda > centro && esquerda > direita){
    melhorDistancia = 'e';
    maiorDistancia = esquerda;
}
if (maiorDistancia <= distanciaObstaculo) { //distância limite para parar o robô
    rotacao_Re();
    posicionaCarroMelhorCaminho();
}
reposicionaServoSonar();
return melhorDistancia;
}

// Função para colocar o carrinho na melhor distância, isto é, girá-lo para a melhor distância
void posicionaCarroMelhorCaminho(){
    char melhorDist = calculaMelhorDistancia();
    Serial.print("melhor Distancia em cm: ");
    Serial.println(melhorDist);
    if (melhorDist == 'c'){
        pensar();
    } else if (melhorDist == 'd'){
        rotacao_Direita();
    } else if (melhorDist == 'e'){
        rotacao_Esquerda();
    } else{
        rotacao_Re();
    }
    reposicionaServoSonar();
}

// Função para deixar o sensor "olho" do robô no centro

```

```

void reposicionaSertoSonar(){
servo_ultra_sonico.write(90);
delay(200);
}
// Função para fazer o carro parar
void rotacao_Parado()
{
Serial.println(" Motor: Parar ");
motor1.run(RELEASE); // Motor para
motor2.run(RELEASE);
}
// Função para fazer o robô andar para frente
void rotacao_Frente()
{
Serial.println("Motor: Frente ");
motor1.run(FORWARD); // Roda vai para frente
motor2.run(FORWARD);
delay(50);
}
// Função que faz o robô andar para trás e emite som quando ele dá ré
void rotacao_Re()
{
Serial.println("Motor: ré ");
for (int i=0; i <= 3; i++){
digitalWrite(BUZZER, HIGH); // Liga o som
delay(100);
motor1.run(BACKWARD); // Roda vai para trás
motor2.run(BACKWARD); // Roda vai para trás
delay(100);
digitalWrite(BUZZER, LOW); // Desliga o som
delay(100);
}
}

```

```

rotacao_Parado();
}
// Função que faz o robô virar à direita, https://SeuRobo.com.br/
void rotacao_Direita()
{
digitalWrite(BUZZER, HIGH); // Liga o som
delay(100);
motor1.run(BACKWARD); //o robô dá uma ré para não colidir ao girar
motor2.run(BACKWARD);
delay(50);
digitalWrite(BUZZER, LOW); // Desliga o som
delay(100);
Serial.println(" Para a direita ");
motor1.run(FORWARD); // Roda vai para frente
motor2.run(BACKWARD); // Roda vai para trás
delay(TempoGirar);
}
// Função que faz o robô virar à esquerda
void rotacao_Esquerda()
{
digitalWrite(BUZZER, HIGH); // Liga o som
delay(100);
motor1.run(BACKWARD); // // O robô dá uma ré para não colidir ao girar
motor2.run(BACKWARD);
delay(50);
digitalWrite(BUZZER, LOW); // Desliga o som
delay(100);
Serial.println(" Para a esquerda ");
motor1.run(BACKWARD); // Roda vai para trás
motor2.run(FORWARD); // Roda vai para frente
delay(TempoGirar);
}

```

//Fim

//Versão do Software: 1.0 SR 1 //não apague essa linha, para futuras consultas

Fonte: Disponível em:< <https://seurobo.com.br/robo-autonomosr-1-o-robo-autonomo-simples-com-arduino/>>. Acesso em: 11 out. 2018.

Perguntas para refletir sobre os dados:

- 1) Como ocorrem as conexões de circuito por meio do Arduino e dos sensores?
- 2) O que aconteceria se em vez de usar uma bateria de 9V você utilizasse 4 pilhas de 1,5 V?
- 3) Ao ligar o interruptor, o robô começa a andar, porém se em vez de andar em linha reta ele começar a girar, o que deve ser feitos

REFERÊNCIAS DO APÊNDICE

COMO FAZER AS COISAS. Disponível em: <<http://www.comofazerascosas.com.br>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

COMPHAUS. Disponível em: <<http://comphaus.com.br/home/>> Acesso em: fev. 2018.

Diodo semicondutor. UNESP. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/2---diodo-semicondutor.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

ELETROGATE. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com>> Acesso em: 17 fev. de 2018.

ESALQ USP. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Transistor.pdf>. Acesso em: 17 fev 2018

FILIPEFLOP. Disponível em: www.filipeflop.com. Acesso em: 8 fev. 2018.

HARDWARE. Disponível em :<<http://www.hardware.com.br/termos/capacitor-eletrolitico>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

INTRANET ESPAÇO DO SERVIDOR. Disponível em:<www.intranet.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Kit chassi. Disponível em:<<https://eletronicos.mercadolivre.com.br/pecas-componentes/kit-chassi-2wd-arduino>>. Acesso em: 18 out. 2018.

Laboratório de Garagem. Disponível em: <<http://labdegaragem.com/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

Medindo distâncias com sensor ultrassônico. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-mostrando-leitura-em-display-lcd-16x2-com-arduino/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

Ponto Ciência. Disponível

em:<<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/capacitor-eletrolitico/711>> Acesso em: 10 dez. 2016.

Portal vida de silício. Disponível em:<<https://portal.vidadesilicio.com.br/entradas-e-saidas-analogicas/>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

Resistores: lei de Ohm. UDESC. Disponível em:

<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/fabiano/materiais/2014_2_ELM_Lab_01_Resistores_Lei_de_Ohm.pdf> Acesso em: 2 jul. 2017.

Seu robô. Disponível em:<<https://seurobo.com.br/loja/>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

Suporte CTA. Disponível em:<<http://cta.if.ufrgs.br/boards/9/topics/93>>. Acesso em: 12 fev. 2018

Tutorial Arduino. Disponível

em:<<https://hardwarelivreusp.org/tutoriais/2016/11/20/arduino-6intro/>> Acesso em: 18out. 2018.