

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Gláucio Carlos Libardoni

**OFICINA DE ROBÓTICA NO ENSINO MÉDIO COMO METODOLOGIA DE
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS DE CIÊNCIAS EXATAS**

Porto Alegre

2018

Gláucio Carlos Libardoni

**OFICINA DE ROBÓTICA NO ENSINO MÉDIO COMO METODOLOGIA DE
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS DE CIÊNCIAS EXATAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Cláudio Del Pino

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Libardoni, Gláucio Carlos
OFICINA DE ROBÓTICA NO ENSINO MÉDIO COMO
METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS DE
CIÊNCIAS EXATAS / Gláucio Carlos Libardoni. -- 2018.
273 f.
Orientador: José Cláudio Del Pino.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-
RS, 2018.

1. Arduino. 2. Ensino Médio. 3. Eletrônica. 4.
Mecânica. 5. Programação. I. Del Pino, José Cláudio,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Andreas Sauerwein pela valiosa sugestão de tema para o meu doutorado. Lembro-me de que em 2014 conversamos, em Santa Maria/RS e, ao tomar nota, escrevi “Rarduino”. Isso mesmo. Aqui a escrita, assim como na época, está errada, pois eu não conhecia o Arduino até aquele momento.

Conversei sobre a ideia primeiramente com o universitário Arthur de Jesus Staats, meu bolsista na época em Ijuí/RS. Confesso que eu pensava em trazer algo novo para o interior do Rio Grande do Sul. Porém, logo de saída, o Arthur afirmou “Gláucio, eu uso o Arduino desde o primeiro ano do Ensino Médio. Comprei um kit e estudo pelo Youtube em casa”.

A fala do Arthur, que também pode ser vista como um recado de que a Física necessita se aproximar da Informática, levou-me à escrita do projeto de doutorado em 2014. Agradeço ao Colégio Tiradentes de Ijuí/RS, especialmente ao comandante do colégio, João Volnei Guerra Spagnol, à Sandra Marisa Horszczaruk Centenaro e à Luciane Cristina Petry Godoy por apoiarem a pesquisa. Ressalto a colaboração dos alunos e dos servidores que permaneciam semanalmente no Colégio das 18 h às 20 h para as atividades.

Agradeço ao Prof. Dr. José Cláudio Del Pino por aceitar orientar a pesquisa e também por acreditar no meu potencial ao proporcionar o desenvolvimento da minha autonomia como pesquisador, fazendo suas intervenções nos momentos adequados.

Somada à colaboração do Arthur, em Ijuí/RS, agradeço a Leonardo Antônio Brum Viera e a Bruno Pich Vendrusculo. Sem vocês próximos de mim a pesquisa não seria possível. Vocês são exemplos de pessoas que nos levam cada vez mais a acreditar que o professor aprende com os seus alunos. Parece-me que para a atualização dos conhecimentos tecnológicos, essa aproximação será uma questão da própria sobrevivência dos professores na profissão.

Aos colaboradores do primeiro movimento da pesquisa, professores Jorge Antônio Jardim Júnior e Vitor Barbieri, agradeço a receptividade ao relatarem suas experiências em robótica na educação. Na caminhada de organização das atividades também foram muito importantes as conversas pelo Skype com o professor Flávio Rodrigues Campos do SENAC/SP.

Agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Andreas Sauerwein, Prof. Dr. João Carlos Krause e Prof. Marcos Antônio Trentin por apontarem sugestões no texto de qualificação e na tese doutoral. Sou igualmente grato à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa

de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde pela oportunidade em cursar um programa de pós-graduação público, de qualidade e gratuito.

Agradeço ainda o apoio incondicional dos meus pais, Zecarlos Libardoni e Vera Lúcia Giacomini Libardoni e da minha irmã, Thiele de Cássia Libardoni, que me ampararam em um momento difícil outrora vivenciado. Seu suporte foi imperativo para que eu seguisse na produção da minha pesquisa. Por meio de vocês, agradeço a todos os familiares que estiveram próximos a mim colaborando para a superação dos obstáculos nesse momento.

Agradeço ao meu núcleo familiar, à minha esposa Daniela Medeiros e à nossa filha Júlia Medeiros Libardoni, pelas alegrias em momentos de família. Espero recompensar vocês com a robótica em nossos momentos de lazer. Para mim é uma felicidade enorme dizer que esse trabalho não tem apenas uma finalidade acadêmica.

E finalmente, finalizo deixando o registro de que as pessoas aqui citadas possuem a característica crucial do verdadeiro sentido da vida que é o de dedicar tempo ao outro. Por vocês e com vocês

“Eu tenho a manha pra topar as incertezas

E um cerne forte que se afirma na raiz

Venho pela Estrada

Botando Freio na Mágoa,

Meto meu cavalo.....

Quando o Sonho Pede Vaza!” (Érlon Pericles)

RESUMO

Este trabalho trata da pesquisa de um estudo de caso o qual parte do questionamento sobre como ações de robótica com Arduino podem ser estruturadas e implementadas para a construção de conhecimentos básicos de ciências exatas. A proposta surgiu da necessidade de um professor de física em desenvolver atividades que possuíssem forte relação com aparatos tecnológicos cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade. Na etapa inicial da pesquisa, foi realizada uma entrevista semiestruturada com dois professores de Robótica de duas escolas da região metropolitana do RS, cujos resultados remetem à necessidade de cativar os alunos participantes com um número adequado de informações em cada atividade, levando-se em consideração os seus conhecimentos prévios. A segunda etapa envolveu o planejamento do material didático. Durante esta fase, realizou-se um levantamento dos conhecimentos básicos de Eletrônica, Mecânica e Programação apresentados pelo público-alvo de dez alunos do 3º ano e seis alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da região noroeste do RS. Entre os produtos da pesquisa, encontra-se o material didático intitulado “Apostila de Robótica”, disponibilizado como apêndice da tese. O material apresenta dez atividades de Robótica com Arduino e duas atividades de Eletrônica. Para a estrutura metodológica das ações, utilizou-se a sequência didática de Campos (2011), que propõe a estrutura da oficina com a ordem desafio/problema, design/solução (subetapa de investigação, subetapa do design do protótipo, subetapa físico/montagem, subetapa de programação) e teste/reconstrução. A fundamentação teórica incluiu ainda a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980) e a Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1994). Ressalta-se, como um indicador positivo dos resultados da pesquisa, o elevado índice de frequência dos participantes em horários extraclasse com uma carga horária de 40 horas. Um dos fatores que colaborou para o êxito da oficina foi a qualidade pedagógica do material didático. Outra contribuição importante foi a sequência didática de Campos (2011) que permitiu uma elevada interação entre os participantes no grande grupo, já que o professor assumiu a função de mediador do conhecimento e não de mero transmissor de informações. Com a finalidade de avaliar se os objetivos específicos de Eletrônica, Mecânica e Programação propostos para cada atividade foram alcançados, a tese analisa o processo de produção de protótipos. Para tanto, foram avaliadas as falas dos alunos durante as atividades de trabalho em grupo e os projetos de protótipos elaborados com o software Fritzing. Verificou-se que os conhecimentos prévios dos alunos serviram de ancoradouro para novos aprendizados assim como previsto na fundamentação teórica. Para construir novos conhecimentos, os alunos foram capazes de identificar quais componentes eletrônicos possuíam funcionamento similar (como no caso entre led e buzzer, entre outros) e quais apresentavam mecanismos de funcionamento distintos (sensor de luminosidade e sensor de temperatura, entre outros) e o mesmo comportamento foi observado com relação às conexões dos componentes com o Arduino. Esta atitude dos alunos é um resultado importante da pesquisa que investigou como uma oficina de robótica com Arduino pode ser implementada com alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Arduino. Ensino Médio. Eletrônica. Mecânica. Programação.

ABSTRACT

This work is a research of a case study that comes from the questioning of how robotics actions with Arduino can be structured and implemented for the construction of basic knowledge of exact sciences. The proposal appeared from the necessity of a physics teacher to develop activities that had strong relation with technological devices increasingly present in the daily life of the society. In the initial step of research, it was carried out a semi-structured interview with two teachers of Robotics from two schools of the metropolitan region of Rio Grande do Sul, whose results refer to the necessity of captivating the participant students with an adequate number of information in each activity taking into consideration their previous knowledge. The second step involved the planning of didactic material. During this phase, we performed a survey of the basic knowledge of Electronics, Mechanics and Programming presented by the target-public of ten students from 3rd year and six students from 2nd year of High School of a public school from the Norwest region of Rio Grande do Sul. Among the products of research, there is the didactic material titled “Robotics Workbook”, available as appendix of the thesis. The material presents ten activities of Robotics with Arduino and two activities of Electronics. For the methodological structure of actions, we used the didactic sequence by Campus (2011), who proposes the structure of the workshop with the order of challenge/problem, design/solution (sub-stage of investigation, sub-stage of prototype design, sub-stage physical/installation, sub-stage of programming) and test/reconstruction. The theoretical foundation also included the Theory of Meaningful Learning by David Ausubel (1980) and the Theory of Mediated Learning Experience (MLE) by Reuven Feuerstein (1994). We highlight as a positive indicator of research results the elevated index of frequency of the participants in extra-class schedule of 40 hours. One of the factors that collaborated for the success of the workshop was the pedagogical quality of the didactic material. Another important contribution was the didactic sequence by Campos (2011) that allowed an elevated interaction among the participants in the great group, since that the teacher assumed the function of knowledge mediator and not just a mere transmitter of information. With the purpose of evaluating if the specific objectives of Electronics, Mechanics and Programming proposed for each activity were reached, the thesis analyzes the process of prototype production. For this, the speeches of the students were evaluated during the activities of group work and the prototype projects elaborated with Fritizing software. We verified that the previous knowledge of students served as anchorage for new learning as well as what was predicted in theoretical foundation. To construct new knowledge, the students were capable of identifying which electronic components had similar functioning (as in the case between led and buzzer, among others) and which presented mechanisms of distinct functioning (brightness sensor and temperature sensor, among others) and the same behavior was observed in relation to the connections of the components with the Arduino. This attitude of the students is an important result of research which investigated how a robotics workshop with Arduino can be implemented with students from High School.

Keywords: Arduino. High School. Electronics. Mechanics. Programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Modelo S O R	82
Figura 2 — Apresentação das partes principais do Arduino para os primeiros projetos.	91
Figura 3 — Projeto Pisca Led – Grupo 1	92
Figura 4 — Projeto Pisca Led – Grupo 2	92
Figura 5 — Projeto Pisca Led – Grupo 3	93
Figura 6 — Projeto Pisca Led – Grupo 4	93
Figura 7 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 1	101
Figura 8 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 2	101
Figura 9 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 3	101
Figura 10 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 4	101
Figura 11 — Cruzamento de 4 vias	105
Figura 12 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 1	107
Figura 13 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 2	108
Figura 14 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 3	109
Figura 15 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 4	112
Figura 16 — Projeto Botão – Grupo 1	122
Figura 17 — Projeto Botão – Grupo 2	122
Figura 18 — Projeto Botão – Grupo 3	122
Figura 19 — Projeto Botão – Grupo 4	122
Figura 20 — Projeto da atividade “Botão”	123
Figura 21 — Divisor de tensão da atividade “Botão”	124
Figura 22 — Projeto da atividade “Potenciômetro”	126
Figura 23 — Corte transversal de um potenciômetro	128
Figura 24 — Divisor de tensão da atividade “Potenciômetro”	129
Figura 25 — Associações realizadas pelo grupo 3 entre a figura 22 e as figuras A e B	132
Figura 26 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 1	134
Figura 27 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 2	134
Figura 28 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 3	135
Figura 29 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 4	135
Figura 30 — Projeto da atividade “Sensor de Luminosidade”	136
Figura 31 — Divisor de tensão da atividade “Sensor de Luminosidade”	136

Figura 32 — Aspecto físico do LM 35.....	138
Figura 33 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 1	140
Figura 34 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 2.....	140
Figura 35 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 3.....	140
Figura 36 — Analogia entre a faixa de tensão na leitura de dados nas portas digitais do Arduíno e o número de degraus de uma rampa para a programação	141
Figura 37 — Projeto do alarme de temperatura com integração do display.	143
Figura 38 — Programa adicionado ao Alarme de Temperatura com a inclusão do Display .	143
Figura 39 — Módulo relé após a solda dos componentes realizada pelos grupos.	149
Figura 40 — Proposta de imagem para investigação de conhecimento dos alunos na conexão dos componentes da atividade “Acionar uma Lâmpada Incandescente pelo Bluetooth”.....	151
Figura 41 — Motor elétrico.....	154
Figura 42 — Aspecto físico da ponte H.....	155
Figura 43 — Conexões internas da Ponte H	156
Figura 44 — Proposta de imagem para investigação de conhecimento dos alunos na conexão dos componentes da atividade “Motor Acionado por Ponte H”.....	158
Figura 45 — Programa para solução do desafio/problema da “Atividade Motor Acionado por Ponte H” - Grupo 2.....	159
Figura 46 — Imagem estática do robô controlado pelo celular.	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Número de Publicações de Artigos – 2011 a 2014.....	23
Tabela 2 — Número de publicações de artigos por categorias e síntese dos resultados.....	24
Tabela 3 — Relação entre regiões e o número de artigos publicados no período 2011 - 2014.	32
Tabela 4 — Relação dos eventos e objetivos dos artigos no período de 2011 a 2014.....	34
Tabela 5 — Relação dos objetivos dos artigos e periódicos no período de 2011 a 2014.....	34
Tabela 6 — Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com mais de uma publicação.....	36
Tabela 7 — Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com uma publicação	37
Tabela 8 — Teorias de Aprendizagem e Metodologias presentes nos trabalhos publicados pelos pesquisadores classificados nas categorias 2) e 4).....	37
Tabela 9 — Quantidade de Dissertações e Teses de 1994 a 2016	44
Tabela 10 — Quantidade de Trabalhos nos Períodos 1994 a 2009 e 2010 a 2016	45
Tabela 11 — Autores, Ano de publicação, Classificação, Método, Detalhes do Estudo e Objetivo.....	46
Tabela 12 — Distribuição dos trabalhos nas instituições e seus respectivos programas	52
Tabela 13 — Distribuição das universidades e quantidades pelas regiões do Brasil.....	54
Tabela 14 — Distribuição dos trabalhos entre federais, estaduais e particulares.....	55
Tabela 15 — Tabela do público-alvo das pesquisas por ano	57
Tabela 16 — Materiais de robótica utilizados nas pesquisas	57
Tabela 17 — Área de formação básica e continuada dos orientadores das dissertações e teses	60
Tabela 18 — Área de formação básica e continuada dos autores das dissertações e teses	61
Tabela 19 — Teorias de aprendizagens presentes nas pesquisas	62
Tabela 20 — Relação Objeto de estudo/quantidade – Doutorado.....	67
Tabela 21 — Porcentagem de acertos dos alunos no pré-teste e porcentagem de acertos com nível de confiança alto.....	75
Tabela 22 — Relação entre as aulas e objetivos de Eletrônica e Informática.....	77
Tabela 23 — Sequência metodológica de Campos (2011) adaptada a nossa pesquisa.....	80
Tabela 24 — Os doze critérios para estabelecimento da EAM e as formas de utilização dos mesmos.....	82

Tabela 25 — Relação dos alunos, porcentagem dos acertos no pós-teste e o ganho de Hake.	86
Tabela 26 — Sistematização dos conhecimentos prévios dos alunos na etapa de investigação da atividade “Pisca Led”.	90
Tabela 27 — Sistematização da concepção dos grupos quanto à ordem do resistor e LED no circuito “Pisca Led”.	94
Tabela 28 — Medidas realizadas com o multímetro na atividade “Pisca Led”.	96
Tabela 29 — Investigação dos conhecimentos prévios na atividade “Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétricos”.	114
Tabela 30 — Sistematização das respostas no estudo do Circuito 1.	116
Tabela 31 — Sistematização das Respostas no estudo do Circuito 2.	117
Tabela 32 — Sistematização das respostas no estudo do Circuito 3.	117
Tabela 33 — Sistematização das respostas na etapa de investigação da atividade “Potenciômetro”.	127
Tabela 34 — Respostas de cada grupo entre a associação do aspecto físico do circuito do LED (Figura 22) com a representação esquemática de cada componente (Figura A).	131
Tabela 35 — Respostas de cada grupo entre a associação do aspecto físico do circuito do Potenciômetro (Figura 22) com a representação esquemática de cada componente (Figura B).	132

SUMÁRIO

1 APONTAMENTOS INICIAIS PARA A COMPREENSSÃO DA PESQUISA	14
1.1 APRESENTAÇÃO – ARGUMENTAÇÃO DA NECESSIDADE DO DOUTORADO ..	14
1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS	16
1.3 MOVIMENTOS DO PESQUISADOR PARA O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS	17
2 ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO BÁSICO E SUPERIOR: O QUE DIZEM OS ARTIGOS CIENTÍFICOS	22
2.1 LEVANTAMENTO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES	22
2.2 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	23
2.3 SÍNTESE DO QUE DIZEM OS ARTIGOS DE MAIOR RELEVÂNCIA.....	25
2.4 CONTEXTO REGIONAL DOS TRABALHOS	31
2.5 EVENTOS E PERIÓDICOS DAS PUBLICAÇÕES.....	33
2.6 ÁREA DE FORMAÇÃO DOS PESQUISADORES	35
2.7 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 2	39
3 INVESTIGAÇÃO EM ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM AS DISSERTAÇÕES E TESES	41
3.1 ANÁLISE DOS DADOS – ANÁLISE DE CONTEÚDO	44
3.2 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 3	66
4 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA E A RELAÇÃO COM O MATERIAL DIDÁTICO "APOSTILA DE ROBÓTICA"	71
4.1 NECESSIDADE DE UM PRÉ-TESTE E QUESTIONÁRIO ABERTO	73
4.2 EVIDÊNCIAS DO PRÉ-TESTE E QUESTIONÁRIO ABERTO	73
4.3 DEFINIÇÃO DA SEQUÊNCIA DAS OFICINAS E SEUS OBJETIVOS	76
4.4 MATERIAL DIDÁTICO	79
4.5 IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES	83
4.6 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 4	87
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADES DE ROBÓTICA COM O USO DO ARDUINO: PISCA LED, SEMÁFORO DE 3 TEMPOS E 4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS	89
5.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “PISCA LED”	89
5.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SEMÁFORO DE 3 TEMPOS”	99
5.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS”	104

5.4 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES PISCA LED, SEMÁFORO DE 3 TEMPOS E 4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS	112
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ELETRÔNICA: APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS	114
6.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS	114
6.2 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DA ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	119
7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ROBÓTICA COM ARDUINO: BOTÃO, POTENCIÔMETRO, SENSOR DE LUMINOSIDADE E SENSOR DE TEMPERATURA	121
7.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “BOTÃO”	121
7.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “POTENCIÔMETRO”	126
7.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SENSOR DE LUMINOSIDADE”	130
7.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SENSOR DE TEMPERATURA”	137
7.5 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES BOTÃO, POTENCIÔMETRO, SENSOR DE LUMINOSIDADE E SENSOR DE TEMPERATURA	144
8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ROBÓTICA COM O USO DO ARDUINO: LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA PELO CELULAR, MOTOR ACIONADO POR PONTE H E ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR.....	147
8.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ACIONAR UMA LÂMPADA INCANDESCENTE PELO CELULAR”	147
8.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ACIONAR MOTOR POR PONTE H”	153
8.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR”	159
8.4 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES “ACIONAR UMA LÂMPADA INCANDESCENTE PELO CELULAR”, “MOTOR CONTROLADO POR PONTE H” E “ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR”	168
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	171
REFERÊNCIAS	176
ANEXO A – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM PROFESSORES DE ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO	185
ANEXO B – QUESTIONÁRIO ABERTO APLICADO NO INÍCIO DAS ATIVIDADES	188
ANEXO C – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	190
ANEXO D – ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS	195

ANEXO E – ESQUEMA DA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA PELO CELULAR.....	200
ANEXO F – ESQUEMA DO MOTOR ACIONADO PELA PONTE H.....	201
ANEXO G – QUESTIONÁRIO ABERTO APLICADO NO FINAL DAS ATIVIDADES	202
ANEXO H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	203
APÊNDICE – APOSTILA DE ROBÓTICA	205

1 APONTAMENTOS INICIAIS PARA A COMPREENSSÃO DA PESQUISA

1.1 APRESENTAÇÃO – ARGUMENTAÇÃO DA NECESSIDADE DO DOUTORADO

Os primeiros movimentos no ensino de ciências para a formação de um aluno que compreende o funcionamento de aparelhos, artefatos e fenômenos do seu cotidiano e assim ser capaz de articular ciência, tecnologia e sociedade tem como marco inicial a década de 90 (Nascimento, et.al, 2010). Muitos artigos da época, como por exemplo, o intitulado “Ensinando Física Moderna no Segundo Grau: Efeito Fotoelétrico, Laser, e Emissão de Corpo Negro“, de 1998, destacam, nas primeiras páginas, que novos aparelhos eletrônicos como o computador, dispositivos automáticos (portas e torneiras automáticas), sistemas de controle (portão eletrônico e controle remoto) estavam sendo cada vez mais incorporados na sociedade. Para os autores do artigo, o estudo dos fundamentos destas tecnologias era uma oportunidade de ponte da física na sala de aula e na física do cotidiano.

Em 1998, o autor desta tese cursava a sexta-série do Ensino Fundamental. Devido à organização financeira familiar estudava numa escola particular da região Noroeste do RS. Na época, lembro-me que usávamos o computador na sala de informática para a digitação de textos e breves pesquisas na Internet. Ressalto, que não há em minha memória o uso do Google para consultas rápidas na rede, algo que tem sentido, pois numa breve pesquisa no próprio Google consta o próprio 1998 como ano de sua fundação. Não usávamos e-mail e redes sociais. O jogo de computador da moda, na época, era denominado Paciência.

Passados praticamente 20 anos, podemos dizer que atualmente temos tecnologias, no contexto das citadas anteriormente, que não poderiam ser imaginadas naquele momento, ao menos pelos usuários sem grandes envolvimento com pesquisas de avanços tecnológicos. Por exemplo, se na década de 90 eram escassos os portões eletrônicos, pelo menos para a minha realidade familiar, atualmente minhas afilhadas, que cursam o ensino fundamental, utilizam o recurso diariamente. Além disso, vivenciam situações de controle pelo celular de dispositivos residenciais. Nesse contexto, destaco uma situação inesperada vivida por mim estas familiares no início de 2017. Ao chegar num condomínio para entregar um utensílio, meu padrinho ligou e disse “Gláucio, o portão abriu sem ninguém por perto”. Respondi “Sim, o morador está viajando e acionou o mesmo pelo celular. Também estou surpreso”. Finalizada a ligação, pensei “O fenômeno também deve ter despertado a curiosidade das crianças. No futuro é possível que questionem o mesmo nas aulas de física”.

Sabe-se que questionamentos sobre funcionamento de aparelhos, artefatos e situações do cotidiano que envolvem ciências serão cada vez mais constantes na direção de fora para dentro das escolas, justamente pelo uso disseminado da tecnologia. Frente a essa realidade, de acordo com Perrenoud (2000, p.11) “pode-se esperar que inúmeros professores aceitem o desafio, por recusarem a sociedade dual e o fracasso escolar que a prepara, por desejarem ensinar e levar a aprender a despeito de tudo, ou, então por temerem morrer de pé, com o giz na mão, no quadro negro...”.

A constatação, proporcionada pela minha carreira de professor/pesquisador, é que para não morrermos com o giz na mão, devemos desenvolver metodologias cujos alunos sejam o centro dos processos de ensino e de aprendizagem tendo no professor um mediador. Isto levou-me a conversar, constantemente, com os alunos de ensino médio sobre o que eles gostariam de estudar para aprofundar os conhecimentos de áreas exatas em horários extraclasse. Especificamente no ano de 2014, alunos na época no segundo ano do ensino médio, trouxeram a ideia de que a robótica poderia ser uma possibilidade, visto que reportagens sobre competições de robótica informavam a necessidade de conhecimentos integrados de áreas exatas para o cumprimento de desafios específicos. Nos diálogos, argumentei que seria necessária pesquisa sobre o tema, visto que em minha formação básica, superior e trajetória profissional não havia estudado sobre robótica.

O interesse dos mesmos motivou-me a escrever, em 2014, o projeto de doutorado que foi aprovado na seleção do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UFRGS no primeiro semestre de 2015, com a temática de robótica na educação. O primeiro movimento para a escrita do projeto envolveu a pesquisa de trabalhos sobre robótica na educação em termos de materiais didáticos, kits utilizados, custos dos mesmos e suas vantagens e desvantagens. Neste momento, identifiquei duas possibilidades interessantes: o Lego¹ e o Arduino².

No cenário da robótica educacional, os kits da Lego são os mais conhecidos (Schivani e Pietrocola, 2012). Entre os mais utilizados, temos a linha Mindstorms, composta por um tijolo programável – um computador denominado RCX, NXT ou EV3, dependendo da versão, e uma torre de comunicação com o computador por infravermelho. Estes são os componentes fundamentais do kit que acompanha peças de plástico rígido, motores eletromecânicos, polias, engrenagens de diferentes dimensões e sensores, por exemplo, de distância, de cor, etc. Como vantagem, a Lego possui uma ampla versatilidade e comercializa com o kit o material didático

¹ www.legodobrasil.com.br

² arduino.cc

com suporte pedagógico em teorias de aprendizagem de Jean Piaget, Seymour Papert e Reuven Feuerstein. Na época, o kit da Lego Mindstorms estava sendo comercializado por cerca de R\$ 2.000,00 na Internet.

Por se tratar de um projeto pioneiro numa escola pública, estudou-se a viabilidade do uso do projeto Arduino como alternativa para a redução de custos e reutilização de materiais alternativos. A plataforma do Arduino é composta de uma placa eletrônica (hardware livre) e de um ambiente de desenvolvimento (software livre) para a criação de projetos pelos usuários. A plataforma eletrônica contém diversas entradas e saídas, analógicas e digitais, além de interface serial via conexão usb para comunicação com o computador. Mas, a mesma não deve estar conectada, obrigatoriamente, ao computador, pois a própria placa contém funções básicas de armazenamento de informações e assim pode funcionar de maneira independente.

O Arduino também possui ampla versatilidade, porque pode fazer uso de uma gama de componentes (resistores, leds, motores, etc.) e sensores (de temperatura, de luminosidade, de obstáculos, etc.). Estes materiais podem ser facilmente encontrados em lojas de eletrônica e a custos reduzidos. Por exemplo, na época, era possível adquirir, pela Internet, uma placa Arduino com componentes e sensores básicos com valor aproximado de R\$ 100,00. No período da pesquisa o valor não sofreu correções consideráveis.

O conhecimento da realidade escolar da escola de Ijuí-RS que apoiou o desenvolvimento da oficina de robótica levou a definição do uso do Arduino pelos argumentos do baixo custo de um kit básico, utilização de materiais alternativos e possibilidade de compra de sensores e componentes conforme o andamento da oficina. Estas justificativas estavam presentes no próprio projeto para seleção do doutorado. Sendo assim, a utilização do Arduino se faz presente no problema de pesquisa apresentado na seção a seguir.

1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

O problema de pesquisa traz o questionamento: Como uma oficina de robótica pode ser estruturada e desenvolvida a fim de que alunos do ensino médio construam conhecimentos de ciências exatas? Para chegarmos a uma resposta do problema, definimos como objetivo geral investigar, implementar, analisar e avaliar um conjunto de atividades de robótica com Arduino para a construção de conhecimentos de Eletrônica, Mecânica e Programação. Os objetivos específicos cujo o caminho levaram a alcançarmos o objetivo geral estão descritos a seguir:

- 1) Investigar projetos de robótica em andamento em duas instituições do Rio Grande do Sul.
- 2) Analisar publicações de robótica na educação em artigos, dissertações e teses nacionais.
- 3) Identificar e relacionar conceitos e procedimentos das disciplinas de Física, Matemática e Informática que, articuladamente, são necessários para à implementação de oficina de robótica com Arduino.
- 4) Verificar os conhecimentos dos alunos sobre Eletrônica, Mecânica e Programação no início da oficina.
- 5) Compreender se os alunos foram capazes de atingir objetivos de eletrônica, programação e mecânica no final de cada atividade.

1.3 MOVIMENTOS DO PESQUISADOR PARA O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

O cumprimento do objetivo específico 1 envolveu o conhecimento de ações consolidadas de robótica na educação em duas escolas do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram realizadas buscas rápidas na Internet de reportagens sobre o tema com a localização dos endereços eletrônicos de profissionais responsáveis pelas atividades. Como resultado, tivemos o retorno de dois professores (Professor A e Professor B) de robótica da região metropolitana do Rio Grande do Sul. No primeiro semestre de 2015 realizamos uma entrevista semiestruturada disponibilizada no Anexo A. Além disso, acompanhamos um turno de atividade de robótica em cada educandário.

Podemos dizer, sem sombra de dúvidas, que a demanda de energia para o deslocamento até a região metropolitana e, na própria região em dois dias chuvosos, implicou colaborações muito importantes para os primeiros passos da pesquisa. Primeiramente, observamos que o nascimento da robótica, em ambos os espaços, também envolveu professores que aceitaram o desafio de não morrer com o giz na mão. Conforme a fala do Professor A

“...em 2001 por ai nós não tínhamos acesso a pesquisas de robótica, pesquisava robótica na Internet nem aparecia, hoje tu digita robótica aparece robótica educacional, robótica pedagógica, tu tem uma infinidade de temas, naquela época tu não conseguia nada, era muito difícil entender? O trabalho era muito complicado. Em 2002 eu comecei a fazer este trabalho com algumas turmas e pequenos grupos” (transcrição parcial da resposta da pergunta: Baseado na sua experiência, como ocorreu o processo de implantação de oficinas de robótica no colégio?).

De acordo com o Professor B, na sua escola, “o projeto começou em uma salinha bem pequena, bem isolada, aqui no prédio da secretaria em um grupo de, no máximo, seis alunos.” Destas falas conhecemos a realidade de projetos de robótica de duas escolas que iniciaram suas ações com um número pequeno de alunos em comparação a turmas em horários regulares. Paralelamente, notamos a necessidade de que deveríamos cativar os alunos nas primeiras atividades porque, conforme o Professor A

“...também um objetivo deste trabalho da robótica é fazer com que os alunos passem a ter mais amor, passem a gostar de conhecer as coisas, saber como funciona, porque historicamente a nossa educação ela foi desmembrada em partes, então o aluno tem hoje uma visão um pouco distorcida do conhecimento” (transcrição parcial da resposta da pergunta: Como vocês perceberam que as atividades de robótica seriam importantes para a formação básica dos alunos?).

Para manter os alunos motivados, observamos que não seria necessário criarmos coisas novas na oficina, ou seja, protótipos exclusivos, pois de acordo com o Professor B “a gente é humilde em dizer que vai atrás de referências de diferentes lugares do Brasil para pegar projetos bons e trazer para cá e criar nosso projeto baseado no que existe e que deu certo.” Aqui, cabe ressaltar que no acompanhamento da ação na escola do Professor B observamos um dos alunos utilizando o Arduino em projetos básicos disponibilizados na Internet. Sendo assim, concluímos que as propostas de projetos já existentes têm sido suficientes para cativar os alunos.

No entanto, verificamos que no início das atividades seria necessária uma maior dependência dos alunos com o professor. Por exemplo no surgimento do projeto na escola do Professor B

“...como eram grupos pequenos que tinha seis alunos, se muito, então o professor conseguia ir no quadro dar uma aula certinha do que é um led, do que é um resistor, como que se faz um circuito, fazer uma sinaleira, fazer um speaker tocar alguma coisa, então projetos assim; e a partir dessa introdução a gente ia aplicar em robótica” (transcrição parcial da resposta do professor B à pergunta: Baseado na sua experiência, como ocorreu o processo de implantação de oficinas de robótica no colégio?).

De acordo com o Professor A deveríamos adequar o número de informações de cada atividade de acordo com os conhecimentos prévios dos participantes, pois assim conseguiríamos ter uma boa aceitação no andamento da oficina, já que

“...quando tu bate no interesse do aluno, que o aluno consegue, não pode ser tão fácil que aquilo seja uma bobagem e não pode ser tão difícil que não consiga abstrair. Várias vezes eu me frustrei por dar uma aula para um grupo de alunos e eles diziam “bah professor, isso aqui é muito barbada”, ou “professor, eu não estou entendendo nada disso aqui”, isto te frustra, porque “bah, não consegui acertar, mas muitas vezes depois tu consegue” (transcrição parcial à resposta da pergunta: O que vocês poderiam me dizer sobre os resultados alcançados ao longo destes anos).

As colaborações dos Professores A e B, coletadas com a transcrição integral da entrevista semi-estruturada, como o elevado grau de envolvimento por parte do responsável para promoção da oficina e a necessidade em cativar os alunos interessados com um nível de ensino adequado, colaboraram, de uma maneira significativa, com a pesquisa. Além das mesmas, o acompanhamento de atividades nas duas escolas evidenciou que bons resultados proporcionados com a nossa oficina necessitam de uma demanda de tempo que não poderia ser estimada de antemão. Da mesma maneira que poderíamos motivar os alunos a médio prazo com uma baixa carga horária seria possível construirmos uma barreira num prazo longo, ao não proporcionarmos uma avaliação do projeto conforme suas expectativas.

Aliada à constatação que o período de duração da oficina deveria estar de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos, verificamos a necessidade em conhecermos trabalhos acadêmicos sobre robótica na educação. Com esse objetivo inicial analisamos publicações em artigos, dissertações e teses nacionais. Como resultado dessa etapa, foram escritos o capítulo 2 intitulado “Robótica Educacional no Ensino Básico e Superior: O que Dizem os Artigos Científicos” e o capítulo 3 intitulado “Investigação em Robótica na Educação Brasileira: O que Dizem as Dissertações e Teses”.

O capítulo 2 apresenta uma revisão sistemática de 150 publicações com a temática de robótica na educação no período de 2011 a 2014. O período foi definido como continuidade do trabalho de doutorado de Campos (2011) que selecionou 120 artigos distribuídos entre revistas científicas e congressos científicos no período de 1994 a 2010 e constatou a tendência do uso da robótica como ferramenta tecnológica, o que levou a considerar que o recurso não é utilizado em todas as possibilidades educacionais. No período de 2011 a 2014 verificamos a continuidade desse movimento, visto que, de uma maneira geral, os trabalhos classificados nas categorias Propostas de Protótipos e Aplicação e Avaliação de Propostas apresentam uma diversidade de protótipos, porém que são dissociados a aspectos pedagógicos como o material didático. Este por sua vez, apresentado em poucos trabalhos, tem a característica de roteiros fortemente dirigidos onde o aluno segue um roteiro passo-a-passo com um forte interesse num produto final em que o fazer parece mais importante que o pensar e agir.

A ausência de pesquisas, no contexto da robótica livre com Arduino para iniciantes, nos artigos de 2011 a 2014, com etapas que privilegiam o conhecimento prévio dos alunos e permitem interação entre os alunos e o professor além do uso de roteiros fortemente dirigidos motivou a escrita do capítulo 3. O mesmo também é uma continuidade do trabalho de revisão bibliográfica do doutorado de Campos (2011) e visou mapear as dissertações e teses brasileiras no período de 1994 a 2016 em termos dos kits utilizados, público-alvo, teorias de

aprendizagem, métodos de pesquisa e análise de dados, área de formação dos autores e orientadores e distribuição dos trabalhos nas instituições.

Com a escrita dos capítulos 2 e 3, localizamos alguns materiais didáticos para a utilização em ações de robótica com Arduino. De uma maneira integral, observamos que as propostas possuíam a característica de apresentar na, sequência didática, o título do projeto, revisão teórica e os procedimentos para a construção do projeto através de roteiros fortemente dirigidos. Nesse sentido, são muitos comuns nas pesquisas os termos “Passo 1”, “Execute” e “Monte” em analogia a receitas que garantem um modelo de produto final o qual minimiza a promoção da autonomia do envolvido. Como o nosso propósito é o de desenvolver atividades de robótica cujo o foco não é só o fazer, mas também o pensar, atingimos o objetivo específico 2 com a percepção de que seria necessária a escrita de um material didático para a oficina.

Para a estrutura de materiais didáticos, a proposta pedagógica de Campos (2011) tem no seu escopo a versatilidade de utilização com diferentes kits de robótica na educação e com diferentes níveis de conhecimentos dos alunos sobre eletrônica-mecânica-programação. Na pesquisa de Campos (2011), tanto o pesquisador quanto o público alvo eram familiarizados com a robótica. Na nossa pesquisa, ambos os envolvidos eram iniciantes no tema. Desse modo, foram necessárias algumas adaptações na forma de abordagem de cada uma das etapas propostas por Campos (2011). Esses detalhes são apresentados no capítulo 4. No mesmo, também justificamos a necessidade pelo questionário aberto apresentado no Anexo B e do pré-teste apresentado no Anexo C como maneiras de investigarmos os conhecimentos prévios dos alunos no início da oficina.

O questionário aberto evidenciou que, de uma maneira geral, o interesse dos alunos esteve associado à possibilidade de montar um robô na oficina. Para tanto, relataram que seriam necessários conhecimentos de eletrônica-mecânica-programação. Porém, o pré-teste evidenciou que nenhum dos alunos conhecia o Arduino em termos de hardware e software. Então, definimos que a construção de um robô seria o fechamento da oficina e a quantidade de informações, em aulas anteriores a sua construção, seriam adequadas ao nível de conhecimentos prévios do público alvo. Para avaliarmos a efetividade de cada encontro, definimos objetivos de eletrônica e informática que os alunos deveriam ser capazes de alcançar. Sabe-se que aspectos motivacionais são fortes aliados para o cumprimento de objetivos específicos de eletrônica e informática. Nesse sentido, utilizamos como referencial teórico a Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feurstein (1994).

No capítulo 4 apresentamos, com detalhes, os 12 critérios para o estabelecimento da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM). Além disso, apresentamos como utilizamos os mesmos na nossa pesquisa. Portanto, o capítulo 4 é o suporte pedagógico do nosso trabalho em termos da utilização dos referencial teóricos de Campos (2011) e Reuven Feurstein (1994) para o cumprimento de objetivos de eletrônica, programação e mecânica a serem alcançados pelos alunos em 10 atividades de robótica e 2 de eletrônica.

A análise de dados de cada uma das ações, conforme os seus objetivos de Eletrônica, Programação e Mecânica, é composta por outros 4 capítulos. O capítulo 5 trata das atividades “Pisca Led”, “Semáforo de 3 Tempos” e “4 Semáforos Sincronizados”. O capítulo 6 envolve a atividade de Eletrônica “Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétricos”. O capítulo 7 refere-se às atividades “Botão”, “Potenciômetro”, “Sensor de Luminosidade” e “Sensor de Temperatura”. No capítulo 8 são abordadas as atividades “Lâmpada Incandescente Acionada pelo Celular”, “Motor Acionado por Ponte H” e “Robô Guiado pelo Celular”.

2 ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO BÁSICO E SUPERIOR: O QUE DIZEM OS ARTIGOS CIENTÍFICOS

Poucos pesquisadores brasileiros que fazem o uso da robótica no ensino têm dedicado seus trabalhos para realizar levantamentos sistemáticos das publicações de artigos científicos sobre o tema. No período de 2011-2014 apenas uma pesquisa classifica-se com tal finalidade. Campos (2011), no seu trabalho de doutorado selecionou 120 artigos distribuídos entre revistas científicas e congressos científicos no período de 1994 a 2010. Através da leitura integral de cada um deles, o pesquisador elaborou as seguintes categorias: (1) processos de ensinar e aprender na educação básica; (2) processos de ensinar e aprender no ensino superior; (3) construção do conhecimento/cognição; (4) avaliação de kits de montagem; (5) desenvolvimento de materiais e ambientes de programação; (6) aprendizagem de conceitos específicos; (7) prática pedagógica/ferramenta; (8) formação docente e (9) bases teóricas.

Com o objetivo de obter resultados mais precisos, o pesquisador classificou cada artigo considerando a sua ênfase. De todas as categorias, duas obtiveram o maior número de artigos publicados: desenvolvimento de materiais e práticas pedagógicas. Em relação ao desenvolvimento de materiais, destacou-se a construção de kits de robótica de baixo custo em alternativa aos kits clássicos que normalmente têm altos custos, além de softwares elaborados em ambientes amigáveis para alunos de todas as idades. Em relação às práticas pedagógicas, o pesquisador observou a tendência do uso da robótica como ferramenta tecnológica, o que levou a considerar que o recurso não é utilizado em todas as possibilidades educacionais.

Partindo da constatação da escassez de trabalhos como o de Campos (2011), consideramos relevante focalizar as produções brasileiras de robótica no ensino no período de 2011 a 2014. Assim, neste estudo, nosso objetivo foi o de responder às seguintes questões: Como as publicações se distribuem nas regiões do país? Quais são os seus objetivos e as áreas de formação dos autores? Em quais eventos e periódicos ocorrem as publicações?

2.1 LEVANTAMENTO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

O procedimento de busca por artigos científicos iniciou-se nos principais periódicos da área de Educação em Ciências brasileiros, sendo estes: A Física na Escola, Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Investigação em Ensino de Ciências e Ciência e Educação. A

opção pelo foco inicial nestas fontes de pesquisa teve por objetivo verificar se atividades de robótica no ensino vêm sendo publicadas nos periódicos clássicos brasileiros que visam elevar a qualidade no ensino de ciências. Para cumprir com esta etapa, os termos para a busca foram: “Robótica”, “Robôs”, “Robótica Educacional”, “Robótica na Educação” e “Robótica Pedagógica”. Nestas revistas, foi encontrado apenas um artigo publicado em 2011 na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

A continuidade da busca aconteceu no Google e no Google acadêmico com os mesmos termos citados acima. A partir destas bases de dados, localizamos 149 artigos científicos em periódicos e anais de eventos. Sendo assim, a seleção final é composta por 150 artigos, já que nesta contabilidade inserimos o trabalho publicado na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências em 2011. Na Tabela 1 consta a distribuição do número total de trabalhos ao longo dos anos.

Tabela 1 — Número de Publicações de Artigos – 2011 a 2014

Ano	Número de Publicações
2011	32
2012	35
2013	42
2014	41
Total	150

Fonte: elaborada pelo autor.

2.2 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Através da leitura integral, verificamos os objetivos para a difusão e qualificação das atividades de robótica no ensino. Assim, chegamos a seis categorias apresentadas a seguir:

- 1) Materiais para confecção de protótipos: publicações que apresentam e analisam as alternativas de kits e softwares.
- 2) Propostas de protótipos: publicações que apresentam alternativas de protótipos para atividades de robótica.
- 3) Aplicação e avaliação de propostas: publicações que apresentam e avaliam resultados alcançados com alunos do ensino básico e superior, através do desenvolvimento de atividades de robótica.

- 4) Alternativas para formação continuada de professores: publicações que apresentam e analisam propostas de formação continuada de professores.
- 5) Sistematização conceitual e justificativa sobre robótica na educação: publicações que apresentam as finalidades da robótica em contextos educacionais.
- 6) Apanhado histórico da robótica no ensino: publicações que apresentam um apanhado histórico da robótica educacional no Brasil.

Na Tabela 2, constam os resultados da classificação dos artigos em relação a estas seis categorias, respectivamente, nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014. Na última coluna da mesma tabela também é apresentada a síntese dos resultados de 2011 a 2014.

Tabela 2 — Número de publicações de artigos por categorias e síntese dos resultados

Categoria	2011	2012	2013	2014	Síntese dos Resultados
1	4	2	2	0	8
2	8	14	11	8	41
3	20	15	26	29	90
4	0	2	2	4	8
5	0	2	1	0	3
6	0	0	0	0	1

Fonte: elaborada pelo autor.

Os resultados da Tabela 2 evidenciam que os focos das publicações estão em sintonia com o trabalho de Campos (2011), já que em ambas as pesquisas, o maior número de publicações está associado ao desenvolvimento de materiais (softwares, protótipos e kits) e a implementação de práticas pedagógicas. Com o objetivo de difundir as contribuições de alguns dos artigos, para que interessados pelo tema elaborem, implementem e avaliem atividades de robótica no ensino, passamos agora a descrever, brevemente, as pesquisas de maior relevância³. Iniciamos a síntese com o trabalho que apresenta um breve histórico da robótica no ensino brasileiro. Posteriormente, focamos nas possibilidades de materiais para o desenvolvimento das atividades, propostas de construções de protótipos para iniciantes em

³ Os critérios adotados para classificar as pesquisas de maior relevância têm o propósito de capacitar os interessados pela robótica na educação. Os mesmos foram: sistematização do histórico da robótica na educação brasileira, apresentação dos principais materiais utilizados no Brasil, proposta de sequência de atividades para iniciantes com robótica livre, proposta de construção de um robô através da robótica livre e dinâmica de uma aula de robótica.

robótica e, para finalizar, resultados de pesquisas da temática nos contextos de formação básica de alunos e continuada de professores.

2.3 SÍNTESE DO QUE DIZEM OS ARTIGOS DE MAIOR RELEVÂNCIA

D`Abreu (2014) com o artigo intitulado “Robótica Pedagógica: Percursos e Perspectivas” argumenta que a história da robótica pedagógica, no Brasil, está associada ao uso do computador no ensino, sendo este o principal recurso para se desenvolverem atividades de robótica. Conforme o pesquisador, os passos iniciais foram dados pelas universidades como a UNICAMP, UFRGS e UFRJ. Neste primeiro espaço, mais especificamente no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), em 1987, deu-se início aos primeiros projetos voltados ao uso do computador para o controle de robôs. Em 1989, realizou-se a primeira oficina com o LEGO-LOGO*, ministrada por um pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), com o objetivo de formar os pesquisadores do Núcleo para utilização de robótica no contexto educacional. Em 1993, o Núcleo deu início à implementação das atividades em alguns estados estratégicos do Brasil, sendo eles Alagoas, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. No fechamento do trabalho, o autor destaca a década de 2000 com a criação da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e do fórum científico Workshop de Robótica Educacional (WRE). Além disso, ressalta que com a contribuição do NIED e de outras instituições de âmbitos nacionais e internacionais a robótica no ensino ainda não chegou à fase de universalização de sua prática, porém não pode ser mais considerada como novidade nas escolas de educação infantil, fundamental e médio.

Na categoria “Uso de Materiais para o Desenvolvimento de Atividades de Robótica”, destacamos o trabalho intitulado “Integração de Múltiplas Plataformas Robóticas no Ensino Fundamental e Médio”. Nele os autores da Silva e Almeida (2012) apresentam as cinco possibilidades mais utilizadas no Brasil, sendo estas a Linha Educacional da Lego, Kit Educacional Modelix, XBot Educacional, Vex Robotics e Material de Sucata. Em relação ao Lego, os autores destacam a característica da inclusão do material didático nos kits, os quais apresentam como desvantagens a fragilidade das peças e a não disponibilidade para venda no Brasil de peças de reposição como motores, sensores e outras. Os kits da Modelix são feitos com materiais simples como placas de alumínio, plástico ABS e circuitos simples com componentes que podem ser encontrados facilmente nas lojas de eletrônica. Além disso, a

empresa que desenvolve o produto também comercializa material didático específico para cada atividade. Os produtos da XBot Educacional são focados para o nível médio, técnico e superior, sendo que a empresa também disponibiliza material didático explicando o funcionamento dos materiais e exemplos de projetos. Como desvantagem desta possibilidade, os autores citam o alto custo para as escolas e a complexidade de utilização pelos alunos do ensino fundamental. O kit Vex Robotics é um dos mais utilizados, internacionalmente, em competições e aulas de robótica, embora no Brasil não seja tão utilizado em função do alto custo. Como grande vantagem, destaca-se a possibilidade de interagir bem com outros kits. Para minimizar os custos, os autores sugerem o Material de Sucata sendo estes, brinquedos velhos, pedaços de madeiras, garrafas pet e muitos outros materiais que podem ser integrados a componentes eletrônicos. Para os autores, o maior empecilho desta última possibilidade é a ausência de material didático pronto. Além de apresentar as vantagens e desvantagens destas cinco possibilidades, o trabalho destaca a integração de dois ou mais kits no sentido de ampliar as suas utilizações com o investimento inicial em materiais mais econômicos, muitas vezes reutilizados, e agregação de alguns elementos de kits mais caros.

A busca pela construção de kits de robótica livres, com a possível integração aos kits convencionais, foi um apontamento do trabalho de Campos (2011), com a revisão dos artigos publicados de 1994 a 2010. No período de 2011 a 2014, através da análise dos artigos classificados na categoria “Proposta de Protótipos” verificamos que 62% dos trabalhos estão associados a kits livres, 23 % estão associados a kits proprietários, 12 % propõem robôs com a integração entre kits livres e proprietários e 3 % propõem robôs com a integração entre kits proprietários. Sendo assim, podemos dizer que a busca pela construção de kits de menor custo é um forte objetivo das publicações nos últimos quatro anos. Porém, na análise dos artigos classificados nas categorias “Aplicação e Avaliação de Propostas e Formação Continuada de Professores”, os resultados foram praticamente invertidos. Nestas categoriais observamos que 61 % dos trabalhos foram desenvolvidos com kits proprietários, 27 % com kits livres, 9 % com a integração entre kits livres e proprietários e 1 % com a integração entre kits proprietários. Aqui, cabe destacar, o crescimento da alternativa de integração entre kits livres e proprietários nos anos de 2013 e 2014.

Na categoria “Propostas de Protótipos”, destacamos o trabalho intitulado “Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem”. Neste artigo, Alves e colaboradores (2012) apresentam um minicurso destinado a professores e outros profissionais que desejam trabalhar com robótica no ensino. Para o controle dos componentes eletrônicos é utilizada a placa eletrônica Arduino, projeto desenvolvido na Itália, em 2005, com objetivo de

possibilitar que pessoas não especialistas em programação e/ou em eletrônica desenvolvam ambientes interativos. Além da explicação dos componentes do Arduino e seu ambiente de programação, o trabalho apresenta uma breve revisão teórica dos diodos emissores de luz (LED), resistores fixos, resistores variáveis e placa protoboard. A integração entre o Arduino e estes componentes eletrônicos é sugerida nos experimentos Pisca LED, Sensor de Luminosidade 1, Sensor de Luminosidade 2 e Motor. Cada um destes experimentos segue as seguintes seções: O que é, Material Necessário, Montagem, Código, Como funciona, Como usar, Aspectos para se notar, Ideias para experimentar, Estendendo o experimento, Características educacionais e Experimentos Relacionados. Para finalizar, os autores ressaltam que a programação textual do software Arduino pode ser um obstáculo para iniciantes. Como sugestão, para suprir a barreira da programação textual, é sugerido o uso da linguagem de programação visual, cuja realização se dá através do mecanismo de arrastar e soltar elementos gráficos, estes geralmente blocos que se encaixam uns nos outros.

Também como proposta de construção de robôs no contexto da robótica livre, destacamos o trabalho intitulado “Praxedes: Protótipo de um Kit Educacional de Robótica Baseado na Plataforma Arduino”. Nele, os autores Silva e Scherer (2013), apresentam uma breve revisão teórica dos principais componentes que estruturam o projeto, os quais são: motores de corrente contínua, ponte H, sensor ultrassônico e sensor de luz composto de Led’s, resistores fixos e variáveis. Estes materiais, além de rodas, chassi, baterias, mini protoboard e Arduino compõem o kit, que na época custou R\$ 224,80. O robô foi testado num circuito oval de aproximadamente 60 x 45 cm, espaço onde teria que percorrer a trilha e evitar alguns obstáculos colocados no caminho. Assim que encontrasse os obstáculos o robô deveria sair da trilha para contornar o objeto e voltar mais adiante. Utilizou-se para a programação a linguagem textual do Arduino. Além desta, os softwares Minibloq e Ardublock foram testados e descartados por não se mostrarem eficazes no projeto. Deste modo, a versão final do robô foi programada com a linguagem do Arduino que possui sintaxe muito semelhante ao C. Os autores finalizam o trabalho afirmando que o kit se comportou relativamente bem em termos da integração dos componentes, porém se observou um consumo ligeiramente alto em relação às baterias. Como sugestões para trabalhos futuros são propostas as atividades: validação do kit com usuários do ensino fundamental, desenvolvimento de um suporte pedagógico e escolha de um software que facilite a programação por alunos iniciantes na robótica.

As propostas de Alves, et. al (2012) e Silva e Scherer (2013), caracterizam-se pela apresentação de protótipos com diferentes níveis gradativos de complexidade, sendo que o

experimento do Pisca Led é uma atividade clássica para quem está dando os primeiros passos na robótica. Deste modo, a leitura integral destes trabalhos é de fundamental relevância para os professores e profissionais interessados em implementar a robótica livre em atividades de ensino. Para os curiosos em desenvolver a robótica com kits proprietários, ressaltamos que os protótipos apresentados nas publicações são similares aos sugeridos nos materiais didáticos vendidos em conjunto com os kits. Neste contexto, cabe destacar que o acesso a estes roteiros é a melhor forma de busca de informações sobre a construção destes robôs.

Para estruturação, desenvolvimento e avaliação de atividades de robótica o professor necessita acessar trabalhos que vão além da sugestão de propostas. Só assim poderá obter elementos do tipo: Qual pode ser o número total de alunos? Qual é o número adequado de alunos por grupo? Quais metodologias são utilizadas para a montagem e programação dos protótipos? Quais são as cargas horárias das atividades? Como as oficinas podem ser avaliadas? Com o objetivo de apresentarmos elementos associados a estes questionamentos, passamos a descrever os artigos de maior relevância classificados nas categorias “Aplicação e Avaliação de Propostas e Alternativas para a Formação Continuada de Professores”.

Miranda e Suanno (2012), no artigo intitulado “Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora”, apresentaram um estudo de caso desenvolvido com base na observação participante, grupo focal e entrevista com professor. Num período de três anos foram realizadas 24 horas de observações às aulas de robótica de duas escolas particulares com alunos de 11 a 15 anos de idade do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio. Nesta fase, os pesquisadores conheceram como era a dinâmica de uma aula de robótica com no máximo 30 pessoas no laboratório montado para este tipo de aula. No início das mesmas, os alunos eram estimulados a resolver situações problemas, por exemplo, o desenvolvimento de um robô capaz de seguir uma trajetória pré-definida. Na construção dos robôs os alunos atuavam, desde o início até o fim da aula, em grupos de 4 a 5 componentes. Sobre este momento destacamos a fala de um dos alunos participantes do grupo focal “na verdade todo mundo sabe de tudo, mas tem uma pessoa que se destaca melhor na montagem, outra na programação; daí fica dividido assim...quem gosta de montar fica mais responsável por montar, programar por programar. Mas se precisar que essa pessoa faça outra coisa, ela também dá conta”. Além do aspecto da organização dos alunos em grupos, os pesquisadores reiteram a mediação do professor no processo de ensino/aprendizagem. De acordo com um dos alunos “o professor explica a teoria, e faz na sua frente o que tá explicando. Por exemplo, quando a gente estudou a luz, ele mostrou o robô fazendo o que ele explicou. Isso ajuda muito. Em algumas aulas o professor usa o quadro ou o Datashow para explicar algo, mas

sempre as aulas terminam na prática, na montagem de um robô ou discutindo alguma coisa sobre o nosso dia a dia”. Para finalizar, é destacada a promoção da autonomia dos alunos através de um processo em que o professor além de proporcionar meios para a construção de projetos iniciais também indica aperfeiçoamentos destes protótipos para que os alunos se sintam interessados em pesquisar sobre o assunto ou sanar suas dúvidas.

A leitura do trabalho de Miranda e Suanno (2012) indica que os bons resultados alcançados com a robótica no ensino estão associados à atuação do professor como mediador no processo de ensino/aprendizagem. Além disso, a implementação e avaliação das atividades, em longo prazo, e o envolvimento permanente do professor também são aspectos a serem destacados. Também como ação contínua para tornar a robótica uma realidade nas escolas brasileiras destacamos o trabalho “A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para a rede pública de ensino”. No artigo de Reis et al (2014) apresentam o resultado de três projetos de extensão desenvolvidos pela Universidade de São João del-Rei (UFSJ).

A escrita da implementação e avaliação do primeiro projeto traz elementos associados às dúvidas listadas anteriormente. Dessa forma, focaremos esta etapa. A mesma teve duração de dois anos e iniciou pelo contato com a diretoria de três escolas públicas que aceitaram o projeto. Posteriormente foi realizada uma palestra de aproximadamente 30 minutos em cada uma das escolas com todos os alunos do 6º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio. Na ocasião foram abordados temas da utilização da robótica nas indústrias e na medicina e, além disso, foi feita uma exibição de três robôs diferentes. A seguir, os professores se responsabilizaram pela seleção dos alunos, sendo que os critérios de seleção foram o comportamento em sala de aula, histórico escolar e interesse. Desse modo, foram selecionados trinta alunos em cada ano do projeto. Os cursos oferecidos foram divididos em quatro módulos: noções básicas de informática, noções básicas de lógica matemática e computacional, introdução à programação de robôs I e introdução de programação de robôs II. Para os primeiros três módulos, foram entregues apostilas impressas, elaboradas por alunos de graduação em engenharias e afins. A primeira apostila, sobre Noções Básicas de Informática, apresentou uma síntese sobre o ambiente Windows e conhecimentos básicos de Paint, Word, PowerPoint, Excel e Internet. No próximo módulo os alunos tiveram contato com o software matemático Matlab para resolução de atividades de cálculo contendo matrizes, expressões algébricas, aritméticas e funções de primeiro e segundo grau. No terceiro módulo, o material apresentou blocos básicos de programação em NXT, software disponibilizado pela Lego em

kits de robótica. Estes três períodos serviram de base para a atuação dos alunos no quarto módulo que aconteceu paralelamente às competições regionais e estaduais de robótica.

As aulas foram desenvolvidas com dois alunos por computador e a duração total do curso foi de 128 horas. Para o desenvolvimento das atividades os alunos tiveram que aplicar conceitos básicos de matemática e física como ângulos, figuras geométricas, velocidade, frequência, entre outros. Os resultados do projeto foram baseados nas declarações dos alunos e professores das escolas participantes e da equipe do projeto. De acordo com os autores, a apresentação da robótica nas escolas no início do projeto contagiou os alunos, sendo que a mostra dos robôs no ambiente escolar foi a maior influência para este resultado. No início dos cursos foram verificadas muitas dificuldades de informática como usar o teclado e a Internet, porém ao longo dos mesmos foi observada, de uma maneira geral, uma melhoria no senso crítico e no interesse pelas aulas. O último módulo foi concluído com a maioria dos alunos, já que houve desistências devido à dedicação para outras atividades no horário das aulas. Nesta última fase, os participantes demonstraram espírito de cooperação, interesse e, alguns de liderança. Para finalizar, os pesquisadores destacaram o contato dos alunos com a universidade como oportunidade de troca de informações sobre vestibular e áreas do conhecimento. Neste momento, foi possível observar que muitos dos alunos, devido ao contato com as oficinas, demonstraram interesse pela engenharia e áreas afins. Como proposta para novos projetos é destacada a utilização da robótica livre para a elaboração de kits que podem ser adquiridos pelas escolas, apesar de o primeiro projeto desenvolvido com Lego ter sido importante e servido de base para novos projetos.

No contexto de viabilizar a robótica nas escolas com uma alternativa gratuita de software para a programação de protótipos, destacamos o artigo “DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional” classificado na categoria de Alternativas para a formação continuada de professores. Neste trabalho, Alves et al (2014) apresentam o DuinoBlocks, ambiente que tem como objetivo facilitar a programação do Arduino na fase de iniciação à robótica. No primeiro semestre de 2013, o software foi avaliado numa oficina de robótica com carga horária de 12 horas. O público alvo inicial foi de seis professores de diferentes áreas, matriculados no Curso de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRJ, sendo que apenas um deles tinha experiência em programação de computadores. O público final contou com 4 professores, devido à mudança de agenda de dois deles. Os participantes trabalharam em duplas com a utilização dos seus computadores pessoais e de kits de robótica disponibilizados pelos pesquisadores. Na primeira aula do curso os participantes programaram os protótipos somente

com a linguagem textual do Arduino (Wiring). Nos outros três encontros também foi incluída a linguagem gráfica do DuinoBlocks, sendo que os participantes foram instruídos a registrar suas opiniões num diário de bordo, além de responderem questionários impressos e questionamentos orais. Além disso, os responsáveis pela oficina também registraram suas impressões em relatórios de cada encontro.

Como o objetivo foi de verificar a interação dos participantes com a programação em linhas de comando e em blocos, decidiu-se não dar grande ênfase à montagem dos protótipos. No contato inicial, com ambos os softwares, o processo de programação foi diretivo. Os responsáveis pelas oficinas apresentavam a programação com um projetor multimídia e, ao mesmo tempo, os professores copiavam as ações. Posteriormente, utilizou-se uma abordagem mais exploratória onde os participantes realizavam alterações no programa construído. Para finalizar, os próprios professores criavam seus programas a partir de problemas simples. De acordo com os pesquisadores, nas primeiras interações com o DuinoBlocks, foram observadas dificuldades no encaixe dos blocos, visto que a proximidade dos blocos não resulta necessariamente em um encaixe. Porém, na interação com este software os participantes não tentaram realizar encaixes impossíveis, demonstrando assim que a lógica dos blocos foi entendida. Para finalizar, os participantes explicaram os propósitos de programas apresentados em linguagem textual do Arduino (Wiring) e em DuinoBlocks. Ao discursarem sobre programas em Wiring, conseguiram relatar o objetivo de algumas partes do programa, porém, aparentemente, não compreenderam o conjunto do mesmo. No entanto, quando apresentados a programas em DuinoBlocks conseguiram demonstrar um entendimento completo, sendo que o processo de “cópia com alterações” colaborou para o resultado.

2.4 CONTEXTO REGIONAL DOS TRABALHOS

As seções anteriores foram desenvolvidas com o propósito de conhecermos os focos das publicações no período de 2011 a 2014 e, além disso, proporcionar subsídios para que professores interessados pela robótica, estruturarem e implementem atividades no ensino. É possível que neste processo sejam necessárias ações para captação de recursos e interação com profissionais experientes na área para a discussão de dúvidas. Para a construção destes elementos, paralelamente à classificação dos artigos nas seis categorias apresentadas anteriormente, verificamos a região do país na qual o trabalho foi desenvolvido. Com o intuito

de apresentar uma visão da distribuição regional das publicações ao passar dos quatro anos elaboramos a Tabela 3.

Tabela 3 — Relação entre regiões e o número de artigos publicados no período 2011 - 2014.

Categoria	2011	2012	2013⁴	2014	Síntese dos Resultados
Sul	7	9	11	4	31
Sudeste	15	13	14	20	62
Centro-Oeste	4	3	3	2	12
Nordeste	4	10	13	15	42
Norte	2	0	0	0	2

Fonte: elaborada pelo autor.

Os resultados da Tabela 3 podem ser úteis na justificativa de elaboração de projetos de robótica, como por exemplo, para a formação de parcerias entre escolas e órgãos privados e públicos. Para verificar os fatores que podem estar associados a estes resultados, observamos as instituições (escolas, universidades, faculdades e institutos federais) associadas às pesquisas de robótica no ensino. Na região Sudeste destacamos que 50 % das publicações estão concentradas em instituições como a Unicamp, USP, UFSJ, Unesp e UFRJ. Nestes espaços, destacam-se ações permanentes desenvolvidas pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Unicamp, Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular (NUPIC) da USP, Grupo de Controle e Modelagem (GCOM) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) e o Grupo de Informática Aplicada à Educação (GINAPE) da UFRJ. No Nordeste, cerca de 75 % das pesquisas estão associadas à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) e Universidade Federal do Ceará (UFC). Nesta região, destacamos as ações permanentes do Laboratório NatalNet da UFRN.

As atividades contínuas das cinco instituições do Sudeste e do Nordeste citadas anteriormente, podem ser um fator associado ao destaque destas regiões, tanto no número total de publicações, quanto na estabilidade destes dados ao longo dos quatro anos no Sudeste e últimos três anos no Nordeste. Em contrapartida, observamos uma redução significativa no número de trabalhos no Sul em 2014, mesmo que o número total de publicações no Brasil, neste ano, permanecesse estável em comparação a 2013 e fosse maior que em 2011 e 2012. É

⁴ Nesse ano tivemos 1(um) trabalho com integração entre regiões.

possível que este resultado tenha relação com a constatação da interrupção de publicações de grupos que apresentaram trabalhos em anos anteriores. Neste contexto, citamos o Laboratório de Tecnologias Educacionais (Labtec) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o Instituto de Informática e Engenharia da UFRGS, o Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo (UPF) e o Curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Como estes espaços, além de outros como o Grupo de Robótica Educacional do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Londrina (UEL), continuam em atividade, acreditamos que no futuro próximo o número de artigos na região Sul não apresentará reduções como a apresentada anteriormente.

A investigação das possíveis justificativas dos resultados apresentados na Tabela 3 mostra que as universidades são as principais fontes de pesquisa em robótica no ensino no Sudeste, Nordeste e Sul. Porém, no Centro-Oeste, verificamos que esta função vem sendo exercida pelos institutos federais de educação, ciência e tecnologia como os localizados nos Campus Cuiabá/MT e Aquidauana/MS. Para finalizar, destacamos que a inexistência de publicações no Norte nos últimos três anos merece atenção dos pesquisadores interessados no tema.

2.5 EVENTOS E PERIÓDICOS DAS PUBLICAÇÕES

A existência de apenas uma publicação sobre robótica no ensino nos principais periódicos de ensino de ciências, citados anteriormente, é um resultado que evidencia o afastamento entre a temática e os pesquisadores com formação básica e/ou continuada na educação. A compreensão da possível justificativa deste fato tem relação com uma das observações do trabalho de Campos (2011), a qual trata da inexistência de pesquisas de robótica no ensino referentes à formação básica de professores. Neste contexto, a nossa pesquisa também destaca a escassez deste tipo de ação no período de 2011 a 2014, já que encontramos apenas um trabalho que relata atividades de robótica associadas a alunos do Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Mesmo que as práticas de robótica praticamente inexistam, tanto na formação básica de professores, quanto nos principais periódicos da educação, uma breve busca na Internet revela a disseminação desta prática nas escolas e universidades, além de espaços que oferecem cursos de formação em horários extraclasse. Deste modo, podemos dizer que

atualmente as reportagens sobre robótica despertam a curiosidade e o interesse dos professores, como é o caso dos autores deste trabalho. Em contrapartida, estamos desamparados em relação aos periódicos clássicos que colaboram para a inovação de práticas pedagógicas. Sendo assim, é relevante conhecermos as fontes atuais de pesquisa na área. Neste sentido, para auxiliar os colegas também iniciantes na robótica, apresentamos na Tabela 4 a relação entre os objetivos dos artigos e os eventos nos quais observamos mais de uma publicação no período de 2011 a 2014. Além disso, ilustramos na Tabela 5 a mesma relação para os periódicos em que foram localizados pelo menos um trabalho.

Tabela 4 — Relação dos eventos e objetivos dos artigos no período de 2011 a 2014

Categorias	Eventos
Materiais para confecção de protótipos; Propostas de protótipos; Aplicação e avaliação de propostas;	Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE); Mostra Nacional de Robótica (MNR);
Alternativas para a formação continuada de professores; Sistematização conceitual e justificativa sobre robótica na educação;	Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE);
Aplicação e avaliação de propostas	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC);

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 5 — Relação dos objetivos dos artigos e periódicos no período de 2011 a 2014

Categorias	Revistas e Periódicos
Materiais para confecção de protótipos;	Revista Virtual Ágora
Propostas de Protótipos;	Revista EAD e Tecnologias Digitais na Educação; Revista Colloquium Exactarum; Revista Holos;
Aplicação e Avaliação de Propostas;	Revista SBA – Controle e Automação; Revista Educação Temática Digital; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Educación en Ciências;

	Revista Novas Tecnologias na Educação; Revista Extensão e Cidadania; Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia; Revista Interfaces; Latin American Journal of Science Education; Revista Holos; Revista e-Curriculum; Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia; Revista Brasileira de Informática na Educação;
Sistematização conceitual e justificativa sobre robótica na educação;	Revista Espírito Livre;

Fonte: elaborada pelo autor.

Ressaltamos que o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências (ENPEC) consta na Tabela 4 pela publicação de dois artigos no ano de 2013. Em contrapartida, o Workshop de Robótica Educacional (WRE), o Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e a Mostra Nacional de Robótica (MNR) foram responsáveis por grande parte dos artigos. Em relação às revistas, de uma maneira geral, encontramos apenas um trabalho por periódico nos últimos quatro anos. Além deste conjunto, apenas a Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE-UFRGS) publicou cinco artigos no mesmo período.

2.6 ÁREA DE FORMAÇÃO DOS PESQUISADORES

Os eventos citados na Tabela 4 e os periódicos apresentados na Tabela 5 são voltados para áreas do conhecimento interdisciplinares como Física, Química, Biologia, Matemática, Pedagogia, Engenharias, Informática, entre outras. Atualmente, apesar da discussão da necessidade de relação entre as mesmas, sabe-se que no ENPEC, por exemplo, prevalecem os participantes com formação nas áreas das licenciaturas. Assim como profissionais da engenharia e da informática predominam, respectivamente, no COBENGE e no CBIE.

Para verificar as áreas de formação destes pesquisadores, buscamos os seus currículos na plataforma lattes. Nas poucas situações de ausência de informações nesta base de dados,

realizamos a busca pelos seus nomes no Google. Com estas duas alternativas, localizamos 410 currículos do total de 443 autores. A seguir, apresentamos as oito categorias referentes às áreas de formação dos pesquisadores na época da publicação do trabalho.

- 1) Formação básica nas Licenciaturas: acadêmicos ou graduados em cursos de Licenciatura.
- 2) Formação básica nas Engenharias ou Informática: acadêmicos ou graduados em cursos de Engenharia ou Informática.
- 3) Formação básica nas Licenciaturas e especialização no ensino: graduados em Licenciaturas e formação continuada no ensino.
- 4) Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática: graduação e formação continuada em cursos de Engenharia ou Informática.
- 5) Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada no ensino: graduação em cursos de Engenharia e Informática e formação continuada no ensino.
- 6) Formação básica nas Licenciaturas e formação continuada em Engenharia ou Informática: graduação em Licenciatura e formação continuada em Engenharia ou Informática.
- 7) Ensino Fundamental: alunos que cursavam este nível de ensino.
- 8) Ensino Médio: alunos que cursavam este nível de ensino.

O nosso objetivo inicial foi de contabilizar e apresentar os resultados ao longo de 2011 a 2014 para verificarmos a recorrência de cada uma das categorias ao longo deste período. Porém, a existência de 90 pesquisadores com mais de uma publicação ao longo do mesmo ano e/ou anos posteriores não permitiu a apresentação desta análise. Sendo assim, apresentaremos nas Tabelas 6 e 7 a síntese dos resultados para os autores com mais de uma publicação e autores com uma publicação.

Tabela 6 — Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com mais de uma publicação

Áreas do Conhecimento	Número de Pesquisadores
Formação básica nas Licenciaturas;	1
Formação básica nas Engenharias ou Informática;	22
Formação básica nas Licenciaturas e especialização em Ensino;	12
Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática;	52

Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada em Ensino;	3
---	---

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 7 — Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com uma publicação

Áreas do Conhecimento	Número de Pesquisadores
Formação básica nas Licenciaturas;	21
Formação básica nas Engenharias ou Informática;	106
Formação básica nas Licenciaturas e especialização em Ensino;	32
Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática;	128
Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada em Ensino;	8
Formação básica em Licenciatura e formação continuada nas Engenharias ou Informática;	10
Ensino Fundamental;	5
Ensino Médio;	10

Fonte: elaborada pelo autor.

As Tabelas 6 e 7 mostram que a maioria dos pesquisadores sobre robótica, no ensino brasileiro, não cursaram, na formação básica e continuada, disciplinas ligadas à didática e metodologias de ensino. Porém, a leitura integral dos trabalhos indica que parte destes profissionais desenvolveram suas atividades também com a preocupação de como o ser humano aprende e quais metodologias são adequadas no processo de ensino/aprendizagem. Para ilustrar os autores e as respectivas concepções utilizadas por estes profissionais em relação às teorias de aprendizagens e metodologias apresentamos a Tabela 8.

Tabela 8 — Teorias de Aprendizagem e Metodologias presentes nos trabalhos publicados pelos pesquisadores classificados nas categorias 2) e 4).

Autor	Aspectos Abordados
Papert (1980)	Concepção de que o computador proporciona às crianças a capacidade de descobrir e pesquisarem segundo os seus próprios interesses. Nesta interação, o computador permite o aumento da capacidade de invenção, criação e produção.
Piaget (1952)	Importância das interações dos sujeitos com os objetos da natureza para o desenvolvimento cognitivo.
Ausubel (1978)	Necessidade de investigação do que o aluno já sabe e o ensino de acordo com este conhecimento prévio.

Habermas (2002)	Hipótese de que o processo de formação de professores deve ser apoiado no ideal do professor ser o protagonista de sua própria formação.
Gardner (2007)	Cada pessoa aprende de uma maneira diferente, de acordo com oito tipos de inteligências (linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e naturalista).
Paulo Freire (1985)	Ideia de pensarmos a pedagogia das perguntas ao invés da pedagogia das respostas prontas.
Vygotsky (1984)	Potencial que alguns sujeitos podem ter sobre a aprendizagem de seus pares estabelecendo-se um campo de influência denominada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).
Problem-based-learning (Riek, 2013)	O aprendizado ocorre através da resolução de problemas com robôs, propostos pelo professor, sem uma aula instrucional tradicional prévia.
Active-learning (Riek, 2013)	Conceitos novos são aprendidos e imediatamente aplicados ao robô.
Competition-based-learning (Gómez-de-Gabriel, et al., 2011)	Uma competição entre robôs desenvolvidos por equipes de alunos tem o objetivo de motivar a construção de robôs com o melhor desempenho possível.

Fonte: elaborada pelo autor.

As Tabelas 6 e 7 também ilustram que a minoria dos pesquisadores de robótica no ensino eram acadêmicos ou graduados em cursos de Licenciatura ou ainda, graduados em licenciatura e com formação continuada em educação/ensino. A justificativa deste resultado está associada, no nosso ponto de vista, a três fatores: (1) ausência do tema na formação inicial de professores até 2010, verificada por Campos (2011); (2) apenas uma proposta de formação básica de professores no período de 2011 a 2014 que se refere ao Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e (3) a escassez de alternativas de formação continuada de professores, conforme ilustramos na Tabela 2.

Estes argumentos também indicam que a minoria dos profissionais associados às categorias 1) e 3) devem ter cursado, na formação inicial ou continuada, disciplinas que abordam, de uma maneira paralela, os três pilares da robótica: programação, mecânica e eletrônica. Neste trabalho, não temos o objetivo de conhecer o conjunto de alternativas adotadas por estes professores para a construção de conhecimentos técnicos que envolvem a robótica. Porém, a leitura integral dos trabalhos desta parcela indica que parte dos pesquisadores procurou se aproximar da robótica com pesquisas de observação de práticas desenvolvidas por outros professores ou ainda desenvolveram atividades sem a construção

física inicial de um protótipo. Além disso, também observamos a integração de profissionais das engenharias, informática e licenciaturas como possível movimento para a superação desta dificuldade. Para finalizar, destacamos que as pesquisas com a participação de alunos do ensino fundamental e médio estão associadas à apresentação de robôs participantes da mostra nacional de robótica.

2.7 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 2

A discussão em se utilizar a robótica nas atividades de ensino parece ter um aumento significativo de público brasileiro no período de 2011 a 2014. As 150 publicações neste período, em comparação aos 120 trabalhos localizados no exterior e no Brasil, por Campos (2011), viabilizam a veracidade desta hipótese e, paralelamente, colaboram para a solidificação desta tendência.

Aliada a essa constatação, verificamos que o corpo principal de pessoas que promovem a disseminação desta prática é composto por profissionais com formação básica e continuada em Informática e Engenharias. Para que a robótica no ensino também esteja cada vez mais presente nas atividades dos professores com formação básica em Licenciaturas, a busca por alternativas é bastante necessária e três possibilidades nos parecem indicar um caminho para o cumprimento deste objetivo.

É urgente a necessidade por uma formação inicial do professor que contemple a aplicação de conhecimentos teóricos para a compreensão de como protótipos do cotidiano funcionam. Deste modo, quando ele estiver planejando determinado tópico da disciplina, sintase capaz de ensinar conhecimentos de ciências exatas que se fazem necessários para a compreensão do mundo. De outra forma, a abordagem da Física no Ensino Básico não evoluirá da posição de uma disciplina desconectada com a realidade.

Complementarmente à formação inicial do professor, é urgente a necessidade de formação continuada dos professores. Neste contexto, as duas principais constatações deste trabalho: poucas publicações sobre robótica educacional nos principais periódicos e eventos das áreas das ciências e predominância dos profissionais da Informática e das Engenharias como promotores das atividades, colaboram para traçarmos possibilidades atuais e perspectivas futuras de como pode acontecer a capacitação dos professores interessados pelo tema.

Em relação ao acesso de trabalhos nos periódicos e anais de eventos relacionados à robótica no ensino, os autores deste trabalho, atualmente, sugerem a busca por publicações nos anais do Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e Mostra Nacional de Robótica (MNR). Estes espaços são ótimas fontes de pesquisas em relação a tipos de protótipos com diferentes níveis de complexidade, tanto para a promoção da robótica com kits livres, fechados e, até mesmo, para a integração dos mesmos. Além do mais, existe um número significativo de trabalhos com a aplicação e a avaliação de propostas, conforme já apresentamos neste trabalho.

Como os principais periódicos e eventos das áreas das ciências também visam elevar a qualidade do ensino através da disseminação efetiva e permanente de novas práticas de ensino, nas quais se inclui a robótica, acreditamos que estes espaços, num futuro próximo, também se constituirão como fontes de pesquisa sobre a temática. Para a consolidação desta realidade, é fundamental a colaboração dos pesquisadores sobre robótica no ensino através da submissão de trabalhos para revistas e eventos, mesmo que a sua área de formação básica e continuada não seja comum à área de formação do público em geral.

Além da colaboração dos pesquisadores sobre robótica no ensino para a capacitação dos professores através de publicações de trabalhos em fontes de pesquisas clássicas de ensino de ciências, também sugerimos a aproximação entre estes profissionais em atividades que visam à construção de conhecimentos do tripé eletrônica-mecânica-programação que sustentam a robótica. Neste sentido, são imediatas ações do tipo em que o professor “aprende fazendo” em intervenções de construção da parte física e programação de protótipos, as quais são as práticas, de uma maneira geral, inexistentes em cursos de Licenciatura. Em contrapartida, devido à formação pedagógica, os professores podem colaborar de uma maneira significativa na elaboração e desenvolvimento de atividades de robótica do ponto de vista da atuação do aluno como centro do processo de ensino/aprendizagem. Deste modo, a relação entre as Licenciaturas, Informática e Engenharias transita numa via de mão dupla, na qual a formação é aperfeiçoada para ambos os interessados pelo ensino.

3 INVESTIGAÇÃO EM ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM AS DISSERTAÇÕES E TESES

O histórico da robótica na educação brasileira apresenta como marco inicial a interação de profissionais brasileiros com profissionais do exterior para o conhecimento de tipos de materiais e compreensão das suas potencialidades no ensino. Conforme D'Abreu (2014), estes primeiros passos foram dados por algumas universidades brasileiras na década de 1980. Para tanto, os primeiros projetos em robótica estavam atrelados ao sistema Logo-Logo⁵. Segundo Valente (1999), foi criado na Unicamp, em 1983, o grupo de pesquisa chamado NIED, que desenvolveu diversas pesquisas relacionadas ao uso do *Logo* na educação. O Projeto *Logo* da Unicamp foi o primeiro de sua natureza a ser implantado no Brasil. Seu objetivo inicial foi introduzir a linguagem *Logo* de programação e adequá-la à realidade brasileira (Valente, 1999).

Essas ações puderam dar suporte ao uso em maior escala do *Logo* na educação. Embora tenha sido utilizado em pesquisas em algumas universidades do país, o *Logo* se disseminou com as iniciativas do governo em criar projetos como o EDUCOM. Além disso, o desenvolvimento de computadores de uso pessoal ampliou as possibilidades de uso da informática da educação no Brasil, assim como no mundo todo. Outro grupo de pesquisa importante na utilização do *Logo* na educação foi o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante a década de 80, o *Logo* foi intensamente utilizado por um grupo de pesquisadores coordenados pela Professora Léa da Cruz Fagundes.

Em 1981, foi realizado no LEC, um primeiro estudo, que resultou na construção de um modelo sobre formas de raciocínio geométrico em crianças com dificuldades para aprender a ler, escrever e a calcular. Esse estudo possibilitou, também, definir a utilização terapêutica da programação em *Logo* como um recurso para tratar tais dificuldades (Fagundes; Mosca, 1985).

Ampliando essas primeiras investigações, foi estudado, em 1981, o processo de construção do conhecimento de crianças e adolescentes em Educação Especial. Procurou-se identificar a presença de habilidades e explorar os efeitos da interação desses indivíduos com

⁵ O sistema LEGO-Logo se baseia em um conjunto de peças LEGO que permitem a montagem de dispositivos (máquinas e animais) e um conjunto de novos comandos Logo que permitem a elaboração de programas que controlam estes dispositivos.

o ambiente informatizado, bem como as novas possibilidades de intervenção do facilitador ou professor (Fagundes; Maraschin, 1992).

No Brasil, a primeira versão do *Logo* traduzida foi desenvolvida para os computadores compatíveis com o Apple II, versão essa chamada de *mlogo*, adaptada pela empresa Microarte de São Paulo (Chaves, 1998). A Itautec desenvolveu um *Logo* em Português para o seu computador Itautec Jr., traduzido pelo NIED. Essa versão era uma das únicas do *Logo* utilizada em um sistema operacional CP/M⁶ (Chaves, 1998). Após o *Logo* da ITAUTEC, surgiu uma versão em Português para computadores da linha MSX⁷, chamado de Hot-Logo, instituído pela Sharp, para micros de oito bits e 64k, com saída para TV colorida em 16 cores.

Os primeiros kits do sistema Lego-Logo na educação chegaram pelas universidades, que, por meio de seus núcleos, começaram a desenvolver os projetos em sala de aula. As universidades que receberam os kits foram: Universidade estadual de Campinas (UNICAMP) e seu Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) em 1988; Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e seu Núcleo de Informática na Educação Superior (NIES) em 1993; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e seu Departamento de Psicologia/LEC em 1994.

A implementação das primeiras práticas aconteceu em algumas capitais em 1990 e a partir do ano de 2000 começaram a surgir espaços para disseminação em âmbito nacional, como por exemplo, a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), o fórum científico Workshop de Robótica Educacional (WRE) e a competição para alunos de 9 a 14 anos First Lego League⁸. Dessa forma, podemos dizer que a “linha do tempo” da robótica na educação brasileira encontra-se nos seus primórdios, no que se refere a sua utilização no ensino.

Políticas de expansão do uso desta tecnologia variam em cada país, na medida em que se destinam recursos para o trabalho com robótica de forma diferente, na formação docente e na estrutura pedagógica preparada para tal uso. Assim, verificar o andamento dos estudos e pesquisas sobre o tema é fundamental para o desenvolvimento de uma investigação que tenha contribuição significativa para a educação.

Para que o histórico venha acompanhado de qualidade, revisões sistemáticas de teses e dissertações precisam ser realizadas. Desse modo, trabalhos específicos de outros pesquisadores podem ser reutilizados e lacunas na área podem ser preenchidas. Com esse objetivo analisamos pesquisas brasileiras por um período de 22 anos com início em 1994,

⁶ "Programa de Controle para Microcomputadores" é um sistema operacional desenvolvido para os processadores Intel 8080, Intel 8085 e Zilog Z80, criado por Gary Kildall na década de 80.

⁷ MSX foi o nome dado a uma arquitetura de microcomputadores pessoais criada no Japão em 1983.

⁸ Competição organizada pela FIRST com apoio da LEGO Education, fabricante dos produtos Lego de robótica.

momento em que a robótica percorreu os primeiros passos para o estágio atual, e término em 2016, ano no qual observamos a manutenção de práticas iniciadas em 2000 e aumento significativo de interessados em outros espaços como cursos online e redes sociais.

Para colaborarmos com espaços formais e informais, e darmos continuidade ao estudo de Campos (2011) que, em parte do seu trabalho, apresentou informações sobre os temas centrais, regiões brasileiras de abrangência, áreas dos saberes e referenciais teóricos no período de 1994 a 2010. Além de mantermos essas categorias de análise para o período de 2010 a 2016, elaboramos novas categorias que remetem à área de formação básica e continuada dos autores e orientadores, uso de materiais, níveis de ensino investigados e uso de metodologias para a análise dos resultados no período de 1994 a 2016.

Cabe ressaltar que os resultados são analisados através de um cruzamento de categorias que visa à compreensão do contexto dos mesmos. A proposta deste capítulo é examinar a robótica como tecnologia de intervenção no processo educativo. Para tanto, 86 trabalhos acadêmicos entre mestrados e doutorados desenvolvidos no Brasil entre 1994 e 2016 foram encontrados e analisados por meio da pesquisa bibliográfica e da análise de conteúdo, utilizando recursos quantitativos e qualitativos de análise de dados.

Para esse estudo, tomamos como base alguns questionamentos determinantes para o acesso e análise de conteúdo e dos resultados:

- 1) Como as dissertações e teses distribuem-se ao longo dos anos?
- 2) Qual é o método de pesquisa mais comum empregado nos trabalhos?
- 3) Qual a distribuição dos métodos de pesquisa por mestrado e doutorado?
- 4) Qual o método de análise de dados mais utilizado?
- 5) Qual a distribuição dos trabalhos nas Instituições e seus programas?
- 6) Qual a distribuição dentre os programas?
- 7) Quais são os públicos-alvo envolvidos nas pesquisas?
- 8) Quais são as áreas de formação dos orientadores e autores?
- 9) Quais teorias de aprendizagem fundamentam as pesquisas?
- 10) Quais materiais de robótica foram utilizados nas pesquisas?
- 11) Quais os objetos centrais de estudos das pesquisas?

3.1 ANÁLISE DOS DADOS – ANÁLISE DE CONTEÚDO

Bardin (2011) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação. Através da análise de conteúdo de Bardin (2011), construímos um material a partir dos trabalhos acadêmicos levantados na base de dados CAPES⁹, Google Acadêmico e citações encontradas nos próprios trabalhos, conforme pesquisa integral de cada um deles. A busca na base de dados levou em consideração as seguintes palavras-chave: robótica educacional, robótica pedagógica, robótica educativa, robótica e educação. Os dados recolhidos foram catalogados e analisados com estatística descritiva.

Nesta análise, identificamos oitenta e seis produções de mestrado e doutorado, entre os anos de 1994 e 2016. Apresentamos abaixo a Tabela 9 com a distribuição desses dados por ano:

Tabela 9 — Quantidade de Dissertações e Teses de 1994 a 2016

Ano	Mestrado	Doutorado
1994	-	-
1995	-	-
1996	1	-
1997	-	-
1998	-	-
1999	-	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	2	1
2003	2	-
2004	2	-
2005	3	-
2006	2	1
2007	3	1
2008	3	1
2009	4	2

⁹ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

2010	5	-
2011	7	1
2012	3	1
2013	4	1
2014	4	2
2015	16	-
2016	12	2
Total	73	13

Fonte: elaborada pelo autor.

Se considerarmos as produções acadêmicas dos programas de Pós-graduação no Brasil, podemos afirmar que a temática sobre robótica na educação, embora tenha aumentado em pesquisas nos últimos anos, ainda se configura como um tema pouco explorado pelos pesquisadores. Um dado importante é a produção entre 2010 e 2016 (7 anos) em comparação com o período de 1994 a 2009 (16 anos), conforme a Tabela 10.

Tabela 10 — Quantidade de Trabalhos nos Períodos 1994 a 2009 e 2010 a 2016

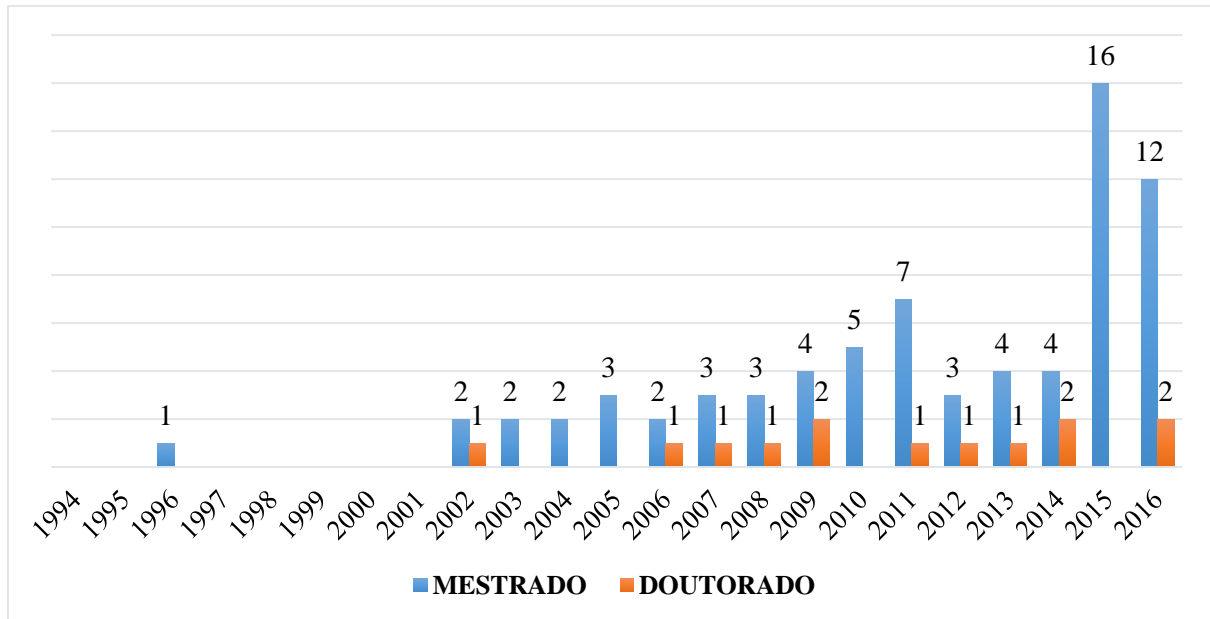
Período	Número de Trabalhos
1994 a 2009	28
2010 a 2016	58

Fonte: elaborada pelo autor.

Os dados dos últimos 7 anos que correspondem ao aumento nas pesquisas podem ser interpretados pelo surgimento de novos materiais de robótica, bem como de projetos didático-pedagógicos e a configuração das instituições de educação básica em relação ao trabalho com tecnologias e as competências para o século XXI.

Na relação entre os níveis (Mestrado e Doutorado), a maior parte das pesquisas em robótica educacional se concentraram no Mestrado (84%), enquanto o Doutorado conta apenas com 16% das produções. O Gráfico 1 abaixo demonstra a escala de pesquisas apresentadas na Tabela 1:

Gráfico 1 — Distribuição das Dissertações e Teses ao longo do período 1994 a 2016



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir desta primeira organização e análise, passamos para a leitura dos trabalhos de forma integral, no sentido de mapear os temas centrais de cada um, além da tentativa de destacar a relação entre os temas abordados. Em relação aos procedimentos analíticos, lemos, inicialmente, todos os resumos. Desta etapa, obtivemos um mapeamento da produção acadêmica a partir da estrutura acadêmico-científica formal. Em seguida, mapeamos as pesquisas a partir das instituições de ensino superior (IES), das áreas de conhecimento envolvidas e das temáticas centrais abordadas. Posteriormente, os trabalhos foram lidos integralmente. O sentido desta etapa do trabalho foi a busca pelos temas pesquisados, pelas tendências temáticas e, sobretudo, pelos fundamentos teóricos.

Para tanto, destacamos abaixo a Tabela 11, que configura os dados de autores, ano, tipo, método, detalhes do estudo e objetivo:

Tabela 11 — Autores, Ano de publicação, Classificação, Método, Detalhes do Estudo e Objetivo.

Autor	Ano	Tipo M/D	Método	Detalhe do estudo	Objetivo
Petry	1996	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estudar a aprendizagem com robótica
D'abreu	2002	D	Qualitativo	Estudo de caso	Estudar a implementação de ambientes de robótica educativa
Chella	2002	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estudar a implementação de

					ambientes de robótica educativa
Steffen	2002	M	Qualitativo	Estudo de caso	Aplicação da robótica em ambientes de aprendizagem
Santana	2003	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estudo da implantação da robótica no currículo
Ortolan	2003	M	Qualitativo	Estudo de caso, análise de conteúdo	Estudo da robótica por meio da programação
Zilli	2004	M	Qualitativo	Estudo de caso, análise de conteúdo	Analisar o uso da robótica como recurso
Santos	2004	M	Qualitativo	Estudo de caso	Analisar a relação professor/recurso
Accioli	2005	M	Qualitativo	Estudo de caso, Experimentação	Investigar a potencialidade do robolab (software)
Santos	2005	M	Qualitativo	Estudo de caso, Experimentação	Analisar o uso da robótica no ensino de física
Campos	2005	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estudo sobre implementação de robótica na educação
Chella	2006	D	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda o desenvolvimento de experimentos com robótica
Miranda	2006	M	Qualitativo	Estudos comparativos, experimentação	Estuda o desenvolvimento de kit de robótica
Rocha	2006	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda o processo de ensino-aprendizagem de programação com uso da robótica
Fortes	2007	M	Qualitativo	Design de experimentos	Estuda o uso da robótica na aprendizagem de conceitos matemáticos
Oliveira	2007	D	Qualitativo	Método Crítico (Piaget)	Estuda a tomada de consciência do objeto no uso da robótica
Gonçalves	2007	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda a utilização de kits de baixo custo de robótica
Labegalini	2007	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a efetividade de material didático voltado a aulas de robótica
Moreira	2008	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda o desenvolvimento de ambiente de robótica de baixo custo
Castro	2008	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda o desenvolvimento de software para robótica

Curcio	2008	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estudo de um material didático com equipamentos de baixo custo na robótica
Lopes	2008	D	Qualitativo	Experimentação	Estuda a criatividade no desenvolvimento de projetos de robótica
Maliuki	2009	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda o uso da robótica na educação matemática
Cesar	2009	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a Robótica Pedagógica Livre na construção de Conceitos Científico-Tecnológicos na formação de professores
Bigonha	2009	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda o uso da robótica na educação do Idoso
Santana	2009	D	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda o uso da robótica na iniciação científica
Junior	2009	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a implantação de ambiente de robótica educacional
Silva	2009	D	Qualitativo	Experimentação	Estuda uma metodologia para ensino de robótica
Santos	2010	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica na aprendizagem no Ensino Médio
Furletti	2010	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica na educação matemática
Cabral	2010	M	Qualitativo	Análise de conteúdo	Estuda as estratégias cognitivas de resolução de problemas em ambiente de robótica
Moraes	2010	M	Qualitativa	Estudo de caso, Experimentação	Estuda a robótica na educação matemática
Leitão	2010	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica na educação matemática
Kloc	2011	M	Qualitativo	Estudo exploratório	Estuda a implementação da robótica extra-curricular
Junior	2011	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica como ambiente educacional para a fluência tecnológica
Barbosa	2011	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica como ambiente educacional
Pinto	2011	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda a formação docente para uso da robótica

Barros	2011	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda ambiente de programação de robótica
Silva	2011	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a implementação de um kit de robótica de baixo custo
Souza	2011	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda um ambiente telerobótico em contexto educacional
Campos	2011	D	Qualitativo	Análise do discurso; Grupo focal	Estuda o desenvolvimento de currículo e a utilização da robótica
Martins	2012	M	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a robótica na educação matemática
Barbosa e Silva	2012	M	Qualitativa	CTS	Estuda a robótica como propulsor do pensamento
Aroca	2012	D	Quali e quanti	Experimentação	Estuda a aplicação de recurso robótico de baixo custo
Nascimento	2012	M	Qualitativa	Experimentação	Estuda a robótica no ensino do conceito de proporção no Ensino Fundamental
Zanatta	2013	M	Qualitativa	Experimentação	Estuda a robótica na educação científica
Araújo	2013	M	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a robótica na formação de professores de física
Alves	2013	M	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a criação de ambiente de programação para a robótica educacional
Fernandes	2013	M	Qualitativa	Estudo de caso, experimentação	Estuda a aplicação de plataforma virtual de robótica
César	2013	D	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda metodologia de robótica pedagógica livre
Gomes	2014	M	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a robótica na educação matemática
Shivani	2014	D	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a robótica no Ensino de Física
Junior	2014	M	Qualitativa	Estudo de caso, Experimentação	Estuda a introdução de kit de baixo custo no Ensino Médio
Junior	2014	M	Qualitativa	Estudo de caso	Estuda a robótica no Ensino de Física
Zanetti	2014	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda a robótica no apoio ao ensino de programação
Santin	2014	D	Qualitativo	Pesquisa	Estuda o uso de ferramenta

				aplicada	específica para o ensino de computação e robótica
Rodrigues	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso, experimentação	Estuda sequência didática com robótica no ensino fundamental
Guarenti	2015	M	Qualitativo	Pesquisa-ação	Estuda o uso da robótica no desenvolvimento cognitivo.
Flores	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda o desenvolvimento de uma ferramenta remota para robótica educacional
Araujo	2015	M	Qualitativo	Estudo de Caso	Estuda a robótica educacional no ensino da matemática
Gomes	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda o desenvolvimento de uma arquitetura pedagógica para docentes
Pinto	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a inserção de um robô humanoide no processo de ensino-aprendizagem
Souza	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a validação conceitual de um laboratório virtual para atividades com robótica
Pereira	2015	M	Qualitativo e quantitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de matemática e física em cursos de engenharia
Rodrigues	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda o desenvolvimento de um ambiente de programação visual
Mesquita	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda o planejamento e aulas da robótica no ensino fundamental
Dargains	2015	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a robótica no ensino de programação
Garcia	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de conceitos de biologia
Oliveira	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino da matemática
Luz	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a integração da robótica ao currículo da educação básica
Wildner	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino da matemática
Callegari	2015	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda os processos cognitivos com a robótica educacional
Pereira	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica na

					aprendizagem de alunos superdotados e alunos não superdotados
Moreira	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no processo de ensino-aprendizagem à luz do construcionismo
Rabelo	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de física
Fornaza	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de física
Silva	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda sequência didática com a robótica educacional
Lima Sa	2016	D	Qualitativo	Experimentação	Estuda a proposição de um ambiente web para robótica educacional
Cagliari	2016	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a proposição de ambiente colaborativo para aprendizagem da robótica
Lima	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de química
Honorato	2016	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda uma proposta de plataforma para o ensino de física
Santos	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda as implicações para prática pedagógica de licenciandos em Física usando a robótica
Santos	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de matemática
Almeida	2016	M	Qualitativo	Experimentação	Estuda a proposição de um laboratório remoto de ensino de robótica
Barbosa	2016	D	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a aprendizagem colaborativa com robótica no ensino médio
Antunes	2016	M	Qualitativo	Estudo de caso	Estuda a robótica no ensino de música

Fonte: elaborada pelo autor.

A distribuição dos trabalhos citados demonstra domínio do método de estudo de caso nas produções, bem como dos estudos qualitativos. Outro aspecto a ser destacado, na Tabela 11, é a possibilidade de a comunidade acadêmica conhecer as pesquisas em termos dos seus

objetivos e, assim, reutilizá-las como material de apoio para a estruturação de novos trabalhos. Neste contexto, destacamos um conjunto de pesquisas que utilizam a robótica no ensino de física, matemática e programação. Além disso, apresentam propostas de uso de materiais de baixo custo e inserção da robótica no currículo.

Na elaboração de projetos de pesquisa e na estruturação de materiais didáticos, também é importante conhecermos as regiões de abrangência das pesquisas para a aproximação entre pesquisadores e interessados pelo tema. Com esse objetivo apresentamos a Tabela 12.

Tabela 12 — Distribuição dos trabalhos nas instituições e seus respectivos programas

IES	ÁREA DO CONHECIMENTO	QUANTIDADE
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Educação Matemática	2
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Ensino de Ciências e Matemática	1
Universidade Federal Rio Grande do Sul	Ensino de Matemática	2
Universidade Federal de Goiás	Ensino de Ciências e Matemática	3
Universidade Federal Rio Grande do Sul	Psicologia	1
Universidade Federal Rio Grande do Sul	Informática na Educação	2
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Educação	1
Universidade Federal do Rio Grande	Educação em Ciências	2
Universidade Federal do Espírito Santo	Informática	1
CEFET- Minas Gerais	Educação Tecnológica	1
Universidade Federal da Bahia	Educação	4
Universidade Federal da Bahia	Mecatrônica	1
Universidade Federal do Paraná	Instituto de Tecnologia	1
Universidade Estadual do Ceará	Computação Aplicada	1
Universidade Estácio de Sá	Educação	1
Universidade Federal de Uberlândia	Educação	2
Universidade Estadual de Maringá	Ciência da Computação	2
Universidade Federal de Santa Catarina	Engenharia de Produção	1
Universidade Federal de Santa Catarina	Engenharia e Gestão do conhecimento	1

Universidade Federal de Santa Catarina	Ciência da Computação	1
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Educação	1
Universidade Estadual de Campinas	Engenharia Elétrica	1
Universidade Estadual de Campinas	Tecnologia	1
Universidade Estadual de Campinas	Engenharia Mecânica	1
Universidade Presbiteriana Mackenzie	Educação	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro	Informática	7
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Engenharia Elétrica e Computação	7
Universidade Braz Cubas	Semiótica	1
Universidade Bandeirante de São Paulo	Educação Matemática	1
Universidade do Sul de Santa Catarina	Educação	1
Universidade de São Paulo	Escola de Comunicação e Artes	1
Universidade de São Paulo	Educação	1
Universidade Federal de Lavras	Educação	1
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Educação: Currículo	2
Universidade Tecnológica Federal do Paraná		
Tecnologia e Sociedade	1	
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Ensino de Ciência e Tecnologia	1
Universidade Federal do Amazonas	Informática	2
Universidade Anhanguera de São Paulo	Educação Matemática	1
Instituto de Engenharia do Paraná	Desenvolvimento de Tecnologia	1
Faculdade Campo Limpo Paulista	Ciência da Computação	1
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Ilha Solteira	Mestrado Profissional em Matemática	1
Centro Universitário Internacional	Educação e Novas Tecnologias	1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Rio Grande do Sul	Educação e Tecnologias	1
Universidade Salvador	Sistemas de Computação	1
Universidade de Fortaleza	Informática Aplicada	1
Universidade Federal de Goiás	Ensino de Física	2
Universidade Federal de Goiás	Química	1

Universidade de Caxias do Sul	Ensino de Ciências e Matemática	1
Universidade de Caxias do Sul	Educação	1
Universidade do oeste do Pará	Educação	1
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	Ensino Científico e Tecnológico	1
Universidade Federal de Itajubá	Ensino de Ciências	1
Universidade Federal Rural de Pernambuco	Ensino de Ciências	1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Amazonas	Ensino Tecnológico	1
Universidade Cruzeiro do Sul	Ensino de Ciências e Matemática	1
Universidade Federal do ABC	Ensino e História das Ciências e da Matemática	1
Universidade Estadual da Paraíba	Ensino de Ciências e Matemática	1
Universidade Federal de Passo Fundo	Educação	1
Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social	Ensino de Ciências Exatas	1
Universidade de São Paulo	Ciências da Computação e Matemática Computacional	1
Total	47	86

Fonte: elaborada pelo autor.

A produção das dissertações e teses está distribuída por 42 universidades brasileiras, em 47 programas espalhados por essas instituições. Abaixo, apresentamos a Tabela 13 que representa a distribuição das universidades pelas regiões do Brasil.

Tabela 13 — Distribuição das universidades e quantidades pelas regiões do Brasil.

REGIÃO	QUANTIDADE/UNIVERSIDADES	QUANTIDADE/TRABALHOS
Sul	12	24
Sudeste	19	35
Centro-Oeste	1	6
Nordeste	7	17
Norte	3	4

Total	42	86
--------------	-----------	-----------

Fonte: elaborada pelo autor.

Podemos constatar, a partir da Tabela 13, que em sua grande maioria as pesquisas se concentram na região sul e sudeste, sendo 74% das instituições (24). Contudo, verificamos um aumento significativo na quantidade das produções sobre o tema robótica educacional na região Nordeste. Embora a concentração dos 86 trabalhos seja nas regiões Sudeste e Sul, duas das universidades, que concentram a maior quantidade em números de produções, estão no Nordeste.

As universidades com maior número de produções são Federais, Rio Grande do Sul (7), Rio grande do Norte (7) e Bahia (5). Outro ponto importante é a distribuição das produções nas universidades em cada região, como por exemplo no Sul, apresentando (13) instituições com 24 trabalhos acadêmicos dos quais (10) foram desenvolvidas no Rio Grande do Sul e (8) no Paraná, totalizando 75% das produções na Região. No estado do Rio Grande do Sul, a predominância das pesquisas está na UFRGS com 85%, distribuídas em (4) programas.

No caso do Sudeste, São Paulo conta com (19) trabalhos, enquanto Minas Gerais e Rio de Janeiro apresentam (15) e Espírito Santo possui apenas (1) trabalho. Em São Paulo, a Pontifícia Universidade Católica (4), UNICAMP e USP (3) cada, são as instituições que agregam o maior número de trabalhos. Considerando o total no estado, as instituições particulares agregam o maior número de trabalhos (10).

O Nordeste conta com (7) instituições que agregam os 17 trabalhos na região, com a maior concentração na Universidade Federal do Rio Grande do Norte com (7), seguido de perto pela Universidade Federal da Bahia com (5). A Universidade Federal do Ceará tem (1) produção.

Um dado interessante é a distribuição dos trabalhos entre instituições Federais, Estaduais e Particulares, conforme Tabela 14.

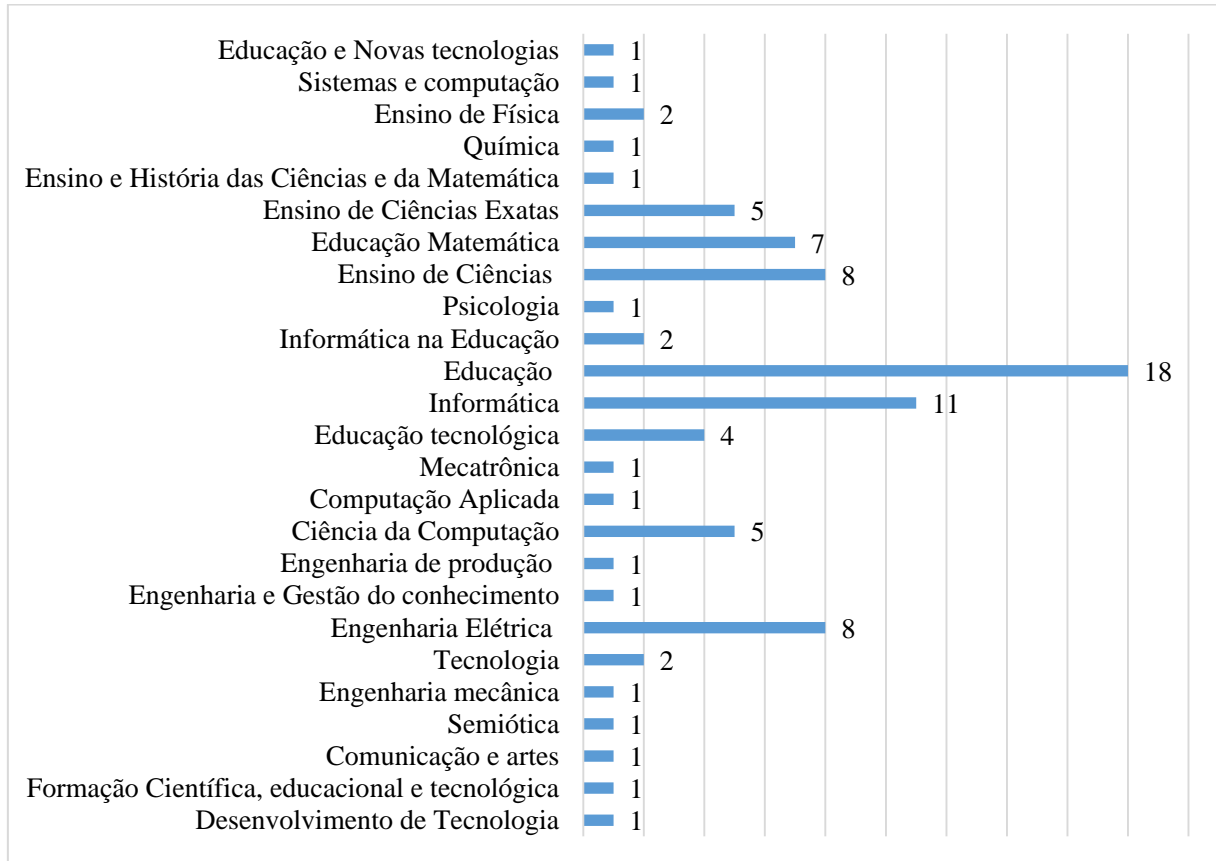
Tabela 14 — Distribuição dos trabalhos entre federais, estaduais e particulares

Instituições	Quantidade/Universidades	Quantidade/Trabalhos
Federal	18	51
Estadual	10	18
Particular	14	17

Fonte: elaborada pelo autor.

Além disso, analisamos as áreas que mais produziram dissertações e teses, conforme o Gráfico 2, contando com 25 programas:

Gráfico 2 — Programas e números de Dissertações e Teses



Fonte: elaborada pelo autor.

Na perspectiva dos programas, as pesquisas veiculadas em educação somam 21% das produções, representando o maior número (18 produções). Programas como Ciência da Computação (5), Informática e Informática na Educação (13), Engenharias (11) têm 38% dos trabalhos acadêmicos.

Podemos observar que, embora as produções científico-acadêmicas tenham aumentado nos programas de Educação, as diferenças para os programas mais relacionados com tecnologia e ciências exatas ainda são relevantes. Dos vinte e cinco (25) programas apenas oito (8) são da área de Ciências Humanas e Sociais o que apresenta apenas 32% do total.

Esta configuração nos sugere a necessidade de integração das áreas de engenharias, informática e educação, a fim de superar a distância nos estudos relacionados ao uso da robótica na educação. Aqui cabe ressaltar, que os argumentos para a afirmação estão

embasados na continuidade da pesquisa de Campos (2011) no que se refere aos programas de desenvolvimento dos trabalhos.

O presente capítulo, além de apresentar a continuidade de parte do estudo presente na tese deste pesquisador, também apresenta novas categorias que colaboram para o conhecimento sobre os atores que estão envolvidos nas pesquisas. Iniciamos essa etapa com a apresentação dos públicos alvos das pesquisas através da Tabela 15¹⁰.

Tabela 15 — Tabela do público-alvo das pesquisas por ano

NÍVEL INVESTIGADO	1996	2002 2003	2004 2005	2006 2007	2008 2009	2010 2011	2012 2013	2014 2015 2016
Fundamental		2	3	2	5	5	3	8
Médio						2		12
Fundamental e Médio				1		1		5
Fundamental e Professores			1		2			
Fundamental e Pós-Graduação		1						
Superior				1			2	5
Superior e Pós-Graduação		1						
Professores	1		1		1	1	1	1
Professores, Fundamental, Adultos Leigos							1	1
Público diversificado						1	1	2
Idosos					1			
Curso Técnico						1		2

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 15 apresenta a configuração em que os estudos tiveram maior incidência na Educação Básica, o que corrobora com as características da implantação de projetos de robótica com alunos do Fundamental e Médio com kits de materiais de robótica (peças e material didático), principalmente a Lego conforme ilustra a Tabela 16.

Tabela 16 — Materiais de robótica utilizados nas pesquisas

ANO	MATERIAL UTILIZADO
------------	---------------------------

¹⁰ Um trabalho sem a definição de público em 2002; Dois trabalhos sem a existência de público em 2006; Um trabalho sem a existência de público em 2007; Um trabalho sem a existência de público em 2008; Dois trabalhos sem a existência de público em 2011; Um trabalho sem a existência de público em 2012.

1996	1) Lego
2002	1) Lego e materiais recicláveis 2) Lego e Robix 3) Não especificado
2003	1) Lego 2) Lego
2004	1) Não especificado 2) Não foram utilizados
2005	1) Lego 2) Lego 3) Lego
2006	1) Proposta de Material 2) Não foram utilizados 3) Lego
2007	1) Lego 2) Proposta de Material 3) Lego 4) Lego
2008	1) Proposta de material 2) Lego 3) Robótica Livre 4) Lego
2009	1) Lego 2) Lego 3) Não especificado 4) Robótica Livre 5) Lego 6) Lego
2010	1) Lego 2) Lego 3) Lego 4) Lego 5) Robótica Livre
2011	1) Lego 2) Lego 3) Lego 4) Robótica Livre e Lego 5) Robótica Livre 6) Lego

	7) Não foram utilizados	
	8) Robótica Livre	
2012	1) Lego	
	2) Gogo Board	
	3) Robótica Livre	
	4) Lego	
2013	1) Lego	
	2) Robótica Livre	
	3) Robótica Livre	
	4) Proposta de Material	
	5) Robótica Livre	
2014	1) Lego	
	2) Lego	
	3) Robótica Livre	
	4) Robótica Livre	
	5) Lego	
	6) TOPOBO	
2015	1) Arduino e Lego	9) Robótica Livre
	2) Lego	10) Robótica Livre
	3) Robótica Livre	11) Robô humanoide
	4) Fishertechnik	12) Lego
	5) Lego	13) Lego
	6) Robótica Livre	14) Robótica Livre
	7) Lego	15) Lego
	8) Robótica Livre	16) Lego
2016	1) Robótica Livre	8) Robótica Livre
	2) Lego	9) Robótica Livre
	3) Robótica Livre	10) Lego
	4) Lego	11) Lego
	5) Lego	12) Lego
	6) Robótica Livre	13) Lego
	7) Robótica Livre	14) Robótica Livre

Fonte: elaborada pelo autor.

Na conjunção dos estudos é possível observar a predominância de pesquisas voltadas ao uso dos materiais de robótica da LEGO. Nota-se a presença deste material em todos os anos pesquisados. Também, cabe salientar, o aumento de projetos com uso de materiais diversos conforme os últimos 12 anos de pesquisas.

Na perspectiva de conhecermos as áreas de formação básica e continuada dos promotores das pesquisas, utilizamos a plataforma lattes como fonte de informações. Deste modo, elaboramos as Tabelas 17 e 18¹¹.

Tabela 17 — Área de formação básica e continuada dos orientadores das dissertações e teses

ÁREA DE FORMAÇÃO BÁSICA E CONTINUADA	NÚMERO DE ORIENTAÇÕES	ANO DAS ORIENTAÇÕES
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação no Ensino/Educação	28	1996, 2003, 2004, 2005 (2), 2007, 2008 (2), 2009 (3), 2010(2), 2011(2), 2012, 2013, 2014 (2), 2015 (9), 2016
Formação básica em Engenharias e pós-graduação em Engenharias	13	2002(2), 2007, 2008, 2010 (2), 2011 (2) 2015 (2) 2016 (3)
Formação básica em Informática e pós-graduação em engenharia.	10	2006, 2008, 2009, 2011 (2), 2012, 2013(3), 2016
Formação básica em Engenharias e pós-graduação em Informática	4	2006, 2007, 2012, 2014
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação em Informática	2	2005, 2014
Formação básica em Psicologia e pós-graduação em Ensino/Educação	3	2009, 2010, 2012
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação em Ciências Sociais Aplicadas	1	2002
Formação básica em Licenciatura e Pós-graduação em Psicologia	1	2014
Formação básica em Estatística e Ciências Jurídicas e Sociais e pós-graduação em Engenharia	1	2003
Formação básica em Informática e pós-graduação em Educação	6	2007, 2015 (3), 2016 (2)
Formação básica em Engenharia e pós-graduação em Geografia	1	2004
Formação básica em Bacharelado em Física e pós-graduação em Ensino/Educação	3	2011, 2015, 2016
Bacharelado em Física e pós-graduação em Física	4	2013, 2015, 2016 (2)

¹¹ O currículo de um autor não foi localizado.

Psicologia e pós-graduação em Saúde Pública	1	2009
Formação Básica em Física e pós-graduação em Engenharia	1	2006
Formação Básica em Informática e Pós-Graduação em Ciência da Computação	5	2011, 2014, 2015(1) 2016(2)
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação Em Química	2	2015, 2016

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 18 — Área de formação básica e continuada dos autores das dissertações e teses

ÁREA DE FORMAÇÃO BÁSICA E CONTINUADA	NÚMERO DE TRABALHOS	ANO DAS ORIENTAÇÕES
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação em Educação	38	2003, 2005(2), 2007 (2), 2009 (4), 2010 (5), 2011 (2), 2012 (2), 2013 (2), 2014 (3), 2015 (9), 2016 (6)
Formação básica em Informática e pós-graduação em Informática	18	2005, 2007, 2008, 2011 (2), 2012 (2), 2013, 2014, 2015(5), 2016 (4)
Formação básica em Engenharias e pós-graduação em Engenharias	8	2002, 2008, 2011 (2), 2013 (2), 2016 (2)
Formação básica em outras e pós-graduação em Educação	8	2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2014, 2015
Formação básica em Licenciatura e pós-graduação em outras	7	2002, 2006, 2009, 2011(2), 2015, 2016
Formação básica em Informática e pós-graduação em Engenharia	4	2002, 2004, 2006, 2016
Formação básica em Engenharia e pós-graduação em Informática	1	2008
Formação básica e continuada em Psicologia	1	1996

Fonte: elaborada pelo autor.

Na Tabela 17, observamos a predominância da formação básica em Licenciaturas e Pós-graduação nas Áreas de Ensino ou Educação com 33% do total (28). Contudo, é possível perceber que as áreas de Engenharia e Informática possuem número significativo (23).

Na Tabela 18, podemos observar a predominância da formação básica em Licenciatura e Pós-graduação nas Áreas de Ensino ou Educação, com 44% do total. Aqui também as engenharias e Informática possuem número expressivo (26), o que representa 30%. Deste

modo, podemos dizer que em trabalhos acadêmicos de dissertações e teses, as áreas de ensino ou Educação prevalecem na formação dos orientadores e, principalmente, dos autores.

Para termos conhecimentos das teorias de aprendizagem utilizadas como referencial teórico das pesquisas, elaboramos a Tabela 19.

Tabela 19 — Teorias de aprendizagens presentes nas pesquisas

ANO	TEORIA
1996	1) Tomada de Consciência de Piaget
2002	1) Construcionismo de Papert e Construtivismo de Piaget 2) Papert 3) Não Especificada
2003	1) Construcionismo de Papert e Construtivismo de Piaget 2) Construcionismo de Papert e Construtivismo de Piaget
2004	1) Não especificada 2) Gardner com Inteligências Múltiplas; Perrenoud com ensino por competências; Construcionismo de Papert e Construtivismo de Piaget
2005	1) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construcionismo de Papert 2) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 3) Não especificada
2006	1) Inexistente 2) Inexistente 3) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert
2007	1) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 2) Inexistente 3) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 4) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert
2008	1) Não especificada 2) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 3) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 4) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert
2009	1) Não especificada 2) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 3) Não especificada 4) Não especificada 5) Vigotsky com a Teoria Sociocultural 6) Inexistente

2010	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo de Papert; Vigotsky com a Teoria Sociocultural 2) Construtivismo de Piaget 3) Construtivismo de Piaget 4) Construcionismo de Papert 5) Construcionismo de Papert
2011	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo de Papert 2) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 3) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Paper; Feuerstein com a Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada. 4) Inexistente 5) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 6) Não especificada no resumo 7) Construtivismo de Piaget 8) Não especificada
2012	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo de Papert e Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud 2) Papert e Álvaro Vieira Pinto. 3) Inexistente 4) Construcionismo de Papert
2013	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo de Papert 2) Teoria Sociocultural de Vigotsky 3) Vigotsky com a Teoria Sociocultural; Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert 4) Inexistente 5) Construtivismo de Piaget; Construcionismo de Papert
2014	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo de Papert 2) Teoria Antropológica do Didático de Chevallard 3) Inexistente 4) Inexistente 5) Construcionismo de Papert 6) Piaget, Papert, Resnick
2015	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcionismo e Construtivismo 2) Ausubel, Construcionismo; 3) Teorias de currículo; 4) Construcionismo 5) Vygotsky, Construcionismo; 6) Construcionismo 7) Construtivismo, Construcionismo 8) Construcionismo

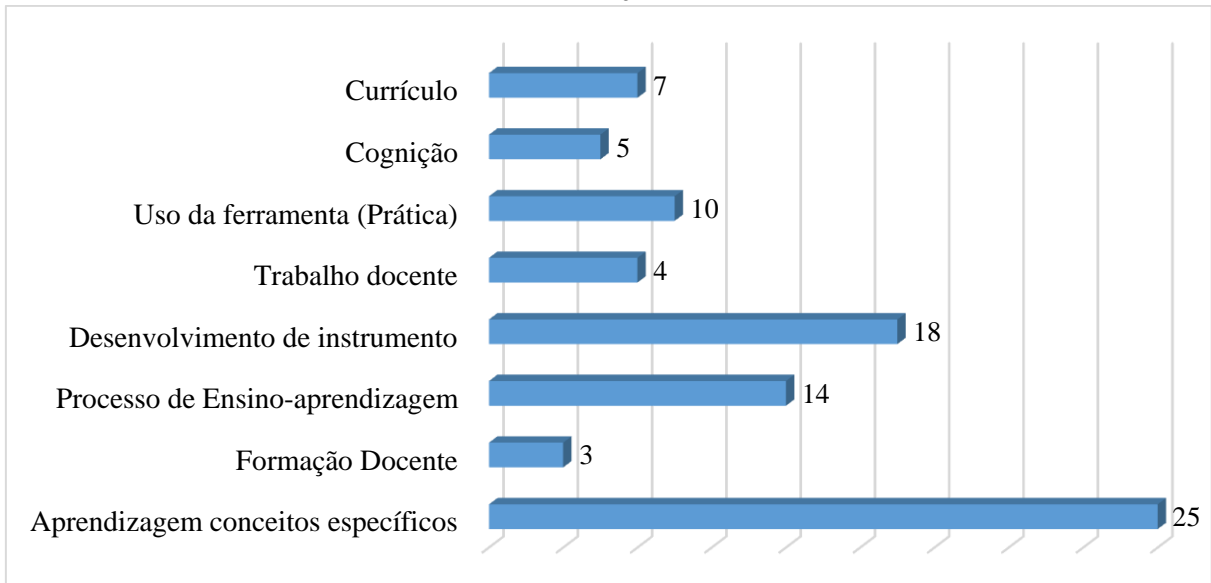
	<ul style="list-style-type: none"> 9) Construtivismo, Construcionismo 10) Construtivismo 11) Construcionismo, Vygotsky 12) Construcionismo, Construtivismo 13) Construcionismo 14) Construcionismo 15) Construcionismo, Construtivismo 16) Construcionismo, Vygotsky
2016	<ul style="list-style-type: none"> 1) Construtivismo, Pozo (construtivismo) 2) Construcionismo; 3) Costrucionismo 4) Construcionismo, Vygotsky, Construtivismo 5) Construcionismo; 6) Construcionismo 7) Construcionismo, Vygotsky 8) Construcionismo 9) Construtivismo, Construcionismo, Vygotsky 10) Construtivismo 11) Construcionismo 12) Construcionismo 13) Construcionismo 14) Construcionismo

Fonte: elaborada pelo autor.

Na pesquisa, é possível observar a presença dos trabalhos de Piaget e Papert em 90% das produções. Sendo referência na aplicação de tecnologia em educação e como pioneiro na utilização da programação e robótica no ensino, o construcionismo apresentado por Papert demonstra grande influência nas pesquisas. No caso do construtivismo, o papel dos estudos de Piaget sobre o processo de aprendizagem é por natureza objeto de fundamentação das produções, haja vista que o próprio Papert estudou e trabalhou com Piaget, estruturando o construcionismo a partir do construtivismo.

No intuito de conhecer e compreender os temas centrais das pesquisas, delimitamos, através de sistematização, os objetos de estudo, conforme o gráfico abaixo:

Gráfico 3 — Objeto de estudo



Fonte: elaborada pelo autor.

Esses temas centrais indicam um aspecto que orienta de forma geral a composição do trabalho acadêmico. Assim, por exemplo, o tema “aprendizagem de conceitos específicos” foi levantado para designar os trabalhos que tiveram como foco o uso da robótica na aprendizagem de conceitos específicos de determinada área de conhecimento como física, matemática, ciências e computação.

Nesse sentido, esses trabalhos se configuram pela busca de elementos que caracterizem a relação entre o uso da robótica como recurso tecnológico e a aprendizagem de conceitos. Portanto, o foco está na dinâmica do processo de aprendizagem de determinado componente curricular e como a robótica potencializa esse processo.

No que diz respeito ao tema “processo de ensino-aprendizagem”, as pesquisas que tratam deste assunto destacam o papel que a robótica tem no processo, tanto em relação ao docente quanto em relação ao educando. Uma diferença importante deste tema para a “aprendizagem de conceitos” é que a ênfase aqui não está na aprendizagem enquanto processo e, tampouco, no recurso tecnológico, mas sim na relação entre os dois, ou seja, como posso aprender física, por exemplo, utilizando a robótica.

As pesquisas que têm como tema central o uso da ferramenta (prática), ou seja, a robótica diretamente relacionada com os processos de aprender e ensinar, enfatizam o uso da robótica como recurso tecnológico que inova esses processos. Portanto, o foco está nas possibilidades que o recurso cria nas práticas pedagógicas, mas sem destaque em conhecimentos específicos ou nos processos de ensinar e aprender.

Embora esta seja a categoria importante, as discussões tendem a fazer um recorte generalista quanto à perspectiva do recurso tecnológico em relação à prática pedagógica, sob a ótica das potencialidades que a robótica cria no ambiente educacional.

Dentre todas as categorias, o currículo apresenta apenas (4) trabalhos acadêmicos em seu repertório. Acreditamos que nos falta discutir perguntas como: em que condições esse recurso tecnológico é integrado ao currículo? Que consequências o uso da robótica como disciplina no quadro curricular ou integrada a outras disciplinas traz para a prática pedagógica e para os processos educativos? Quais dificuldades são encontradas quando buscamos integrar a robótica no contexto curricular das escolas brasileiras? Quais são as contribuições deste recurso para o currículo? Até o momento, pouco temos avançado sobre esses aspectos e de fato as pesquisas a esse respeito têm se limitado ao uso propriamente dito do recurso.

Outro aspecto pouco explorado é a formação e o trabalho docente, visto que no Brasil as pesquisas não têm se preocupado com esse aspecto, haja vista que poucos são os trabalhos alocados nessas temáticas. Embora indiretamente discutido, não encontramos trabalhos acadêmicos que explorem mais profundamente o papel docente na integração curricular deste recurso, os aspectos de sua formação inicial e continuada, a relação das instituições com o docente, dentre outras.

Em suma, a temática “aprendizagem de conceitos específicos” conta com 29% dos trabalhos (25). Nessa categoria, os trabalhos apresentam estudos referentes ao uso da robótica na aprendizagem de conceitos de física, matemática, biologia, ciências, química, dentre outras. Com 20% dos trabalhos (18), a temática “Desenvolvimento de instrumento” aparece com o segundo maior número de pesquisas, envolvendo a produção de materiais de robótica, bem como ambientes de programação. Em contrapartida, temáticas como currículo, formação docente e cognição possuem o menor número de pesquisas com apenas 18% (16) somadas.

3.2 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 3

A utilização da robótica como recurso tecnológico na educação ganhou repercussão no meio acadêmico e escolar brasileiro nos últimos anos com a disseminação de novos recursos e projetos voltados para a temática. Os pesquisadores têm buscado investigar a utilização deste recurso na resolução de problema, criatividade, no desenvolvimento do pensamento computacional, na criação de novos recursos, dentre outros.

Este capítulo procurou destacar um panorama das pesquisas relacionadas à robótica educacional dos últimos 22 anos no Brasil, mapeando as questões centrais que envolvem os estudos relacionados ao tema neste período. A relação desproporcional de trabalhos acadêmicos entre mestrados e doutorados nos sugere a necessidade em ampliarmos o escopo e aprofundamento das discussões em relação à utilização da robótica como recurso tecnológico na educação. Nesse sentido, ilustramos na Tabela 20 a distribuição dos 13 trabalhos de doutorado de acordo com os respectivos objetos de estudo:

Tabela 20 — Relação Objeto de estudo/quantidade – Doutorado

Objeto de Estudo	Quantidade
Desenvolvimento de Instrumento	3
Currículo	2
Cognição	5
Uso da Ferramenta (Prática)	1
Aprendizagem Conceitos Específicos	2
Total	13

Fonte: elaborada pelo autor.

Observamos que a categoria Cognição está inserida completamente nos trabalhos de doutorado, não havendo referência nas pesquisas de mestrado, tendo tais pesquisas buscado estudar a robótica e seus conhecimentos.

Este capítulo, especificamente na Tabela 17, ilustra um equilíbrio das formações básicas e continuada dos orientadores das áreas de ensino/educação e engenharias e computação, pois 53% dos orientadores cursaram na graduação e/ou pós-graduação disciplinas associadas ao ensino/educação. Em relação aos autores, a porcentagem cresce significativamente, já que cerca de 80% deles cursaram na graduação e/ou pós-graduação disciplinas associadas ao ensino/educação. Estes resultados, à primeira vista, indicam a predominância das áreas de ensino/educação nas pesquisas sobre robótica educacional no Brasil.

Contudo, em comparação com artigos na temática da robótica educacional na educação brasileira (Libardoni e Del Pino, 2016) revisaram um total de 150 artigos científicos publicados no período de 2011 a 2014 em anais de eventos e periódicos. Neste trabalho, uma das categorias analisadas foi a área de formação básica e continuada dos autores. Os resultados mostram que a grande maioria dos pesquisadores sobre robótica, no ensino brasileiro, não cursaram, na formação básica, ou na formação básica e continuada, disciplinas

ligadas à didática e metodologias de ensino. Na comparação entre a formação básica dos autores, com mais de uma publicação, cerca de 96% apresentaram graduação em Engenharias ou Informática. Na comparação entre formação básica e continuada dos autores, com mais de uma publicação, cerca de 78% apresentaram graduação e pós-graduação nas Engenharias ou Informática. Além disso, para os autores com uma publicação no mesmo período, cerca de 83% apresentaram formação básica em Engenharias ou Informática e cerca de 72% apresentaram graduação e pós-graduação nas Engenharias ou Informática.

Com efeito, nos artigos científicos as áreas de engenharias e informática predominam, pois conhecimentos de robótica são trabalhados em disciplinas básicas e avançadas na graduação. Nas Licenciaturas, essa alternativa é escassa na formação básica e continuada, haja vista que de acordo com Libardoni e Del Pino (2016), apenas uma proposta de formação básica de professores no período de 2011 a 2014 que se refere ao Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Outro fator é a escassez de alternativas para a formação continuada de professores (Campos, 2011; Libardoni e Del Pino, 2016) e conforme a Tabela 11 deste capítulo.

No caso das dissertações e teses a área de ensino/educação predomina, em nosso ponto de vista, porque atualmente é a possibilidade do professor a se capacitar num tema que trabalha com conhecimentos interdisciplinares. Essas pesquisas, envolvendo a robótica na sala de aula, normalmente fornecem resultados relacionados à percepção dos estudantes ou docentes ao invés de promover o design rigoroso de pesquisas baseadas nos dados de realização dos alunos. As pesquisas precisam destacar em qual projeto de robótica ou curso os objetivos de aprendizagem foram alcançados, se mais alunos demonstram interesse em ciência e tecnologia ou se desenvolvem de maneira significativa por meio da robótica as habilidades cognitivas ou sociais. Soma-se a isso, a necessidade de investigarmos se a robótica no, contexto educacional na educação infantil e series iniciais do ensino fundamental, tem impacto em suas futuras carreiras profissionais, qual requer projetos de avaliação longitudinal.

Contudo, durante uma aula de robótica, os alunos trabalham desenvolvendo seus projetos ou na resolução de problemas tomando caminhos diversos e imprevisíveis, tornando difícil para os avaliadores seguirem o progresso dos alunos. O monitoramento de ambientes tem sido proposto para permitir ao docente monitorar e modelar o processo de aprendizagem fundamentado em dados providos da avaliação da situação de aprendizagem. Essa mineração de dados mostra-se promissora ntotamente na coleta e tratamento de dados mais efetivos quanto da prática da robótica no contexto educacional e acadêmico.

Temos um importante aspecto a considerar sobre a robótica; a articulação entre a área de computação, engenharias e educação. Não será possível fomentar propostas e práticas educativas concretas sem a integração da área de computação e engenharias (robótica) com a educação (pedagogia e licenciaturas). Isso porque na formação do educador não consideramos a articulação dos saberes técnico-operacionais dos materiais de robótica disponíveis, bem como os saberes didático-pedagógicos. Como exemplo, os cursos de Pedagogia precisam considerar a construção de saberes voltados à robótica educacional, pois é comum o uso da robótica como recurso tecnológico nas escolas de educação básica e os docentes formados em pedagogia são os responsáveis pela turma, mesmo que a instituição tenha docentes específicos que orientem o trabalho de sala de aula. Nesse sentido, é importante considerar, na formação do educador (licenciaturas – matemática – ciências – química – física, computação e pedagogia) um currículo que permita ao futuro docente articular teoria e prática da robótica educacional, proporcionando reflexão quanto ao currículo e os saberes didáticos e técnicos que envolvem a utilização deste recurso na prática.

Até o momento, a maioria das utilizações das tecnologias em robótica na educação têm como foco dar suporte ao ensino de conteúdos que são próximos ao campo da robótica enquanto ciência, como a programação de robôs, construção e mecatrônica. Além disso, outra abordagem comum é utilizar a robótica no aprendizado de conceitos de áreas correlatas como a física, ciências e matemática.

Se quisermos alcançar os alunos independente de suas aptidões, é preciso pensar em projetos mais amplos. Uma perspectiva mais abrangente quanto aos saberes e objetivos de seu uso tem potencial para engajar as crianças e os jovens com os mais diversos interesses. Na busca por essa perspectiva, precisamos desenvolver novas e inovadoras formas de tornar mais atrativo o desenvolvimento de projetos de robótica.

Sugerimos, nesse sentido, quatro estratégias para ampliar engajamento dos alunos em aprender robótica:

- 1) Projetos com foco em temas, não apenas desafios;
- 2) Projetos que combinem arte e engenharia;
- 3) Projetos que estimulem o desenvolvimento de histórias;
- 4) Organização de mostras, não apenas campeonatos;

Tanto os campos da Computação, Engenharias e Educação precisam unir forças com o intuito de não apenas discutir e propor ações técnico-operacionais do uso da robótica na prática educativa ou de refletir sobre o impacto deste uso na escola, mas de ampliar o escopo

da integração desta tecnologia, a fim de possibilitar estudos mais aprofundados sobre currículo, didática, formação docente e tecnologia.

4 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA E A RELAÇÃO COM O MATERIAL DIDÁTICO "APOSTILA DE ROBÓTICA"

Ao avaliarmos o uso da robótica como metodologia para que nossos alunos construam conhecimentos sobre o funcionamento das tecnologias atuais, temos como primeiro movimento a pesquisa dos tipos de materiais. Diante desse momento, numa breve consulta à Internet, é muito fácil encontrarmos diversas possibilidades. Por exemplo, com os termos de busca "material para robótica na educação" e "kits para robótica na educação" localizamos o Lego, Modelix¹² e o Arduino, entre outros, além de empresas de tecnologia voltadas à educação.

No acesso aos endereços eletrônicos, temos alternativas para a aquisição casada do kit com material didático e, de acordo com a situação financeira dos nossos alunos e estabelecimentos de ensino, avalia-se a possibilidade de compra. Nos contextos viáveis, podemos focar o nosso tempo de planejamento da atividade para montarmos o protótipo de interesse anteriormente ao uso frente ao aluno. Nos casos inviáveis, além de demandarmos energia para essa finalidade, temos de buscar/elaborar o material didático para que os alunos cumpram com objetivos pré-definidos.

A robótica pedagógica livre por meio do Arduino é uma alternativa viável em termos de custos financeiros para confecção de kits com diferentes níveis de complexidade, visto que componentes elétricos e mecânicos, além dos próprios micro controladores, podem ser adquiridos conforme o andamento das atividades e a realidade econômica dos alunos e das escolas. Além disso, em relação ao material didático para utilização com o Arduino, uma breve consulta na Internet com os termos de busca "Material Didático Arduino" e "Apostila Arduino" remete a alternativas gratuitas de propostas elaboradas que chamamos comunidade Arduino e disponibilizadas em blogs, sites de empresas e projetos de extensão de universidades.

Como característica comum dos materiais de apoio para construção de projetos com o Arduino, localizados nos contextos citados acima, observa-se um elevado grau de direcionamento dos autores para a atuação dos interessados pela confecção dos projetos. Termos como "Execute os Passos", "Passo 1" e "Em seguida" podem ser utilizados como argumentos e estão presentes de uma maneira unânime nos textos. A explicação para tal característica, do nosso ponto de vista, está associada a dois fatores.

¹² modelix.cc

Um deles é o público alvo que envolve estudantes, os quais se utilizam da robótica para complementarem sua formação básica em horários extraclasse e outros interessados (hobbyistas, artistas, designers, etc) que criam objetos como atividades nas suas profissões e de lazer em períodos de tempo limitados. Para esse tipo de público interessado no produto final, o material dirigido é a melhor forma de comunicação entre o escritor e o leitor, devido à inexistência do diálogo em tempo real. O outro fator é a área de formação básica e continuada dos autores das propostas que envolvem Informática e Engenharias. Nestes contextos, sabe-se que materiais dirigidos, principalmente em disciplinas experimentais, são uma prática comum nestas áreas.

No contexto da robótica com Arduino, o material didático fortemente dirigido é atualmente uma alternativa para que professores implementem atividades de robótica no campo profissional. Porém, quando estamos por optar pela utilização de atividades práticas com este perfil, acreditamos que caibam alguns questionamentos como do tipo “Não estaremos assim formando um aluno reprodutor de informações, porém com um recurso apenas diferente do quadro de giz?”, “Em que parte da atividade teremos espaço para investigação do nível do conhecimento dos alunos?”, “O aluno, muitas vezes ansioso para chegar até o final da atividade, não irá desprezar os seus próprios conhecimentos e as interações com os colegas e professor?”

Essas perguntas, quando analisadas sob o enfoque de como o ser humano aprende do ponto de vista dos principais autores cognitivistas como Ausubel, Piaget e Vygotsky, indicam que devemos avançar em relação ao uso de materiais fortemente dirigidos. Para Zabala (2002, p. 102) “ (...) não basta que os alunos deparem-se com conteúdos para aprender, é necessário que diante dos conteúdos possam utilizar seus esquemas de conhecimentos, contrastá-los com o que é novo, identificar semelhanças e discrepâncias, integrá-los em seus esquemas, (...)”

Sob a concepção de que materiais didáticos de robótica na educação devem levar em consideração como o ser humano aprende, fizemos buscas a dissertações e teses publicadas até o ano de 2014 por propostas que vão além de roteiros dirigidos. Como alternativa, localizamos a proposta pedagógica de Campos (2011) que envolve as etapas desafio/problema, design/solução, teste, resultado e compartilhamento. Para o pesquisador, o desafio ou problema não pressupõe que os alunos recebam um passo-a-passo de objetos a ser reproduzidos, enfatiza a liberdade para que alunos criem protótipos de acordo com seus interesses e conhecimentos. Além disso, o desafio/problema envolve a apresentação de um tema gerador com desdobramentos interdisciplinares.

4.1 NECESSIDADE DE UM PRÉ-TESTE E QUESTIONÁRIO ABERTO

Percebemos, na explicação das etapas publicadas na pesquisa de doutorado de Campos (2011), que o contexto do seu trabalho apresentava um nível de complexidade mais avançado em relação a nossa pesquisa. Dentre elas, citamos o histórico da robótica nas instituições de ensino envolvidas, a experiência dos pesquisadores e dos alunos no tema e o desenvolvimento das atividades no currículo frente a horários extraclasse. Deste modo, a proposta de Campos (2011) deveria ser adaptada à realidade de um professor e alunos iniciantes na robótica.

O primeiro problema a ser enfrentado envolveu elucidarmos o nível de conhecimento dos alunos em relação a conhecimentos de Eletrônica, Mecânica e Programação. Além disso, quais seriam suas motivações e expectativas em relação à oficina. Para tanto, elaboramos e aplicamos dois questionários no mês de dezembro de 2015 a 16 alunos do Ensino Médio, sendo 10 do terceiro ano e 6 do segundo ano. O questionário fechado (Anexo C), usado como pré-teste e pós-teste, envolve 22 componentes básicos que, a princípio, seriam utilizados na oficina. No questionário aberto (Anexo B), tínhamos o objetivo em investigar os motivos de interesse à participação, os conhecimentos, na época, sobre estruturação e desenvolvimento de protótipos controlados e para que utilizavam computadores.

4.2 EVIDÊNCIAS DO PRÉ-TESTE E QUESTIONÁRIO ABERTO

A aplicação dos questionários, no final do ano de 2015, e o início das atividades previstas para o mês de fevereiro de 2016, permitiu a leitura integral das respostas dos alunos frente ao questionário aberto e fechado. Em relação às respostas da primeira pergunta do questionário aberto, identificamos que os alunos procuraram a oficina de robótica por dois motivos. Um deles esteve associado à continuidade de interação com materiais que remetem à infância. Das escritas, destacamos:

Aluno 1: *“queria aprender a fazer robôs desde criança (já fiz alguns, que explodiram/queimaram assim que liguei)”*;

Aluno 3: *“desde meus 6 anos brinquei de construir caminhão de controle remoto e similares.”*;

Aluno 14 *“sempre gostei destas coisas, como montar robózinhas ou coisas que envolvem pilhas e fios.”*;

O outro aspecto de argumentação esteve associado à definição da carreira e construção de conhecimentos úteis em cursos superiores de áreas exatas. Das escritas, destacamos:

Aluno 3: *“sempre sonhei em realizar o curso de engenharia elétrica, além disso, acho que este projeto seria muito útil a mim, como aprendizado, e também a ajudar-me na decisão do curso.”*;

Aluno 4: *“é uma oportunidade única de aperfeiçoar meus saberes em física e matemática, podendo assim usá-los com maior maestria em um curso superior.”*;

Aluno 5: *“Isso pode me ajudar no ensino superior (engenharia mecânica ou AMAN) e é algo que será útil, pois o futuro na minha previsão, será bastante tecnológico.”*;

Aluno 13: *“Devido ao meu interesse de posteriormente cursar engenharia mecânica ou engenharia aeroespacial, acredito que nesse projeto terei uma noção do que realmente é robótica e se ainda me interessa.”*;

Aluno 6: *“Principalmente para ampliação dos conhecimentos sobre robótica em contexto geral da engenharia, que é o que eu pretendo cursar.”*.

Nas escritas, foi possível perceber a motivação dos alunos pela confecção de um protótipo associado a movimento, visto que os termos “liguei”, “queimaram”, “caminhão” e “robózinhas” são montados por interruptor, pilhas, motores, rodas, etc. Além desta informação explícita, a condução da oficina foi associada a uma expectativa do que se trata a robótica numa associação com o possível ingresso a cursos de áreas exatas.

Pelas respostas da segunda questão, os alunos demonstraram quais áreas do conhecimento seriam utilizadas na oficina. Cerca de 80 % fizeram referência à área da informática e mecânica com termos do tipo “programação”, “controle”, “software”, “placas”, “física”, “estrutura física” e “matemática”. Além disso, cerca de 90 % fizeram referência à área da eletrônica com termos do tipo “circuitos”, “parte elétrica”, “eletricidade” e “engenharia elétrica”.

As informações nas duas primeiras perguntas evidenciam, até o momento, que o nosso ponto de partida poderia ser um protótipo que integrava os três pilares da robótica. Porém, as questões 4 e 5 sinalizaram que, de uma maneira geral, os alunos utilizavam seus computadores e programas similarmente à totalidade dos alunos do ensino médio brasileiro, ou seja, para lazer, pesquisas, digitação de textos e apresentação oral de tarefas. Apenas um deles citou a utilização do seu computador para desenvolvimento de programa com o Visual

Basic¹³. Aliado a esse resultado, a tabulação do pré-teste, ilustrada na Tabela 21, também foi importante para a definição do nosso ponto de partida.

Tabela 21 — Porcentagem de acertos dos alunos no pré-teste e porcentagem de acertos com nível de confiança alto.

Aluno	Pré-Teste % (Relação entre o Aspecto Físico e Nome)	Porcentagem de Acertos com Nível de Confiança Alto	Pré-Teste % (Relação entre Aspecto Físico e Função)	Porcentagem de Acertos com Nível de Confiança Alto
1	40,9	22,7	36,3	22,0
2	63,6	40,9	50,0	40,9
3	54,5	31,8	40,9	18,1
4	36,3	31,8	22,7	4,5
5	63,6	36,3	50,0	9,0
6	40,9	4,5	31,8	0
7	40,9	22,7	27,2	4,5
8	40,9	13,6	36,3	9
9	59,0	13,6	36,3	4,5
10	45,4	18,1	36,3	9
11	40,9	4,5	31,8	13,6
12	40,9	27,2	45,4	13,6
13	36,7	22,7	36,3	18,1
14	54,5	45,4	50,0	31,8
15	50	18,1	27,2	4,5
16	45,4	18,1	9,0	4,5
Média	46,66	23,25	35,46	16

Fonte: elaborada pelo autor.

Baseado nos resultados apresentados na segunda e quarta coluna da Tabela 21, concluímos que os alunos apresentavam um baixo nível de conhecimento tanto na relação entre o aspecto físico e o nome dos componentes, quanto na relação entre o aspecto físico e a função dos componentes. Além disso, os acertos com nível de confiança alto apresentados na segunda e quinta coluna foram considerados baixos. Nota-se que nenhum dos participantes apresentou um resultado maior que 50%. Para os resultados da terceira coluna destacamos as respostas associadas ao computador, lâmpada incandescente, cabo USB, LED, bateria,

¹³ É uma linguagem de programação produzida pela empresa Microsoft.

soldador e motor. Para os resultados da quinta coluna destacamos as respostas associadas ao LED, motor, soldador e lâmpada incandescente. Aqui, cabe ressaltar que apenas um 1 aluno acertou a função do Computador na projeção e programação de circuitos.

Conforme os alunos, os acertos com nível de conhecimento alto também foram associados a brincadeiras da infância, atividades no ensino fundamental, utilização no dia-a-dia, conversas com amigos adultos especializados na área, documentários, acompanhamento de familiares que usam a eletrônica como hobby e profissão e vídeos na Internet.

4.3 DEFINIÇÃO DA SEQUÊNCIA DAS OFICINAS E SEUS OBJETIVOS

A seção anterior destaca que os alunos tinham o interesse em construir um robô que integrava o tripé mecânica, eletrônica e informática e sabiam da necessidade destas três áreas para o funcionamento do mesmo. Porém, de uma maneira geral, não apresentavam conhecimentos básicos adequados de componentes clássicos na robótica como o resistor, a protoboard, o Arduino, o multímetro e a fonte de tensão.

No contexto de confecção de um protótipo com a utilização direta do tripé através de um roteiro fortemente dirigido viabilizaria a oficina. Porém, conforme alerta Sena dos Anjos

[...] a simples existência dessas novas tecnologias num processo didático pedagógico, não o torna mais rico, estimulante, desafiador e significativo para o aprendiz. Não saber adequar o uso pedagógico das novas tecnologias, significa permanecer tradicional usando novos e emergentes recursos” (2008, p. 573).

Por entendermos que novos profissionais de áreas exatas, os quais podem ser os próprios alunos que revelaram o interesse na oficina para definição da futura profissão, não encontrarão um mercado onde a própria carreira será construída pela reprodução de informações, verificamos a necessidade da elaboração de um material didático apoiado em objetivos adequados ao nível de conhecimento dos alunos em uma sequência adequada de atividades, conforme o andamento das mesmas.

Nesta caminhada, tivemos o apoio de três universitários do Curso de Engenharia Elétrica de uma Universidade do Rio Grande do Sul, os quais se encontravam na época no quinto semestre. Num ambiente colaborativo de aproximação entre profissionais da área do ensino, no caso os autores deste trabalho e os alunos bacharéis da área já citada, definimos que o robô seria o produto final, enquanto o conjunto de atividades anteriores serviria como base de conhecimentos de mecânica, eletrônica e programação necessários para a construção e compreensão do mesmo. A Tabela 22 ilustra a sequência das atividades e seus objetivos.

Tabela 22 — Relação entre as aulas e objetivos de Eletrônica e Informática.

Conjunto de Atividades e Carga Horária	Objetivos da Área da Eletrônica	Objetivos da Área de Informática
Bloco 1 (18 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a funcionalidade do resistor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a função setup [] e loop [].
Pisca Led (4 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que o resistor não possui polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o comando para definição de uma saída.
Semáforo de 3 Tempos (3 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que o LED possui polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar o comando para o controle de uma saída.
4 Semáforos Sincronizados (6 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o polo negativo (GND) do Arduino e seus polos positivos (portas digitais). 	<ul style="list-style-type: none"> • Alterar o número da porta do Arduino no circuito e na programação.
Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétricos (5 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber que a corrente elétrica não se degrada ao atravessar uma resistência elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar a função de controle de tempo/atraso.
	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a resistência elétrica de um resistor pelo código das cores. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as conexões da protoboard. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar a solda em componentes eletrônicos e placas. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar a chave do multímetro e medir a resistência elétrica de resistores. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que quanto maior a resistência elétrica menor é a corrente elétrica para uma mesma diferença de potencial. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar a chave do multímetro e medir a diferença de potencial em elementos do circuito. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar a chave do multímetro e medir a corrente elétrica. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que, à medida que inserimos resistores em série, a resistência equivalente aumenta. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que, à medida que inserimos resistores em paralelo, a resistência equivalente diminui. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que a tensão aplicada num circuito em paralelo é igual à tensão individual em cada elemento do circuito. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que a tensão aplicada num circuito série é a soma das tensões individuais em cada elemento do circuito. 	
Bloco 2 (10 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a necessidade de um divisor de tensão para o uso do botão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a função setup [] e loop [].
Botão (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer as portas analógicas do Arduino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o comando para a definição de uma entrada.
Resistência de um resistor cerâmico e LED (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que a resistência elétrica de um resistor cerâmico independe da tensão e da corrente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar o comando para verificar estado de uma entrada.
Potenciômetro (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que a resistência elétrica de um LED diminui à medida que aumenta a corrente elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar o comando para leitura de sensores analógicos usar a função de condição (se ... faça ...).
Sensor de Luminosidade (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que o potenciômetro possui resistência elétrica variável. • Verificar que o potenciômetro não possui polaridade. • Verificar que o sensor de luminosidade não possui polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar variáveis na programação.
Sensor de Temperatura (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a necessidade de um divisor de tensão para o uso do sensor de luminosidade. • Verificar que a resistência elétrica de um sensor de luminosidade diminui, à medida que a exposição de luz aumenta, e vice-versa. • Verificar a relação linear entre tensão e temperatura num sensor de temperatura. • Verificar que o sensor de temperatura tem uma polaridade fixa. 	
Bloco 3 (12 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que a lâmpada incandescente não possui polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a função setup [] e loop [].
Lâmpada Incandescente Acionada pelo Celular (4 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a necessidade de módulo relé. • Verificar que o diodo não possui polaridade. • Verificar que o relé não possui polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o comando para definição de uma saída. • Usar a função de controle de tempo/atraso.
Motor Acionado por Ponte H (2 h)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as conexões do Bluetooth. • Compreender que o motor não possui polaridade. • Reconhecer a orientação dos 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar funções para comunicação serial (com o Bluetooth).

Robô guiado pelo Celular (6 h)	componentes impressa no módulo relé.
--------------------------------	--------------------------------------

Fonte: elaborada pelo autor.

É importante ressaltar que a oficina foi apresentada nesse trabalho em 3 blocos, a fim de facilitar a explicação para utilização e reutilização do mesmo objetivo num mesmo bloco. Por exemplo, no Bloco 1 os alunos utilizaram o comando para o controle de uma saída nas atividades “Pisca Led”, “Semáforo de 3 Tempos” e “4 Semáforos Sincronizados”, além de outras atividades em blocos posteriores.

Nota-se que a atividade “Pisca Led” foi definida como ponto de partida da oficina. Como critério de definição, pesquisamos endereços eletrônicos que apresentaram o projeto e verificamos que se tratava de um primeiro exemplo para iniciantes com Arduino. Paralelamente, os alunos que auxiliaram na definição da sequência e objetivos de cada aula, concordaram com a decisão e argumentaram que a atividade “Pisca Led” era como uma espécie de bê-á-bá na robótica. Além disso, os conhecimentos prévios dos alunos sobre a bateria, LED, cabo USB e fio de conexão indicaram que estariam aptos a montar um circuito com esses componentes somados ao resistor, Arduino e o computador para a programação. Para atingirmos o objetivo dessa aula, além das posteriores, descrevemos na próxima seção as características do material didático.

4.4 MATERIAL DIDÁTICO

A sequência didática de Campos (2011), conforme destacamos no capítulo 2, é uma importante contribuição para a robótica na educação, visto que proporciona a liberdade para que os alunos possam criar protótipos motivados por um tema gerador associado à interdisciplinaridade em atividades curriculares. No contexto de oficina, em horário extraclasse, o pesquisador ressalta que diferenças como relação tempo/espço e a complexidade no desenvolvimento do projeto não se configuram como diferenças que indicam pensarmos em etapas diferentes no uso da robótica no currículo e atividade no contra turno de aula regular.

Porém, apesar de entendermos a importância em estimular a criatividade dos alunos na construção de protótipos diferentes motivados pela etapa de investigação em livros, jornais,

revistas, etc. não poderíamos esquecer como daríamos suporte para alunos iniciantes na robótica. Isto é, se teríamos energia suficiente, além do conhecimento, para discussão de projetos e dúvidas incomuns.

Por a oficina também envolver um professor iniciante na robótica no contexto de uma atividade que era pioneira na escola, optamos por adaptar as características da sequência didática de Campos (2011) conforme a Tabela 23.

Tabela 23 — Sequência metodológica de Campos (2011) adaptada a nossa pesquisa.

Etapa proposta por Campos (2011)	Característica da Etapa no nosso material didático
Desafio/Problema	Apresentação de uma tarefa comum a todos os grupos visando um comum suporte para a sua solução.
Design/Solução	Discussão de perguntas pelos grupos, sistematização das respostas e envio para uma pasta compartilhada visando o debate no grande grupo com apoio de recurso multimídia.
Sub-Etapa de Investigação	Utilização de slides com a teoria de funcionamento dos componentes em paralelo ao uso dos próprios componentes.
Sub-Etapa do Design do Protótipo	Utilização do software livre Fritizing ¹⁴ para o projeto virtual dos protótipos, com base no objetivo a ser alcançado e no conhecimento construído na Sub – Etapa de Investigação. Envio do projeto para a pasta de compartilhamento, visando o debate do projeto pelo grande grupo.
Sub-Etapa Físico/Montagem	Construção do protótipo com materiais disponíveis com base no projeto virtual.
Sub-Etapa de Programação	Utilização da linguagem C/C++ do Arduino.
Etapa do Teste/Reconstrução	Verificação se o protótipo cumpre com o desafio/problema. Verificação e correção de erros.
Etapa de Compartilhamento	_____

Fonte: adaptado de Campos (2011).

Observa-se um elevado grau de similaridade entre as características da proposta de Campos (2011) e a nossa sequência didática, visto que a sua pesquisa de doutorado foi utilizada como suporte para a nossa pesquisa. Como aspecto distinto, nota-se, em Campos (2011) uma atuação do aluno com maior grau de independência em relação ao professor, o que requer um histórico na robótica na educação. Além disso, o próprio kit envolvido nas atividades interfere na autonomia do aluno. A nossa realidade, conforme a aplicação do pré-teste, envolvia todos os alunos iniciantes na robótica com a programação em linhas de

¹⁴ Programa em ambiente gráfico que permite a montagem de projetos com Arduino.

comando com a interface C/C++. Assim, a liberdade de solução de desafios/problemas sem as dimensões da real complexidade, poderia tornar a atividade inviável em termos de tempo e, com isso, desmotivar os alunos.

Do nosso ponto de vista, o desafio/problema similar a todos os grupos, resulta de certo modo, da falta de necessidade de uma etapa de Compartilhamento no fechamento da atividade, isto é, o uso de um tempo pré-determinado para que os alunos apresentem suas soluções. Em contrapartida, na própria solução do desafio/problema, por exemplo, na explicação do protótipo construído no Fritizing, os alunos compartilham seus projetos e soluções e a etapa aparece, naturalmente, ao longo da aula.

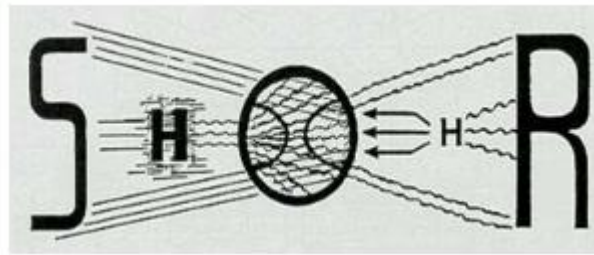
Assim, finalizada a etapa de teste e reconstrução, em partes das aulas, propusemos a etapa de aprofundamento do conhecimento com o objetivo do aluno construir conhecimentos com um maior nível de complexidade. No contexto da robótica pedagógica livre com Arduino essa etapa é de fundamental relevância, já que o Arduino é uma plataforma na qual o aluno interage, podemos dizer, com o núcleo do sistema. Ou seja, ele próprio constrói sensores e, por isso, necessita saber trabalhar com as variáveis envolvidas no mesmo para futuros projetos.

O material didático¹⁵ utilizado foi diagramado por um profissional do Curso de Design. No mesmo, temos imagens autoexplicativas que caracterizam a atuação do aluno conforme a sequência didática de Campos (2011). Também, como suporte pedagógico, temos a Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1974). A leitura do nome do autor e o título da teoria de aprendizagem, à primeira vista, nos remete a algo novo no campo educacional. Porém, quando acessamos trabalhos acadêmicos sobre a EAM, encontramos termos como “aprendizagem significativa”, “Interação do sujeito com outros sujeitos”, “meio ambiente favorável e estimulante” que remetem a autores clássicos como Ausubel, Vygotsky e Piaget. Essa associação, se baseia no fato que Feuerstein foi orientado por Piaget no seu doutorado e, ainda, publicações de Ausubel e Vygotsky fazem parte da sua biblioteca. Deste modo, esses autores, assim como outros, são referências à construção da sua teoria (Turra, 2007 p. 299).

Para Piaget, o ato de aprender decorre da interação direta do organismo aprendiz (O) com os estímulos (S), produzindo uma resposta (R), no esquema S O R (Fonseca, 1998, p.41). Para Feuerstein (1974), o modelo S O R não é suficiente e deve ser acrescentada a função do mediador humano (H), resultando-se na proposta ilustrada na Figura 1.

¹⁵ Intitulado “Oficina de Robótica” e disponibilizado como apêndice da tese “Oficina de Robótica no Ensino Médio como Metodologia de Construção de Conhecimentos de Ciências Exatas”.

Figura 1 — Modelo S O R



Fonte Fonseca, 1998, p.61.

Além de ressaltar a importância do mediador humano, Feuerstein apresenta doze critérios que possibilitam ao professor estabelecer como a EAM pode ser estruturada. Na Tabela 24 ilustramos os critérios de mediação, o nosso entendimento sobre os mesmos e como foram utilizados nas etapas de cada atividade.

Tabela 24 — Os doze critérios para estabelecimento da EAM e as formas de utilização dos mesmos.

Critério	Ideia	Forma de Utilização
Intencionalidade /Reciprocidade	Apresentação da atividade de uma maneira que desperta a curiosidade e a motivação. Indicação que o aluno está sendo receptivo e envolvido no processo de ensino/aprendizagem	Apresentação e discussão do desafio/problema.
Significado	Explicação dos motivos e importância da atividade para a compreensão do mundo.	Apresentação e discussão do desafio/problema.
Transcendência	Generalização do conhecimento para outras situações.	Verificação da aplicação do determinado protótipo no nosso cotidiano em debates nas diferentes etapas.
Sentimento de Competência	Desenvolvimento da autoconfiança necessária para o envolvimento na atividade.	Verificação da sensação que o aluno está aprendendo nas etapas de investigação, montagem e programação.
Controle e Regulação da Conduta	Controle da impulsividade visando à reflexão de que o pensar é melhor que a tentativa de erro e acerto a esmo.	Debate das respostas na etapa de investigação e das opções nas etapas de montagem e programação, incentivando o aluno a pensar sobre a ação.
Comportamento de Compartilhar	Ênfase no trabalho em grupo.	Discussão das perguntas e apresentação das respostas na etapa de investigação. Auxílio entre os alunos e professor nas

		etapas de montagem e programação.
Individuação	Estímulo à autonomia e independência do aluno em relação aos outros, celebrando a diversidade entre os envolvidos.	Reconhecimento que no próprio grupo pode existir mais de um tipo de solução para o desafio/problema e que todas as alternativas devem ser valorizadas.
Planejamento de Objetivos	Explicação de onde chegaremos, como chegaremos e como saberemos se atingimos o objetivo.	Promoção do planejamento do grupo para solucionar o desafio/problema.
Desafio	Apresentação de tarefas com diferentes níveis de complexidade.	Motivação para que os alunos apliquem e avaliem suas soluções com perseverança.
Auto modificação	Reconhecimento e aceitação de novos aprendizados.	Diálogo após a confecção do protótipo no sentido do que os alunos conseguiram fazer hoje e não eram capazes de fazer no passado.
Escolha da Alternativa Otimista	Orientação em direção à antecipação de dificuldades que podem impedir o sucesso.	Justificativa na necessidade da compreensão da teoria sobre os componentes do protótipo diminuindo as tentativas de erro e acerto a esmo. Experimentação de novas alternativas com fundamentação teórica.
Sentimento de Inclusão	Concepção de que o aluno está inserido no grupo e que os resultados também dependem das suas atitudes.	Promoção de um aluno ativo que participa das decisões e soluções do desafio/problema.

Fonte: elaborada pelo autor.

4.5 IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES

Em termos do público alvo da oficina tivemos a participação de 4 grupos de alunos do ensino médio de uma escola pública de Ijuí/RS. Os grupos 1 e 3 foram compostos por cinco alunos do 3º ano do Ensino Médio e os grupos 2 e 4, por três alunos do 2º ano do Ensino Médio. Também, o pai de um dos integrantes do grupo 3 participou da oficina. O interesse dos alunos foi verificado pela coordenação pedagógica da escola com a informação da possibilidade de participação de uma “Oficina de Robótica” que aconteceria semanalmente nas terças-feiras, das 18 h às 20h. O interesse do pai de uma das alunas foi revelado após o início das primeiras atividades.

O número total de 16 alunos interessados foi considerado ideal, tendo em vista as opiniões de dois professores de robótica na educação, oriundos de duas escolas da região metropolitana do RS em uma entrevista semiestruturada no ano de 2015. Conforme esses profissionais, atividades de robótica com iniciantes não deve envolver grupos com mais de 20 pessoas, devido ao elevado nível de interatividade entre os alunos, a capacidade de acompanhamento do professor e a disponibilidade de materiais. Também, nesses diálogos, tivemos a informação de que os grupos deveriam ser compostos por, no máximo, 4 pessoas. Assim, a divisão dos grupos na pesquisa não foi considerada ideal, porém preferimos manter os alunos agrupados por afinidade a correr o risco de isolar algum participante com a troca de alunos entre os grupos.

A escrita de cada atividade ocorreu semanalmente, já que tínhamos o propósito de iniciar cada ação valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes. No final de cada encontro os grupos deveriam ser capazes de montar e testar um protótipo que solucionasse o desafio/problema apresentado na parte introdutória da aula. Após a apresentação do desafio/problema foi proposta a etapa de investigação, na qual os grupos debateram um conjunto de questionamentos definidos pelo professor responsável.

Para tal, utilizamos como referencial teórico a aprendizagem significativa de David Ausubel (1980). Para Moreira (2016), a ideia mais importante da teoria de Ausubel pode ser resumida na seguinte proposição “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo (1980)”.

Conforme o próprio Moreira, a “averiguação” e o “ensino de acordo” não são tarefas simples. Em nossa pesquisa, a primeira etapa foi realizada no final de 2015 com um pré-teste da nossa autoria que visou mapear conhecimentos dos alunos em termos de materiais clássicos de robótica no contexto de utilização com o Arduino. Após a análise do pré-teste, nos dedicamos a elaborar nossas aulas partindo dos conhecimentos prévios dos alunos para que os novos conhecimentos pudessem ser construídos com o apoio daqueles já existentes, ou seja, essa etapa apoiada pelo material didático refere-se ao “ensino de acordo”. Para proporcionar condições para uma aprendizagem significativa, o material didático deveria ser potencialmente significativo. Além disso, os alunos deveriam apresentar uma predisposição para aprender.

De acordo com Moreira, o material potencialmente significativo deve ser relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não- literal. Com o objetivo que o material didático proporcionasse aprendizagem significativa, estruturamos o mesmo em

etapas nas quais os alunos pensassem sobre o conteúdo estudado com problemas a resolver. As mesmas envolvem as etapas do desafio/problema, design/solução (subetapa de investigação, subetapa do design do protótipo, subetapa físico/montagem, subetapa de programação) e teste/reconstrução (Campos, 2011).

Na subetapa de investigação, buscamos averiguar as ideias existentes, porém em determinadas ocasiões foi seria necessário que os alunos memorizassem algumas informações de forma aleatória. Ausubel define esse tipo de aprendizagem como mecânica, sendo que aprendizagem significativa e mecânica não são antagônicas, porém o processo de aprendizagem não pode parar na memorização, já que com o passar do tempo há uma maior probabilidade de esquecimento. Para Ausubel, também na aprendizagem significativa pode ocorrer o esquecimento, porém o resgate é possível e relativamente rápido. Deste modo, é possível que os objetivos da oficina apresentados na Tabela 22, quando alcançados, possam ser esquecidos pelos alunos após a conclusão da oficina, no entanto deve ser possível um conhecimento residual. O importante é que em caso de necessidade o aluno resgate o resíduo do conhecimento.

A análise qualitativa das ações da oficina, conforme os blocos apresentados da Tabela 22, é realizada nos capítulos 5, 6, 7 e 8 e têm como foco os resultados das etapas de cada atividade, obtidos com a transcrição do áudio, imagens de projetos e programas dos quatro grupos que participaram da pesquisa. A análise quantitativa da oficina é composta pelo pós-teste que foi aplicado no mês de agosto de 2016 nos seguintes contextos (1) não divulgação dos resultados do pré-teste; (2) intervalo aproximado de 8 meses entre o pré e pós-teste; (3) existência de 2 recessos escolares entre o pré-teste e o pós-teste e (4) ausência de comentários que os alunos fariam um pós-teste, inclusive numa data específica. Esses fatores levam a indícios da validação de uma possível aprendizagem duradoura após a conclusão da oficina.

Para a análise do ganho relativo entre o pré-teste e o pós-teste, tanto na relação entre o aspecto físico e nome, quanto aspecto físico e função dos componentes, utilizamos o Ganho de Hake normalizado. Para Galhardi e Azevedo (2013) o Ganho de Hake vem sendo utilizado há décadas, principalmente em atividades que utilizam práticas interativas. No nosso contexto, destacamos a interatividade dos alunos nos grupos, em diferentes etapas da oficina, elevado grau de interação entre professor e alunos, situações de desequilíbrio e acomodação entre o conhecimento pré-existente com novos conhecimentos e cooperação entre os envolvidos para a solução dos desafios problemas.

Para o cálculo do Ganho de Hake normalizado utilizamos a seguinte relação matemática

$$G = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré}$$

onde %pós é a porcentagem de acertos no pós teste e %pré é a porcentagem de acertos no pré-teste. Os resultados dos cálculos do Ganho de Hake de cada aluno se encontram na Tabela 25.

Tabela 25 — Relação dos alunos, porcentagem dos acertos no pós-teste e o ganho de Hake.

Aluno	Pós-Teste % (Relação entre o Aspecto Físico e Nome)	Porcentagem de Acertos com Nível de Confiança Alto	Pós-Teste % (Relação entre Aspecto Físico e Função)	Porcentagem de Acertos com Nível de Confiança Alto	G – Ganho normalizado para a Relação Aspecto Físico e Nome	G – Ganho normalizado para a Relação Aspecto Físico e Função
	1	100	100	100	100	1
2	100	100	100	100	1	1
3	100	95,4	100	95,4	1	1
4	86,7	63,6	77,2	59,0	0,78	0,70
5	100	81,8	100	90,9	1	1
6	90,9	90,9	95,4	95,4	0,84	0,93
7	100	100	100	100	1	1
8	81,8	81,8	59,0	59,0	0,69	0,35
9	100	77,2	95,4	68,1	1	0,92
10	100	100	100	100	1	1
11	95,4	77,2	72,7	68,1	0,92	0,59
12	90,9	72,7	86,3	72,7	0,84	0,74
13	100	100	90,9	90,9	1	0,85
14	100	100	90,9	90,9	1	0,81
15	86,3	86,3	86,3	86,3	0,72	0,81
16	100	77,2	100	81,8	1	1
Média	95,75	87,7	90,88	84,9	0,92	0,85

Fonte: elaborada pelo autor.

Hake define três classes de ganho normalizado. Turmas de ganho baixo apresentam valores de $G < 0,3$. Nas turmas de ganho médio, os valores de G estão no intervalo $0,3 \leq G < 0,7$. Turmas com ganhos normalizados altos os valores de G são iguais ou maiores que 0,7. Nossa pesquisa mostra um ganho médio da sala, para a relação entre aspecto físico e nome, igual a 0,92 e um ganho médio da sala, para a relação entre aspecto físico e função, igual a

0,85. Deste modo, temos um forte indício de que a aprendizagem significativa ocorreu. Além disso, observa-se um elevado grau de proximidade entre a segunda e terceira coluna e a quarta e quinta coluna, ou seja, os acertos foram acompanhados sob um alto nível de confiança.

4.6 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DO CAPÍTULO 4

Na literatura nacional, é muito comum a comparação entre valores do Ganho de Hake para metodologias tradicionais e ativas, mas não localizamos referências do Ganho de Hake em pesquisas na robótica na educação. Uma das possíveis justificativas é o pequeno número de publicações na área em dissertações e teses (Campos e Libardoni, 2017) e artigos científicos (Libardoni e Del Pino, 2016) que tratam da relação robótica na educação e aprendizagem em termos quantitativos. Sendo assim, a nossa pesquisa é uma referência no contexto da elaboração, aplicação e validação de um material didático que contempla os principais componentes eletrônicos e mecânicos usados em projetos básicos de robótica com Arduino. Aqui, cabe ressaltar que o pré-teste e o pós-teste foram fundamentais nessas três etapas.

Os valores elevados do Ganho de Hake levam em consideração uma amostra significativa de alunos em atividades de robótica e o material didático colaborou para o resultado. Porém, o fato também tem relação com três espécies de “filtros”. O primeiro é o ingresso, por processo seletivo, dos alunos envolvidos na pesquisa, de escola que se classificou entre as 10 primeiras na média das provas objetivas do RS no ENEM 2015. O segundo envolve a participação de alunos do 2º e 3º ano, ou seja, aprovados no 1º ano que também é um balizador em escolas com elevadas pontuações no ENEM. O terceiro é a participação de alunos em horários extraclasse em atividades que ocorreram, predominantemente, nas terças-feiras, das 18 h às 20 h, isto é, que realmente estavam dispostos a aprender robótica com Arduino.

Portanto, os valores do Ganho de Hake indicam a ocorrência de uma aprendizagem significativa, porém pelo contexto da realização da pesquisa devem ser considerados com devidos cuidados em comparação a locais diferentes. Com o objetivo de proporcionar uma maior investigação de metodologias ativas para a construção de conhecimentos de eletrônica, mecânica e programação, presentes nas tecnologias atuais, relatamos o processo de elaboração do material didático para oficina de robótica, para iniciantes, com o Arduino. Também disponibilizamos, nos Anexos B e C, questionários que podem ser utilizados e adaptados em

investigações do nível de conhecimento dos alunos para o ingresso em atividades de robótica com Arduino e para a avaliação das mesmas.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADES DE ROBÓTICA COM O USO DO ARDUINO: PISCA LED, SEMÁFORO DE 3 TEMPOS E 4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS

No presente capítulo apresentamos atividades que, de uma maneira geral, são realizadas por todos os iniciantes a robótica com Arduino. Grande parte dos alunos do ensino fundamental e médio brasileiro concluem o ensino básico sem manusear componentes clássicos de eletrônica como o resistor, LED e o multímetro. A porcentagem de alunos é muito menor quando tratamos da possibilidade de construção de circuitos com esses componentes integrados ao controle de sinais elétricos. A nossa proposta é a utilização da atividade “Pisca Led” com o Arduino para o estudo de conhecimentos integrados entre Eletrônica e Programação. As atividades “Semáforo de 3 Tempos” e “4 Semáforos Sincronizados” são oportunidades de utilização dos mesmos conhecimentos do “Pisca Led” em maior nível de complexidade em termos da lógica de programação e conexão de um número maior de componentes.

5.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “PISCA LED”

Como desafio/problema dessa ação os grupos deveriam ser capazes de piscar um LED em intervalos regulares de 1 s. Na apresentação do mesmo, logo percebemos que a turma estava bastante motivada e a sua participação nas atividades traria resultados bastante satisfatórios para os envolvidos. Para isso, notamos que deveríamos tomar o cuidado em não sobrecarregarmos os alunos com excesso de informação, visto que na visão do grande grupo, os resultados do pré-teste foram aquém do que eram capazes. Ou seja, tivemos a percepção que o baixo nível de rendimento dos alunos ocorreu porque não haviam dedicado tempo para a construção de conhecimentos básicos de robótica com Arduino. Porém, se o ensino fosse adequado estariam dispostos a aprender e eram capazes de aprender.

Pela observação na atuação dos alunos na etapa de investigação da atividade “Pisca Led”, notamos que a turma estava predisposta a relacionar novos conhecimentos com a estrutura cognitiva prévia. Conforme o planejado, os grupos enviaram a sistematização das respostas para a pasta de compartilhamento e as mesmas foram apresentadas para o grande grupo com o uso do Datashow. As respostas sistematizadoras demonstram os conhecimentos prévios apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 — Sistematização dos conhecimentos prévios dos alunos na etapa de investigação da atividade “Pisca Led”.

Componente	Concepções do Grupo 1	Concepções do Grupo 2	Concepções do Grupo 3	Concepções do Grupo 4
Led	Emissão de luz	Lâmpada que emite bastante luz com pouca energia gasta, tendo o terminal negativo mais curto.	Emissão de luz	Espécie de lâmpada que emite uma luz com alto nível luminosidade porém com baixo consumo de energia.
Placa Arduino	Placa programável de fácil utilização	Base para controle de saídas	Execução de comandos	Placa que vai ler os comandos e executá-los
Resistor	Controlar o fluxo de energia, a fim de evitar possíveis falhas.	Limitar a passagem de energia para uma certa quantia	Limitar a passagem de corrente elétrica no circuito	Limitar a passagem de corrente elétrica
Computador	Programar a placa	Disponibilizar energia ao circuito	Programar a placa	Criar os comandos
Fio de Conexão	Condução da corrente elétrica	Transmissão de energia	Condução da corrente elétrica	Passar energia entre os polos
Cabo USB	Permitir conexão entre computador e a placa de Arduino	Conectar o Arduino com o computador	Passar arquivos do computador para o Arduino	Passar informação

Fonte: elaborada pelo autor.

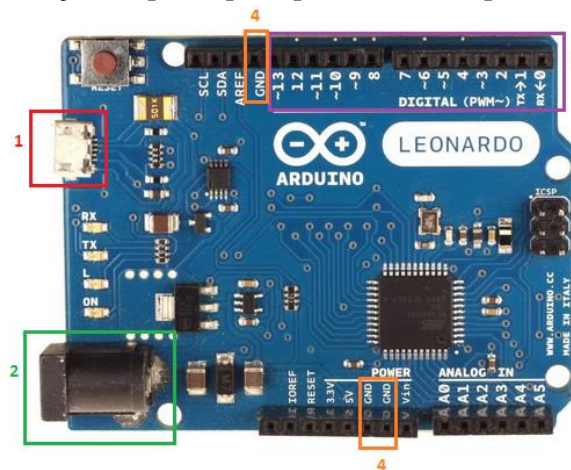
Na apresentação dos conhecimentos prévios ao grande grupo, avaliamos que as ideias-âncoras sistematizadas na Tabela 26 foram adequadas. As associações “luz”, “*pouca energia gasta*” e “*alto nível de luminosidade com baixo consumo de energia*” associadas à fala do led, “*Placa programável*”, “*Base para controle*”, “*Execução de comandos*” em referência ao Arduino, “*Controlar o fluxo*” e “*Limitar*” como função do resistor, “*Programar a placa*” e “*Criar os comandos*” como utilidade do computador, “*Passar energia*”, “*Transmissão de energia*”, “*Permitir conexão*”, “*Passar arquivos do computador para o Arduino*”, “*Passar informação*” como utilidades do fio de conexão e cabo USB são conhecimentos gerais sobre os componentes.

Finalizada a leitura da sistematização das respostas, o professor explicou que os diálogos entre os grupos e a interação com os materiais proporcionaram resultados satisfatórios. Sendo assim, no andamento da oficina, o responsável pelas atividades e o auxiliar não deveriam ser encarados como únicas fontes de saber na sala de aula. O nosso papel seria então de mediadores, por exemplo, na formação de grupos com diferentes níveis de conhecimento, na proposição de desafios problemas adequados, e na solução dos mesmos com estratégias didáticas as quais proporcionassem a participação ativa de todos os envolvidos.

Do ponto de vista da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura de conhecimentos específicos dos participantes, denominada “subsunçor” deve servir de “ancoradouro” para novas informações, de modo que tenham significado para o aprendiz. Como fonte para a construção de novos conhecimentos que seriam necessários para a elaboração do circuito do pisca led, a qual foi dúvida de todos os grupos na última questão da etapa de investigação, utilizamos slides com a apresentação da imagem de cada componente da atividade junto a uma breve explicação da sua funcionalidade. Na apresentação dos mesmos, realizamos a analogia entre a placa Arduino e uma pilha devido ao elevado índice de acertos desse componente no pré-teste. Além disso, trouxemos a discussão do caso clássico onde videogames “são queimados” quando projetados para uso em 110 V e ligados em 220 V. A descrição dessas estratégias pedagógicas é descrita a seguir.

Conforme escrevemos anteriormente, o nosso objetivo não era sobrecarregar os alunos com excesso de informações. Por isso, optamos em apresentar, na primeira atividade, as partes do Arduino destacadas na Figura 2.

Figura 2 — Apresentação das partes principais do Arduino para os primeiros projetos.



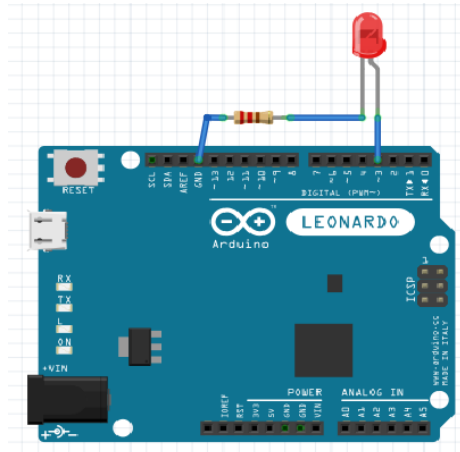
Fonte: adaptado de Arduino (2018).

Na parte 1, tratamos da conexão com o computador via cabo USB para a alimentação de energia e envio da programação. Na parte 2, a possibilidade de alimentação externa e do uso independente do computador. Na apresentação dessa conexão, um aluno disse: “*A parte 2 será usada quando fizermos um robô. Assim o computador não se movimentará junto com o robô*”. Na parte 3, apresentamos as portas 0 a 13 como possibilidades de saídas de energia em analogia ao polo positivo de uma pilha, ou seja, da mesma maneira que os alunos já utilizaram o polo positivo de uma pilha poderiam usar as portas 0 a 13. Na parte 4, realizou-se a analogia a um polo negativo de uma pilha. Ressaltou-se que a “pilha Arduino” com o uso da parte 3 (GND) e o uso de uma das portas 0 a 13 enviaria quando ativada 5 V. Posteriormente apresentamos a tabela de funcionamento de 1,8 V – 2 V para o led vermelho.

Para discutir a necessidade do resistor no circuito, questionamos se algum dos alunos já tinha escutado o relato da “queima de um vídeo game” projetado para 110 V e ligado em 220 V. Na turma, um dos alunos relatou a sua experiência com o fenômeno e apresentou como fala e revelou que da próxima vez usaria um resistor. A partir desta afirmação explicamos que a diferença 5 V – 2 V ficaria no resistor, assim garantindo a funcionalidade do led. Para finalizar, destacamos a polaridade do led com a imagem projetada com o Datasheet e a ausência de polaridade do resistor.

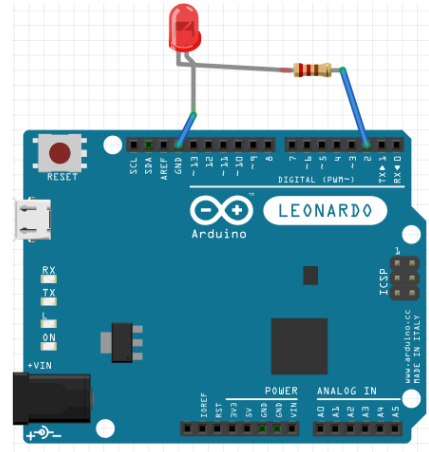
Apresentadas as partes principais dos componentes com as informações descritas acima, apresentamos o Fritzing como um programa que seria utilizado para a elaboração virtual dos circuitos da oficina. Além disso, explicamos o funcionamento da aba para localização dos componentes e elaboração de conexões através de fios de ligação. Posteriormente, os grupos projetaram o circuito da atividade “Pisca Led” com o Fritzing instalado nos seus computadores e enviaram para a pasta de compartilhamento as Figuras 3, 4, 5 e 6.

Figura 3 — Projeto Pisca Led – Grupo 1



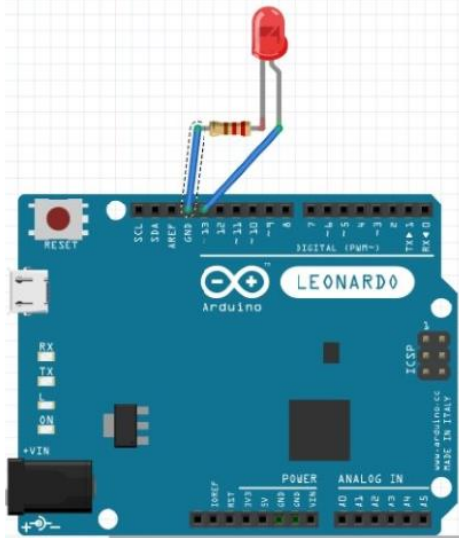
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4 — Projeto Pisca Led – Grupo 2



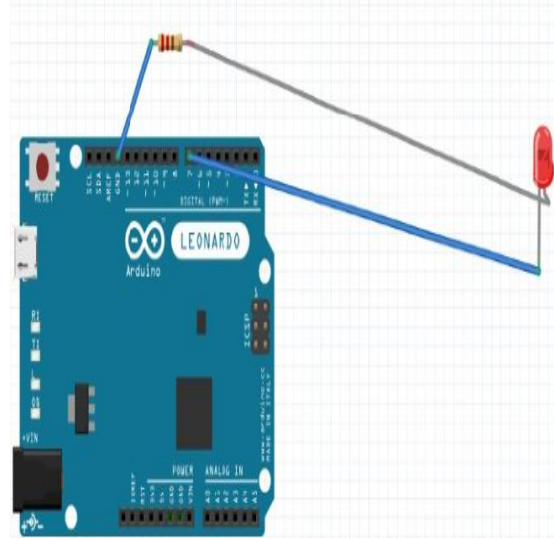
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 5 — Projeto Pisca Led – Grupo 3



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 6 — Projeto Pisca Led – Grupo 4



Fonte: elaborada pelo autor.

A transcrição dos áudios do processo de elaboração dos projetos revelou que o grupo 1 tratou da polaridade do led com o questionamento “*o menor é o ...*” (Aluno 3), tendo como resposta: “*o positivo é o maior e o negativo é o menor*” (Aluno 2). Também fizeram referência em relação à ausência de polaridade do resistor com a dúvida “*Tá o negativo pode ligar direto nesse aqui?*” e com as respostas: “*Tanto faz*” (Alunos 2 e 3) “*Porque ele não tem polaridade.*” de acordo com o Aluno 3. Para finalizar, destacamos que a analogia do Arduino com uma pilha pode ter sido útil, pois a Aluna 9 questionou: “*Do 13 ao 0 são todos positivos?*”, tendo como resposta “*Isso*” (Aluno 2).

Os grupos 2 e 3 também trataram da polaridade do led com a afirmação “*Tá vou colocar o GND no maior*” (Aluno 11), recebendo como contrapartida: “*Não, é no menor*” (Aluno 16). Também se destaca a indagação: “*Agora coloca o led em algum lugar ali*” (Aluna 10) e a orientação: “*Tem que colocar um no positivo e um no negativo, o grande é positivo*” (Aluno 1). Já em relação ao resistor, observamos, nos mesmos grupos, algumas dificuldades, com questionamentos do tipo: “*A gente não sabe como se liga o resistor?*” (Aluno 11); “*O resistor não tem que estar no meio?*” (Aluno 7) em referência que a posição do resistor no circuito interfere no funcionamento do led. Em relação ao Arduino, foram reveladas dificuldades quanto ao uso da porta 5 V em vez das portas 0 a 13. Por isso, seria interessante apresentar a porta 5 V e distingui-las da 0 a 13 através da Figura 2 em novas oportunidades de aplicação da oficina.

O Grupo 4 iniciou a construção da Figura 6 com a observação que o Arduino “*Tem dois GND... na parte de baixo*” (Aluno 14) e a contribuição: “*Eu vou colocar os dois.*” (Aluno

13). O Aluno 14, levando em consideração o material disponibilizado, levantou como restrição “*Mas nós temos um resistor*” (Aluno 14), tendo como afirmação: “*Então tem que tirar um resistor*” (Aluno 12). Assim, o grupo definiu usar um resistor e um GND do Arduino. Posteriormente, o diálogo focou o led com a constatação: “*Esse daqui é o negativo e o negativo do led vai ser ligado... no Arduino*” (Aluno 12) e com a conclusão da constituição do circuito: “*Então, os dois são ligados no Arduino.*” (Aluno 13); “*Ah, verdade.*” (Aluno 12) em termos da integração entre led, resistor e Arduino.

Na análise das Figuras 4 a 6, projetadas com o auxílio do multimídia, ressaltamos que os Grupos 2 e 4 inverteram a polaridade do led na conexão com o Arduino e, por isso, na etapa de montagem deveriam corrigir o equívoco. Finalizada a conexão entre os componentes, conforme os projetos elaborados e corrigidos, apresentamos a Biblioteca do Arduino e o exemplo básico de programa denominado “Blink”. Com a IDE¹⁶ do Arduino instalada no computador dos alunos, solicitamos que adequassem a programação conforme os projetos elaborados. Além disso, apresentamos os conhecimentos de Informática para que atingissem os objetivos dessa área. Observamos que os grupos não apresentaram dificuldades em alterar o programa usado como exemplo, o “Blink”, conforme as portas digitais dos seus projetos. Após a realização do desafio/problema os grupos, de uma maneira espontânea, diminuíram o intervalo de tempo que o led permanecia ligado e desligado, simulando a iluminação de uma lâmpada tipo “pisca-pisca”. Assim, utilizaram adequadamente a função de controle de tempo.

Concluído o desafio problema, propusemos a etapa de aprofundamento do conhecimento, solicitando que os grupos partissem do GND do Arduino e percorressem o circuito no sentido horário, onde encontrariam primeiramente o led ou o resistor. Posteriormente, questionamos: se a ordem desses componentes fosse alterada o brilho do LED também seria alterado? As respostas dos questionamentos estão registradas na Tabela 27.

Tabela 27 — Sistematização da concepção dos grupos quanto à ordem do resistor e LED no circuito “Pisca Led”.

Grupo	Ordem do Led e Resistor no desafio/ problema	Resposta quanto a alteração do brilho do Led com a troca de ordem no circuito
1	Resistor – Led	Não há alteração
2	Led – Resistor	Não há alteração
3	Resistor – Led	Não há alteração

¹⁶ Espaço onde a placa Arduino é programada através de códigos.

4	Resistor – Led	Há alteração com queima do Led
---	----------------	--------------------------------

Fonte: elaborada pelo autor.

A segunda coluna pode ter relação com a concepção prévia de que a posição do resistor, num circuito em série, interfere no funcionamento do mesmo. De acordo com o Aluno 12: “*Tipo, se tu botar primeiro o resistor e depois o LED, vai funcionar. Se botar primeiro o LED e depois o resistor vai queimar.*” Assim, temos como hipótese que (3/4) dos grupos posicionou primeiramente o resistor para garantir o funcionamento do LED. Em contrapartida, a terceira coluna da Tabela 28 evidencia a ideia de que a corrente elétrica não se degrada ao atravessar uma resistência. Então, como (3/4) dos grupos chegou a essa conclusão, já que inicialmente “garantiram” o funcionamento do led posicionando o resistor antes do mesmo? A alternativa trouxe como falas independentes: “*A gente poderia testar isso.*” (Aluno 1); “*A gente testou*” (Aluno 11). Ou seja, os grupos 1, 2 e 3 optaram por verificar experimentalmente, a hipótese de que a posição do resistor interfere no funcionamento do circuito de único caminho da corrente elétrica.

Como segunda atividade da etapa de aprofundamento do conhecimento, propusemos que os grupos fizessem a relação de um resistor de $220 \Omega \pm 5 \%$, utilizado no desafio/problema, com suas respectivas faixas de cores. Também solicitamos que reconhecessem um resistor de $10 \text{ k} \Omega \pm 5\%$, a partir do código das cores com o questionamento se o brilho do led seria alterado com a inserção deste último resistor no lugar do de $220 \Omega \pm 5 \%$. Na identificação do código das cores, uma das dúvidas tratou da existência da polaridade do resistor. De acordo com a Aluna 9: “*a parte mais curta entre as faixas aponta pra esquerda né?*”. Com as falas: “*só que o resistor não tem*” (Aluno 2) e “*se eu quiser colocar o positivo pra esquerda eu coloco, não muda nada*” (Aluno 6) a informação da não existência da polaridade fez parte do diálogo. Além disso, com o procedimento experimental “*eu vou mudar, só pra ver o que acontece já que a colega ta falando*” e “*Observou, não mudou absolutamente nada*”, o (Aluno 6) comprovou, experimentalmente, o conhecimento que um resistor não possui polaridade.

Outra dúvida apresentada pelos grupos 1 e 2 e sistematizado pelas falas: “*A ordem que a gente bota na folha é de cá pra lá ou de lá pra cá?*” (Aluno 2); “*Tanto faz a ordem aí?*” (Aluna 9), faz referência à sequência adotada na composição do valor da resistência elétrica a partir do código das cores. Para dois componentes desses grupos “*É do mais claro pro escuro.*” (Aluno 6) e “*A primeira cor é o dourado.*” (Aluno 15). Em contrapartida, os Grupos 3 e 4 apresentaram nos seus diálogos o dourado como a última cor na composição do valor da

resistência. Como esses grupos não trataram da informação que a extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda, presente na tabela do código das cores entregue aos grupos, consideramos que a entrega do material impresso não foi suficiente para a construção do conhecimento, ou seja, nenhum dos grupos tomou a iniciativa de buscar o conhecimento através da tabela.

Sendo assim, ressaltamos “*o dourado nunca pode ser a primeira cor, porque o dourado sempre envolve a tolerância. Então o dourado está sempre na última cor*” (professor responsável). Instantaneamente, o Aluno 6 destacou para o grupo 1: “*Tá então nós colocamos exatamente ao contrário*”. Paralelamente, o Aluno 15 também afirmou para o Grupo 2 “*A quarta cor é o dourado*”. Com a ordem correta da leitura e com auxílio do quadro-negro, explicamos as atribuições dos valores às determinadas faixas. Com um conhecimento adequado de potência de 10, os grupos foram capazes de compor os valores de $220 \Omega \pm 5\%$ e $10 \text{ k} \Omega \pm 5\%$.

A verificação de alteração do brilho do led com a mudança do valor da resistência elétrica também aconteceu com a observação experimental revelada com as falas: “*Troca o resistor aí*” (Aluno 2 do grupo 1); “*O nosso fica mais fraco por que? Acho que o resistor é bom demais...*” (Aluno 11 do grupo 2); “*Agora o LED está muito mais fraco*” (Aluno 11 do grupo 3); “*Que tá bem fraquinho. Tá piscando bem fraquinho.*” (Aluno 14 do grupo 4). Os argumentos para o resultado da diminuição do brilho do led com o aumento da resistência elétrica trataram da capacidade do resistor em reter energia. Na época, consideramos inadequado explicar a “retenção de energia” em termos do conceito de voltagem devido ao grau de escolaridade dos alunos.

Em contrapartida, tínhamos o objetivo de os alunos medirem a voltagem no led e no resistor para a compressão que parte dos 5 V do Arduino era retido no resistor. Assim, propusemos o uso do multímetro para essa finalidade. Também os alunos deveriam usá-lo para as medidas das resistências de $220 \Omega \pm 5\%$ e $10 \text{ k} \Omega \pm 5\%$ e intensidades de corrente elétrica com o posicionamento do equipamento em diferentes pontos do circuito pisca LED. O uso do equipamento para essas finalidades, encontra-se sistematizado pelas medidas apresentadas na Tabela 28.

Tabela 28 — Medidas realizadas com o multímetro na atividade “Pisca Led”.

Medidas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Resistor menor	220 Ω	220 Ω	218 Ω	220 Ω
Resistor maior	9,87 k Ω	9,86 k Ω	9,82 k Ω	9,93 k Ω

Tensão no LED	1,92 V	1,90 V	1,9 V	1,94 V
Tensão no resistor menor	2,83 V	2,72 V	2,55 V	2,86 V
Corrente antes do resistor	11,57 mA	14 mA	12,5 mA	11,55 mA
Corrente depois do resistor	11,57 mA	13,8 mA	12,3 mA	11,55 mA

Fonte: elaborada pelo autor.

Sabe-se que aulas experimentais com a utilização do multímetro envolvem um elevado grau de interatividade dos alunos com o equipamento. Além disso, necessitam de monitoria adequada para a não danificação de algumas de suas funções. Com essa concepção, optamos por acompanhar os procedimentos dos alunos nos grupos com a atuação de um pai participante no Grupo 3 e dois universitários colaboradores na pesquisa. Esses, em conjunto com o professor responsável, transitavam nos demais grupos.

No diálogo com os grupos a proposta pedagógica foi de investigar as ideias dos alunos anteriormente à realização do processo de cada medida. As nossas observações e a transcrição dos áudios revelam que os grupos demonstravam conhecimentos prévios adequados para o uso do multímetro no que se refere aos submúltiplos clássicos de medidas elétricas como o mili (m) e o quilo (k). A fala: “*k é mil só pra avisar, em linguagem técnica.*” (Aluno 6) é um exemplo. Desse modo, a compreensão da chave adequada para as medidas das grandezas elétricas ocorreu com facilidade.

Após selecionada a chave adequada para a medida da resistência elétrica do resistor $220 \Omega \pm 5 \%$, o qual estava em funcionamento no circuito pisca led, os grupos 1, 2 e 4 apresentaram como proposta medir a resistência elétrica com a inserção do multímetro em paralelo ao resistor com o circuito pisca led em funcionamento. Avaliamos essa atitude como natural, visto que os fios condutores metálicos nas extremidades dos resistores e as garras dos condutores conectados ao multímetro induzem à conexão direta entre os componentes. Em contrapartida, o grupo 3 mediu a resistência com os resistores fora do circuito. Nos áudios, observamos que a aluna, filha do pai participante, era responsável pelas medidas. Então é bem possível que a estudante já houvesse utilizado o multímetro possivelmente em atividades com o seu familiar em horários extraclasse.

Para discutir a escolha da maioria dos grupos em medir a resistência com o resistor em funcionamento no pisca led, optamos por dialogar com o grande grupo sobre a necessidade em retirar o resistor do circuito para a medida. Argumentamos que o processo de medida de

grandezas elétricas com o multímetro envolve a aplicação de uma voltagem e, por consequência, uma correspondente corrente elétrica em determinado componente. No caso do resistor em funcionamento no circuito, a voltagem aplicada pelo multímetro também é aplicada no led e o Arduino, alterando o valor adequado da voltagem para a medida da resistência do resistor. Esse valor, só seria garantido com o circuito multímetro e resistor. Assim, os grupos mediram os valores apresentados nas duas primeiras linhas da Tabela 28.

Em relação às medidas de voltagem e corrente elétrica, no led e no resistor, optamos por sistematizar no quadro-negro o esquema de ligação do multímetro para medida dessas grandezas. Argumentamos que para a função de voltímetro, o multímetro esse deveria ser ligado em paralelo e, nesse caso, o equipamento de medida apresenta uma alta resistência para não desviar consideravelmente a “energia” no led. Para a função amperímetro, o multímetro deveria ser ligado em série e, nesse caso, o equipamento de medida apresentava uma baixa resistência para não diminuir, consideravelmente, a “energia” no led.

A escolha da escala 20 V foi a alternativa adotada por todos os grupos devido à voltagem de 5 V no Arduino. A ligação em paralelo foi o procedimento comum em todos os grupos. Os argumentos nessa etapa foram associados à não interferência no circuito, ou seja, o multímetro é conectado e o circuito continua em funcionamento. Conforme a fala do Aluno 2 do grupo 1: “...*inserir em paralelo é tipo colocar ele direto.*”

O uso de diferentes chaves do multímetro para medida de corrente elétrica envolveu duas ações distintas entre os grupos. Numa delas o Aluno 1 do grupo 3 afirmou que: “*O led deve funcionar com 20 mA.*”, sendo uma possível referência à tabela de condução de diferentes leds. Os demais grupos preferiram a opção em testar distintas chaves. Essa decisão foi questionada pela Aluna 8, no grupo 1, ao indagar “...*mas e se tu testar a medida errada?*”. De acordo com a Aluna 9, do grupo 1, a solução seria: “...*coloca pra mais*”. Essa colaboração foi apresentada ao grande grupo e discutida a possibilidade de danificação no equipamento em chaves de corrente elétrica inferiores às do circuito. Sendo assim, ressaltamos que é sempre importante o cálculo da corrente elétrica. Com esse objetivo, determinamos a corrente elétrica aproximada com os valores da menor resistência e das voltagens da Tabela 28. O resultado levou à escolha da chave 20 mA.

A inserção do amperímetro no circuito ocorreu com a tentativa de ligação em paralelo por todos os grupos, mesmo com o esquema de ligação ilustrado no quadro-negro. Através das nossas observações não fazia sentido para os alunos interromper o circuito e conectar o multímetro. Para a compreensão da conexão do amperímetro, fizemos as analogias entre a corrente elétrica e o fluxo de água e o amperímetro com um relógio de vazão. A analogia

colaborou para a necessidade de interrupção do circuito para a inserção do amperímetro. Com a orientação das conexões que permitem a circulação da corrente elétrica pelo amperímetro, foram medidos os valores apresentados nas últimas duas linhas da Tabela 28. As medidas são comprovações experimentais que *“Na verdade não mudou nada, porque na segunda medida que a gente botou deu essa coisa também, deu 11,55.”* Aluno 12, grupo 4.

Para finalizar a análise da atividade do pisca led, ressaltamos que a principal dificuldade dos alunos esteve associada às formas de conexão do multímetro para medidas de resistência elétrica e corrente elétrica. Porém, acreditamos que o manuseio do equipamento pode ter colaborado para a construção de conhecimentos prévios resgatados em possíveis aulas de eletrônicas futuras. Nesse sentido, para as próximas edições da oficina temos de pensar em possíveis analogias, assim como a descrita anteriormente.

5.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SEMÁFORO DE 3 TEMPOS”

Como desafio/problema dessa ação os grupos deveriam ser capazes de montar e testar o protótipo de um semáforo de 3 tempos em protoboard no qual as cores vermelho, verde, amarelo permaneciam acessas em intervalos regulares de 5 segundos. Na atividade “Pisca Led” os alunos utilizaram o programa exemplo “Blink”. No mesmo, as funções `setup []` e `loop []`, o comando para definição de uma saída, o comando para o controle de uma saída, o número da porta do Arduino no circuito e na programação e a função de controle de tempo/atraso aparecem pré-definidas. Desse modo, na atividade “Pisca Led” demandamos tempo para a apresentação desses conhecimentos de informática através de um programa pronto.

Em contrapartida, na atividade “Semáforo de 3 Tempos” os grupos deveriam ser capazes de elaborar e testar os programas para a solução do desafio/problema. A linguagem escolhida para essa etapa foi a textual do Arduino denominada Wiring. A opção foi embasada no público alvo composto de alunos com faixa etária entre 15 e 17 anos. Avaliamos que poderíamos introduzir a programação através da linguagem de blocos, porém à medida que aumentássemos o nível de complexidade dos projetos seria necessária a migração dos blocos para a linguagem textual. Então, optamos por utilizar essa demanda de energia para a compreensão da própria linguagem textual, a qual permite a elaboração de projetos com diferentes níveis de complexidade.

Como investigação dos conhecimentos prévios para a solução do desafio/problema questionamos (1) a quantidade de materiais utilizados, (2) como os alunos imaginavam que os leds iriam piscar na sequência estabelecida e (3) o que conheciam sobre a protoboard. A sistematização das respostas do primeiro questionamento enviadas para a pasta de compartilhamento, apresentaram a necessidade de 3 leds, 1 Arduino, fios de conexão, protoboard, cabo USB e o computador. Também apresentaram o uso do resistor, porém em quantidades diferentes em cada grupo.

Para os grupos 1 e 2 seria necessário apenas 1 resistor. No entanto, para os grupos 3 e 4 seria utilizado 1 resistor para cada led, ou seja, 3 resistores. No grupo 2, o diálogo para a definição da quantidade de resistores envolveu todos os integrantes. Pontualmente o Aluno 11 questionou “*Quantos resistor?*”. Para o Aluno 16 seria “*Um para cada led*”. Em contrapartida, para o Aluno 15 “*É que vai ficar um ligado de cada vez, e não todos, acho que só um chega.*” Na transcrição do áudio do grupo 1 não localizamos o diálogo sobre a decisão. Nos grupos 3 e 4 notamos a ideia de garantia de funcionamento com 1 resistor para cada led, expressa na fala “*é mais de um resistor, porque tem três luzes.*” (Aluno 12 do grupo 4).

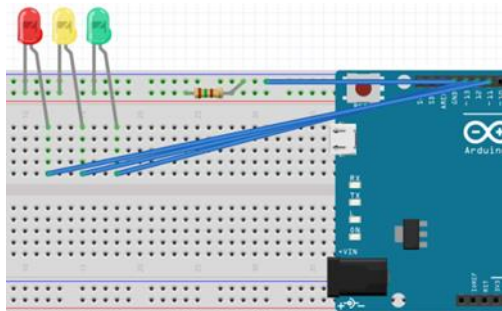
A sistematização das respostas de como os grupos pensavam que os leds piscariam na sequência estabelecida tem como concepção comum o funcionamento específico de cada led em termos do tempo que ficaria aceso e apagado. Para apresentar essa ideia, na própria linguagem dos alunos, “*O verde irá ficar ligado 5 s e desligado por 10 s, o amarelo desligado por 10 s e ligado por 5 s e o vermelho desligado 10 segundos e ligado por 5 segundos*”. Cabe ressaltar, que o grupo 1, apesar de apresentar o tempo que cada led permanecia desligado respondeu “*no mesmo instante em que um led acende o anterior apaga*”. Ou seja, o pensamento sequencial em termos da programação foi demonstrado. Além disso, os grupos fizeram referência à necessidade do que chamamos de looping na programação, ou seja, que toda a vez que o led vermelho fosse desligado o led verde seria acionado.

A sistematização das respostas do questionamento 3 levou à conclusão que o grupo 1 não apresentou conhecimentos sobre a protoboard e o grupo 2 procurou entender a sua funcionalidade com a interpretação proto + board. Para esse grupo a placa “*É um teclado de prótons presente no Fritizing*”. A transcrição do áudio do grupo 3 revelou que o pai da aluna participante colaborou com a fala que a protoboard “*É uma placa que faz as conexões com mais facilidade*”. No grupo 4 é destacada a colaboração do Aluno 14 ao afirmar “*que a protoboard é uma placa para montar, então a gente vai por os leds ali*”.

Na leitura das respostas dos conhecimentos prévios para o grande grupo fizemos uma relação entre a apresentação da protoboard no Fritizing e a colaboração do grupo 2. Nesse

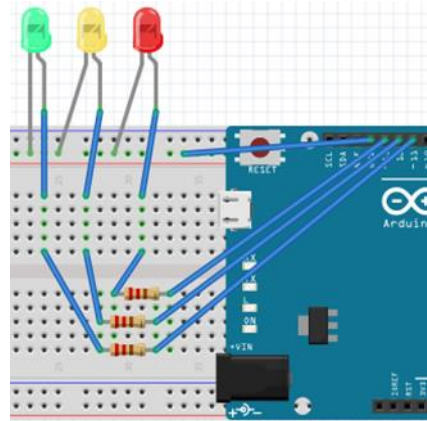
software, as conexões entre as suas linhas são apresentadas de uma maneira didática, sendo que a opção pelo uso de determinado furo vem acompanhada de um realce na determinada linha de conexão. O destaque na cor verde nas linhas de conexão utilizadas pelos grupos no projeto do semáforo destaca a funcionalidade. Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 são apresentados os projetos dos grupos.

Figura 7 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 1



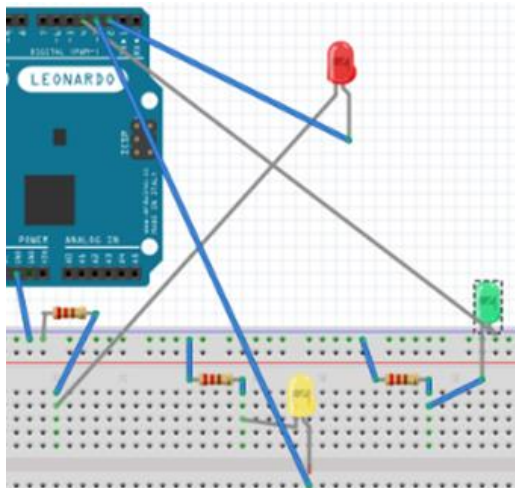
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 9 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 3



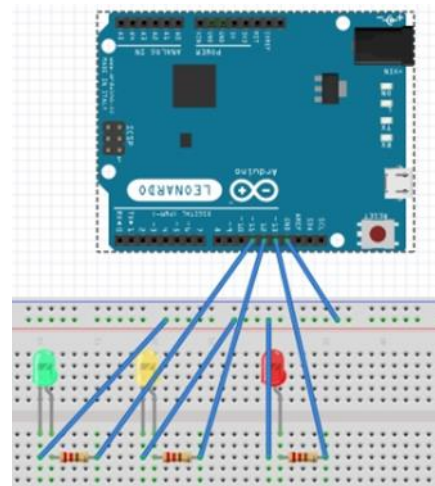
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 8 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 2



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 10 — Projeto Semáforo de 3 Tempos – Grupo 4



Fonte: elaborada pelo autor.

A transcrição dos áudios não apresenta o processo de construção do circuito do grupo 1, apesar do mesmo estar correto. Em contrapartida, o grupo 2, mesmo que tivesse igualmente proposto o projeto com um resistor para cada led, revelou a curiosidade em testar o projeto com apenas um resistor. Também justificaram a escolha de posicionar o resistor entre o GND

do Arduino e cada led com o pensamento que *“tem um funil, o funil é o resistor, a energia passa, e ela vai e entra aqui e vai continuar isso.”* (Aluno 11). Mesmo que os integrantes desse grupo fossem alunos do segundo ano do ensino médio revelaram a necessidade *“...da gente calcular primeiro. Tem que calcular a resistência”*. (Aluno 11), ou seja, dimensionar o resistor com o cálculo da resistência apresentado em aulas anteriores. Além disso, demonstraram conhecimentos adequados para a protoboard com a fala *“toda a fileira é o GND”* (Aluno 11) e do led com a fala *“primeiro a perna grande”* em relação à existência da polaridade. Cabe ressaltar, que no projeto anterior ao apresentado na ilustração acima, o grupo usou a porta 5 V do Arduino para o controle de cada led. No grande grupo, destacamos que a mesma é uma possibilidade de “liberação contínua de energia” e, por esse motivo, não há a possibilidade em controlar um circuito com ela. Desse modo, em próximas edições da oficina, é importante a apresentação da mesma nas primeiras atividades.

O áudio do grupo 3, também apresenta a discussão entre alguns participantes sobre a quantidade de resistores no projeto. Conforme o Aluno 1 *“vamos colocar um resistor só, fica mais fácil de montar”*. Na concepção do pai participante *“...funcionaria com um resistor só, mas altera o brilho”* possivelmente em referência à ideia que o resistor teria efeito num dos leds. Para promover o debate desse conhecimento equivocado, o professor responsável pelas atividades questionou *“Por que o uso de um resistor para cada led?”*. De acordo com o Aluno 1 *“Porque eles não quiseram me ouvir”*. Com o objetivo que esse aluno explicasse aos demais integrantes do grupo a possibilidade de uso de um resistor o professor responsável retomou o debate com o questionamento *“Você acha que é possível usar um resistor só?”*. Na opinião do Aluno 6 *“A gente não falou que não dava, a gente preferiu usar três. Dá para usar um, mas a gente preferiu usar três”*. Isto é, a maioria do grupo optou por um conhecimento clássico em eletrônica que se refere a atribuir um resistor para cada led.

O diálogo no grupo 4, durante o projeto do circuito, destaca o uso adequado da polaridade do led com a fala *“o mais comprido é o positivo, olha esse daqui está dobrado”* (Aluno 12). Também apresenta a justificativa da necessidade de uma porta digital do Arduino para cada LED com a colaboração do Aluno 13 *“Tá ligado que para você fazer os comandos tu tem que botar o comando por porta, se tu botar em uma porta só vai ligar todos ao mesmo tempo.”* Também cabe ressaltar a ideia do grupo em simular o circuito projetado no Fritizing com as falas *“Tinha que ter a opção testar”* (Aluno 14); *“Tinha que ter”* (Aluno 13). Na época, não tínhamos conhecimento de softwares de projetos com Arduino que simulassem circuitos. Desse modo, o Fritizing foi utilizado até o final das atividades. Atualmente, temos a

disponibilidade do Thinkercad¹⁷ que roda pela Internet e possibilita a simulação dos circuitos projetados com Arduino.

Na etapa de revisão dos projetos ilustrados acima, além do projeto do grupo 2 que apresentava a ligação dos leds na porta 5 V, ressaltamos que o grupo 1 apresentou um resistor inadequado em termos do valor da resistência. Como a transcrição dos áudios indica que apenas o grupo 2 dimensionou o resistor adequado podemos inferir que os grupos 3 e 4 utilizaram o resistor adequado com a comparação de cores da atividade “Pisca Led”.

Com a versão final do projeto de cada circuito os grupos realizaram a montagem do semáforo na protoboard sem dificuldades e, assim, rapidamente passaram à etapa de programação. Aqui cabe ressaltar, que na etapa de investigação a maioria dos grupos tinha revelado a concepção do funcionamento individual de cada led. Assim, estávamos curiosos sobre a aplicação dessa ideia na elaboração do programa para solução do desafio/problema.

No início da etapa de programação o grupo 1 questionou se usaríamos um programa pronto com a fala direta “*vamos usar um exemplo pronto para a programação?*” (Aluno 6). O grupo 2, num diálogo interno dos próprios integrantes, lembrou que na aula anterior usaram o exemplo “Blink”, porém o Aluno 15 ressaltou “*Mas agora acho que é outro né*”. Utilizando o questionamento do Aluno 6 no grande grupo, argumentamos que para a solução do desafio/problema da atividade “Semáforo de 3 Tempos” cada grupo iria elaborar o programa específico.

A transcrição do áudio e as nossas observações nos grupos 1, 2 e 3 revelam uma primeira versão dos programas com a escrita da concepção inicial do funcionamento individual de cada LED. Falas do tipo “*...o led verde a gente apagará por 10 segundos*”; “*o vermelho ficará apagado por 5 segundos*” Aluno 6, “*delay agora de 10000*” (Aluno 16) em referência ao tempo de 10000 milisegundos de um led desligado que revelam o chamado conhecimento paralelo em programação. No grupo 3, essa concepção também apareceu, porém foi logo questionada pela Aluna 10 com a consideração “*Mas espera aí, esse vai esperar dez segundos e daí esse vai ligar cinco segundos?*”. Nesse momento, o professor responsável estava observando o diálogo nesse grupo e aproveitou para discutir no grande grupo o questionamento do Aluno 7 “*Mas eu não sei se é simultâneo ou não?*”

No grande grupo argumentamos que a concepção apresentada na etapa de investigação sobre o tempo que cada led permanece ligado e desligado traz uma ideia de funcionamento independente. Ressaltamos que a comunicação com o Arduino é realizada com o pensamento

¹⁷ <https://www.tinkercad.com/>

sequencial e o termo simultâneo na palavra do colega é uma ideia desse pensamento. A transcrição dos áudios revela que conseguimos manter uma zona de desenvolvimento proximal com todos os grupos, pois a partir da explicação temos falas do tipo “*no mesmo instante o verde acende e o vermelho apaga*” (Aluna 8 do grupo 1); “*Então bota zero no delay*” (Aluno 16 do grupo 2); “*Tu liga um cinco segundos, desliga e já liga o outro*” (Aluno 7 do grupo 3); “*Se tivesse delay no desligado não iria ligar o outro*” (Aluno 14 do grupo 4). Além disso, as imagens dos programas dos grupos 1 e 2 revelam o comando delay (0) logo após cada led ser apagado.

Para finalizar a análise da atividade “Semáforo de 3 Tempos”, gostaríamos de ressaltar que a Oficina de Robótica, com o viés pedagógico que propusemos, caracteriza-se como uma pesquisa cujo período de elaboração das atividades trouxe algumas dúvidas aos pesquisadores. Dentre elas, podemos destacar: (1) Como as atividades acontecerão semanalmente das 18 h às 20 h conseguiremos manter o número de interessados? Qual fator irá colaborar para a participação ativa dos alunos? Em que momento da oficina observaremos que as atividades proporcionarão uma aprendizagem que poderá ser resgatada pelos alunos?

Na atividade “Pisca Led” percebemos que a proposta dos alunos constituíram grupos por afinidade e, num ambiente colaborativo, solucionarem o desafio/problema na própria data da sua apresentação foram decisões que colaboraram para a manutenção do número de participantes. Porém, na atividade “Semáforo de 3 Tempos” concluímos que os alunos estavam aplicando os conhecimentos da atividade para compreensão do mundo que os cercava, independentemente da idade e da série que cursavam no ensino médio. Por exemplo, o Aluno 11 que cursava o segundo ano afirmou “*A gente já conseguiu o tempo certo, a gente só tá agora brincando. É assim que funciona dentro dos semáforos?*”. Além disso, o Aluno 15, do mesmo ano, questionou “*Funciona por programação? Numa cidade inteira é apenas um comando geral?*”

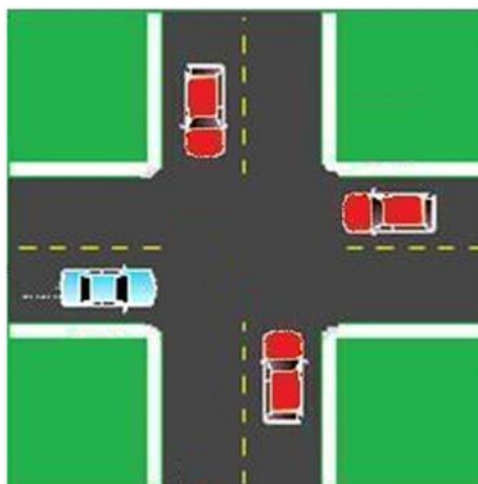
5.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS”

Os pensamentos descritos na atividade “Semáforo de 3 Tempos” levaram à conclusão que os alunos estavam construindo ricas experiências de aprendizado. A referência aos termos “*...a gente só tá agora brincando*”, “*dentro dos semáforos*” e “*numa cidade inteira*”

evidência que os 12 critérios¹⁸ para o estabelecimento da Experiência de Aprendizagem Mediada de Reuven Feuerstein (1994) estavam sendo contemplados na oficina. Os alunos demonstraram intencionalidade/reciprocidade, pois revelaram recepção e envolvimento no processo de ensino/aprendizagem. Também demonstraram o critério de transcendência ao generalizar o conhecimento do semáforo no mundo real. Além disso, estávamos promovendo os critérios do comportamento de compartilhar e individuação com a ênfase no trabalho em grupo e estímulo à independência e autonomia celebrando a diversidade entre os envolvidos.

Por observarmos que os alunos estavam inseridos no processo de ensino/aprendizagem com a metodologia proposta, julgamos ser possível que construíssem uma maquete para a solução do desafio/problema de desenvolver um conjunto de semáforos para controlar o fluxo de veículos no cruzamento ilustrado na Figura 11.

Figura 11 — Cruzamento de 4 vias



Fonte: adaptado da imagem disponível em <http://euestoudirigindo.blogspot.com.br/2013/04/cruzamento-de-vias.html>

No desafio/problema ressaltamos que no cruzamento cada carro pode seguir em frente, virar à direita ou virar à esquerda com as cores verdes e amarelas que somadas equivalem a um tempo de 5s. Para a construção da maquete solicitamos que os grupos trouxessem materiais recicláveis para a sua elaboração. Além disso, disponibilizamos os materiais como leds, resistores, cabos de rede, Arduino, etc. numa bancada, ou seja, os grupos deveriam definir quais materiais seriam utilizados assim como a quantidade.

Com o objetivo de promover a autonomia dos participantes e investigarmos suas atitudes frente à atividade o momento para atuação dos alunos nas etapas design/solução

¹⁸ Os 12 critérios da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) foram apresentados no capítulo 3.

(subetapa de investigação, subetapa do design do protótipo, subetapa físico/montagem, subetapa de programação) e teste/reconstrução deveria ser definido pelo próprio grupo. Isto é, apresentamos apenas o desafio/problema com o objetivo de investigar qual caminho seria traçado pelos alunos para a solução do mesmo.

As transcrições dos áudios, nos grupos, revelam que no grupo 1 o Aluno 2 propôs a divisão de tarefas onde *“Você faz a parte artística e a programação deixa para mim”* num diálogo com a Aluna 9. No processo introdutório do programa o Aluno 2 propõe o questionamento *“Eu vou ter que ligar os três vermelhos e um verde ao mesmo tempo?”* ao professor responsável. Com a resposta positiva e, observando que o grupo não estava relacionando os leds com as portas do Arduino, ou seja, enumerando determinado led à determinada porta, utilizamos o critério de controle e regulação da conduta (Feuerstein, 1994) para o controle da impulsividade no início da atividade. Essa ação levou a Aluna 9 a enumerar os leds às respectivas portas com a solicitação do Aluno 2 *“Coloca aí dois é igual a vermelho um, três é amarelo um, quatro verde um, cinco vermelho dois...”* Após a realização dessa etapa, o Aluno 2 falou ao grupo *“Eu comecei aqui, eu vou ter que abrir o verde e os outros três vermelhos.”* em consideração à fase inicial do programa ilustrada a seguir

```
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(8, HIGH);
digitalWrite(11, HIGH);
```

Posteriormente ressaltou que *“agora tem um problema, o verde vai ficar aceso por três segundos só que os outros três vão ficar acesos.”* em referência à dificuldade de apagar o led verde sem apagar os demais vermelhos. Numa atitude com o critério do comportamento de compartilhar (Feuerstein, 1994) o Aluno 3 enfatizou o trabalho em grupo e questionou *“O uso do delay vai funcionar para os quatro?”*. Em outras palavras, a inserção do comando delay teria efeito na última linha do programa ou nas quatro primeiras linhas do programa?

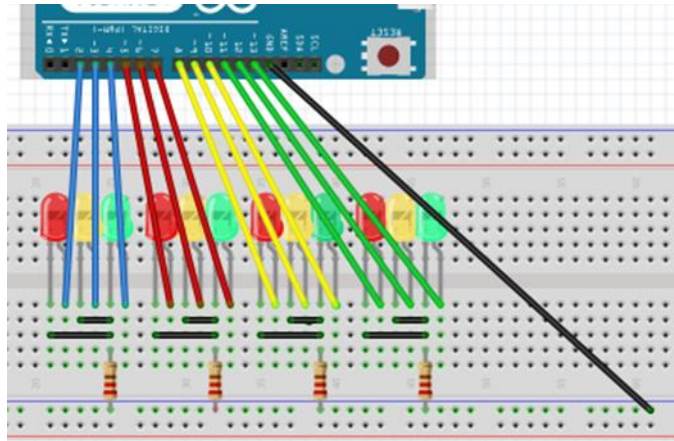
Com a fala *“O delay traz a ideia de espera no último comando”* do professor responsável o grupo continuou o programa com os comandos ilustrados a seguir

```
delay(3000);
digitalWrite(4, LOW);
delay(0);
digitalWrite(3, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(3, LOW);
```

Após a espera (delay) de 3000 ms , ou seja, 3 s, a sexta linha desliga o led verde e, simultaneamente, (delay igual a 0 s) a sétima linha liga o LED amarelo. Após a espera (delay

de 2000 ms), ou seja, 2 s, o LED amarelo é desligado. A relação entre os LEDs e as portas específicas está ilustrada na Figura 12.

Figura 12 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 1

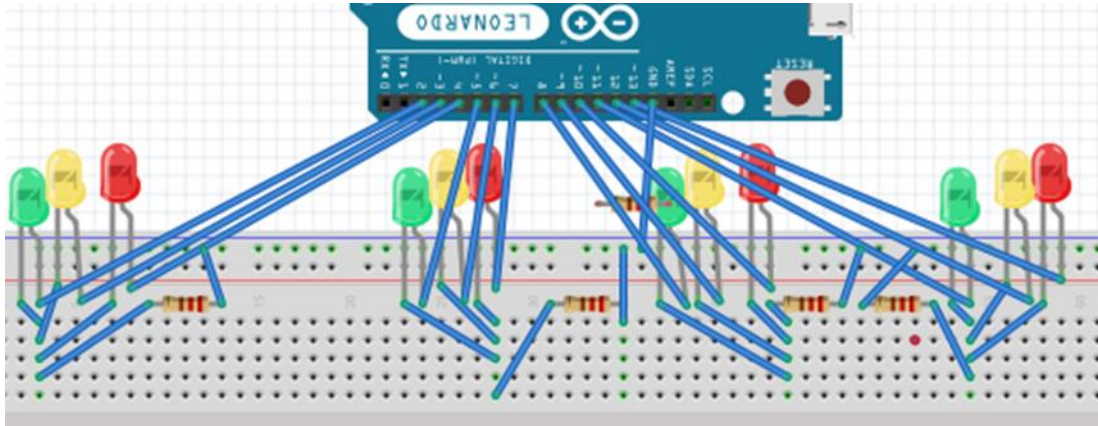


Fonte: elaborada pelo autor.

Na Figura 12 temos a ilustração da ideia “*Daí eu pego os negativos e junto todos.*” (Aluno 2) e as atribuições conforme a elaboração do programa. As primeiras 4 linhas do programa, ilustradas anteriormente, remetem a ligar o led verde (porta 4) de um dos semáforos e ligar os leds vermelhos (portas 5, 8 e 11) dos demais semáforos. Deste modo, o grupo 1 optou, primeiramente, por elaborar o programa concluído com 42 linhas na função void loop cujo Arduino interpreta, de uma maneira cíclica, além das 12 linhas na função void setup que o Arduino interpreta apenas uma vez. Posteriormente ao programa, o grupo 1 projetou o circuito. Cabe ressaltar, que a escrita do programa apresenta a participação ativa dos Alunos 2, 3 e 6. Também na solução do desafio/problema tivemos a participação da Aluna 9. Em contrapartida, a transcrição não apresenta a fala da Aluna 8. Essa constatação está de acordo com a observação de atuação da Aluna no que o grupo denominou de parte artística da maquete.

O grupo 2 optou por iniciar a solução do desafio/problema com o projeto no Fritizing. Neste momento, definem os materiais em termos de “*Quantos resistores? Pega quatro, vamos tentar fazer assim...um para cada semáforo*” (Aluno 11) e observações pertinentes do mesmo aluno como “*Se a gente conectar um GND vale para todos*”; “*cada led vai ter que ir numa porta*” (Aluno 11); “*Temos as portas 13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1,0 onde a gente está arrumando qual porta é o quê*” (Aluno 16). Assim, atribuem “*13, 10, 7 e 4 são os vermelhos. 12, 9, 6 e 3 são os amarelos. 11, 8, 5, 2 são os verdes*” (Aluno 15). As falas levam à construção do projeto ilustrado na Figura 13.

Figura 13 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 2



Fonte: elaborada pelo autor.

Finalizado o projeto, o grupo 2 parte para a programação com a consideração “*Tá ligado que os vermelhos devem estar ligados ao mesmo tempo*” (Aluno 16) e atribuição “*Aluno 15, tem que dar um jeito de fazer os três vermelhos ligarem*”. Para o Aluno 15 “*Isso é uma grande questão, como vamos ligar os três vermelhos de cada um?*” Ou seja, nos parece que a ideia do grupo seria programar os semáforos de uma maneira individual. Para a construção da ideia sequencial, colaboramos com a seguinte fala “*O verde deve estar ligado por 3 s. No mesmo momento quem mais deve estar ligado?*”. Para o Aluno 16 seriam “*o 13, 10 e 7*” em referência aos leds vermelhos.

Na sequência, é apresentado um questionamento importante do Aluno 15 “*Como se troca daí de ligar e desligar o 11, no caso o verde?*” e informamos que deveriam enviar um sinal baixo para o 11. Após, questionamos “*E agora temos que ligar qual?*”. Com o raciocínio correto o Aluno 16 informou que “*seria o 12, no caso o amarelo*” tendo como consideração “*Mas esses daqui vão continuar ligados?*” (Aluno 15) em referência aos leds vermelhos. Informamos que sim, pois não foi atribuído o sinal baixo para os mesmos. O diálogo colaborou para o primeiro ciclo de cruzamento dos carros ilustrado no programa abaixo

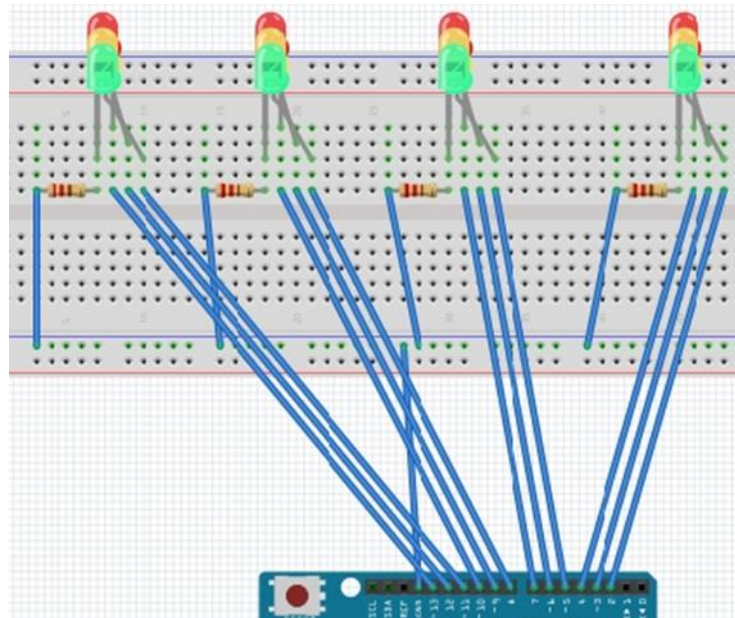
```
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
delay(3000);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(12, LOW);
```

O programa elaborado pelo grupo é composto de 40 linhas na função void loop. Assim, tivemos uma redução de 6 linhas em relação ao programa do grupo 1, pois observamos a ausência do delay (0) entre desligar o led verde e ligar o led amarelo. Na escrita do programa observamos apenas a atuação dos alunos 15 e 16. Isto é, o Aluno 11 decidiu desenvolver a parte artística durante a programação.

A motivação dos alunos no grupo 4 foi de fundamental importância para a escrita do programa, visto que eram iniciantes em robótica com Arduino e cursavam o início do segundo ano do ensino médio. Esse fator de aprendizagem também foi observado na solda dos componentes eletrônicos. De acordo com o Aluno 16 *“Eu soldo o primeiro semáforo. O primeiro eu soldo, o segundo vocês soldam”*. Nessa etapa também foram discutidos questionamentos importantes como *“O resistor fica aonde, fica conectado com os três?”*; *“Tá e o resistor eu coloco aonde?”* (Aluno 16) em referência à conexão do resistor com os polos negativos dos leds. Conforme o Aluno 15 *“O resistor tu coloca na perna negativa de todos”* com o complemento *“não olha pela perna olha pelo led”* (Aluno 11) já que possivelmente o grupo diminuiu “as pernas” dos leds para realizar a solda.

Assim como o grupo 2, o grupo 3 também iniciou a solução do desafio/problema com o projeto ilustrado na Figura 14.

Figura 14 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 3



Fonte: elaborada pelo autor.

Como ponto de partida, o pai da aluna participante orientou e questionou *“O negativo vai no resistor e os outros direto na porta do Arduino. Eu não lembro quantas saídas ele*

tem?” Conforme a fala do Aluno 7 são “doze saídas”. Na sequência, foi estabelecido um diálogo sobre a polaridade do led com o questionamento “O negativo é qual?” (Aluno 7). Com a contribuição do Aluno 1 “É o que não tem a curvinha. Esse aqui é o negativo e esse aqui é o positivo” em termos do chanfro do led ou ainda “é o menor” (Aluno 5) em referência à conexão mais curta do led. Finalizado o projeto, o Aluno 1 se dirigiu ao Aluno 7 e orientou “Agora falta você montar o programa e a gente o circuito” tendo como resposta “Vocês se concentram no circuito que eu faço o programa”.

Após concordar com a tarefa de ser o responsável pela programação, o Aluno 7 fez uma série de questionamentos ao grupo “O high é para quando ele vai acender e o low quando ele vai desligar?”; “Daí o delay é o tempo que ele demora aceso ou desligado?”; “Eu tenho que colocar todos ligados primeiro? Como eu vou comandar o delay?”. Todos os questionamentos foram respondidos, na sequência apresentada a seguir, pelo Aluno 1 “É”; “É quanto tempo fica naquele estado”; “Tu liga tudo e dá um delay de três segundos, mas tu não desliga os vermelhos.”.

Na sequência, é destacada a relação entre cada led e as portas onde “O verde é o dois, cinco, oito e onze. O amarelo é um a mais e o vermelho um a mais” (Aluno 1). Então o amarelo é a porta três, seis, nove e doze. Já o vermelho é a porta quatro, sete, dez e treze. Nota-se que as três portas correspondentes ao vermelho e a porta associada ao verde estão nas quatro linhas do programa ilustrado abaixo. O mesmo apresenta a possibilidade de primeira passagem no primeiro semáforo e o início da passagem no segundo semáforo.

```
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(13, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(3000);
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
```

Finalizada a programação do código com 34 linhas na função void loop, a Aluna 10 solicitou a explicação do mesmo para o Aluno 7. Nas suas próprias palavras “Primeiro tem que colocar quais as portas que tu vai usar e depois o código, que é o mais difícil. Primeiro eu coloquei um código para ligar todos os vermelhos e o verde do primeiro semáforo por três segundos. Eu desliguei o verde e ao mesmo tempo liguei o amarelo, aí eu deixei por dois segundos o amarelo, aí desliguei e desliguei o vermelho do próximo semáforo, liguei o verde

e liguei o vermelho anterior. Daí eu deixei por três segundos e repeti o código.” Devido provavelmente à qualidade da sua fala, a Aluna 10 respondeu *“Eu entendi obrigada”*.

Finalizado o programa, o grupo 3 focou na solda dos componentes. Essa parte tinha o forte interesse do Aluno 4 que afirmou *“A parte mais legal é a solda”*. Com o auxílio do pai participante e orientações do tipo *“Tem que encostar os três juntos, o soldador, a solda e o que tu vai soldar.”*, *“Excesso de solda a gente tira com o sugador assim”*, *“Espalha a solda um pouco mais para esse lado. Cuida que a solda é condutora então ela não pode encostar em outros condutores”* o desafio/problema foi solucionado pelo grupo.

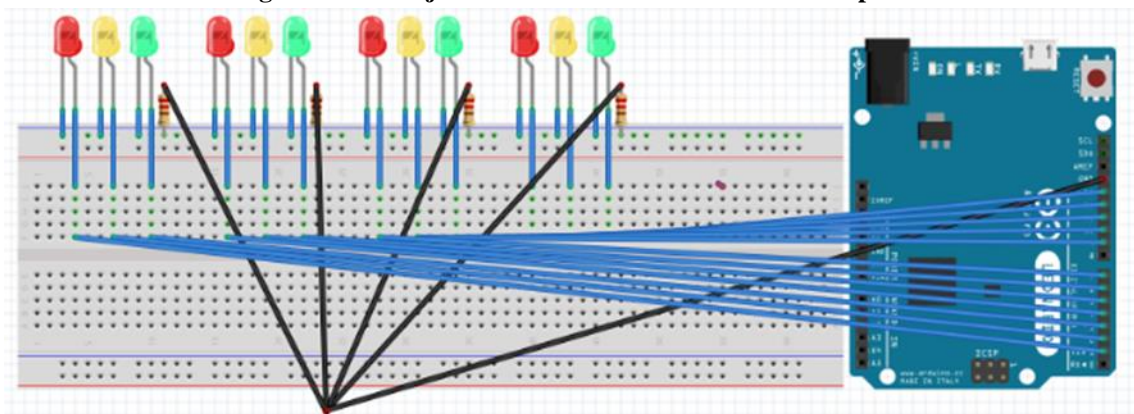
Nos grupos 1, 2 e 3 verificamos diferentes alternativas para a construção da maquete do semáforo com etapas bem definidas e finalizadas após certo tempo de solução. Em contrapartida, no grupo 4, observamos a transição do grupo por diferentes partes da atividade sem a conclusão das mesmas. A transcrição do áudio levou à interpretação que o grupo 4 optou inicialmente por montar o circuito real dos 4 semáforos. O questionamento do Aluno 14 *“Será que a gente pegou a que divide?”* e a ideia do Aluno 13 *“A gente faz uma ponte, não tem problema”* em referências à protoboard indicam esse ponto de partida. Sem a conclusão dessa etapa o Aluno 13 sugere *“Vamos desenhar o circuito primeiro”*. Num instante de tempo muito próximo aparece outra sugestão do Aluno 13 *“O Aluno 14 está certo, vamos fazer a programação primeiro”*. A sugestão do Aluno 14 *“A gente tem que fazer o mesmo negócio da aula passada”* e o questionamento *“Daí liga um com três segundos, e os outros três com cinco segundos. Como eu faço isso na programação?”* vêm acompanhados de uma sugestão do professor responsável que podemos entender como um controle/regulação da conduta.

No momento sugerimos que pegassem uma folha de papel e ilustrassem a lógica de funcionamento dos 4 semáforos já que havíamos observado a conclusão da relação dos leds com as portas do Arduino. Não seria necessário escrever os comandos, apenas um esquema de ligado e desligado em cada led. Nos parece que o grupo concordou com a sugestão, pois, na sequência, temos falas do tipo *“A gente pinta só que a acendeu”*, *“Então pinta essa que mostra o verde ligado. Depois todos os vermelhos”*; *“agora liga aqui, liga aqui, liga aqui e liga aqui. Três, cinco, cinco e cinco.”* (Aluno 12). Posteriormente, foi elaborado um programa que não solucionava o desafio/problema, pois conforme o Aluno 14 *“Uma hora ficou todos os vermelhos ligados”*. A fala *“Então está errado aqui também”* (Aluno 12) leva a conclusão que o grupo finalizou uma versão do programa com a tentativa de alteração em diversos códigos e verificação do resultado no circuito. Uma versão correta da função void setup, ou seja, a definição correta das portas digitais como saídas de energia e uma versão equivocada da

função void loop enviada pelo grupo e armazenada nos nossos dados, concorda com essa hipótese.

Finalizado o programa, que não consta nos dados da pesquisa, o Aluno 12 propôs uma ideia para a parte estética onde “ao invés de a gente colocar uma plaquinha em cada, a gente poderia fazer um quadrado só e botar no meio.” O questionamento do Aluno 14 envolveu a efetividade da opção “Mas daí a gente vai ver a cor?”. De acordo com o Aluno 12 “Mas o led vai estar virado para fora” ao se expressar recebeu como elogio do Aluno 13 “Vai ficar muito massa”. Após a definição da construção dos 4 semáforos em forma de cubo, o debate da quantidade de LEDs foi proposto pelo Aluno 12 “A gente vai por um resistor para cada LED? Não, pois se não vai três para cada semáforo. É um para três, se não vai ficar muito difícil”, porém, conforme o próprio aluno, “Na verdade a gente não sabe como vai fazer com um resistor só”. Ou seja, a definição do grupo pela elaboração do programa no início da atividade sem a existência de um projeto no Fritzing nos parece que foi o grande empecilho para a otimização do tempo para a realização do desafio/problema. Desse modo, não é aconselhável que os alunos avancem sem a conclusão dessa etapa no início da atividade “4 Semáforos Sincronizados”. Nesse sentido, o projeto ilustrado na Figura 15, realizado pelo grupo posteriormente à montagem, poderia ter colaborado pelo melhor andamento da atividade.

Figura 15 — Projeto 4 Semáforos Sincronizados – Grupo 4



Fonte: elaborada pelo autor.

5.4 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES PISCA LED, SEMÁFORO DE 3 TEMPOS E 4 SEMÁFOROS SINCRONIZADOS

Após a implementação desse conjunto de 3 ações, entendemos que a aplicação da atividade “Pisca Led” foi de fundamental importância para a construção de conhecimentos prévios sobre componentes clássicos de eletrônica como resistor, led e o Arduino. Nessa aula discutimos a necessidade da conexão com o led e o resistor e a montagem do circuito com o polo negativo (GND do Arduino) e o polo positivo (portas digitais do Arduino). Também cabe destacar a autonomia dos alunos na comprovação de hipóteses experimentais descritas nas falas “*Na verdade não mudou nada, porque na segunda medida que a gente botou deu essa coisa também, deu 11,55.*”; “*eu vou mudar, só pra ver o que acontece já que a colega tá falando*”.

Nas duas atividades posteriores o conhecimento foi aprofundado com a discussão da quantidade de resistores para os projetos do Semáforo de 3 Tempos e 4 semáforos sincronizados. Além de conhecimentos de Eletrônica não podemos deixar de destacar a possibilidade de aprofundamento do conhecimento da lógica de programação e da própria estrutura da linguagem C/C++ do Arduino. Falas do tipo “*Tu liga um cinco segundos, desliga e já liga o outro*” ; “*Eu vou ter que ligar os três vermelhos e um verde ao mesmo tempo?*”; “*Então bota zero no delay*”; “*O high é para quando ele vai acender e o low quando ele vai desligar?*” constituem-se como aprendizagens importantes para iniciantes em robótica com Arduino.

Para finalizar, os resultados obtidos demonstram que é viável o ensino de componentes clássicos de eletrônica com o ensino paralelo da programação visto que é uma oportunidade de o aluno compreender o seu entorno. Além do mais, é uma oportunidade de um aprendizado prazeroso para os envolvidos no processo de ensino/aprendizagem. A frase “*A gente já conseguiu o tempo certo, agora estamos só brincando. É assim que funciona dentro dos semáforos?*” são ideias que resumem a forma de participação dos alunos nas atividades detalhadas nesse capítulo.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ELETRÔNICA: APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

6.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

No presente capítulo apresentamos a análise de uma atividade de eletrônica que trata de conhecimentos sobre circuitos elétricos em série e paralelo. Como etapa de investigação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre circuitos elétricos propomos os questionamentos disponibilizados na Parte 1 do Anexo D. As questões 1, 2, 6 e 7 da Parte 1) foram elaboradas com o intuito de avaliarmos o nível de compreensão dos grupos em relação ao código das cores de resistores, polaridade do Led e influência da posição do resistor em um circuito série. Ou seja, conhecimentos trabalhados nas 3 atividades iniciais. Com as questões 3, 4 e 5 procuramos investigar a concepção dos alunos em relação aos circuitos série e paralelo. As respostas sistematizadas dos grupos, em referência à Parte 1), estão ilustradas na Tabela 29.

Tabela 29 — Investigação dos conhecimentos prévios na atividade “Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétricos”.

Pergunta	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	330 ohms 10.10 ³ ohms	330 Ω 10 k Ω	330 Ω 10000 Ω	330 ± 5 % Ω 10000 ± 5 % Ω
2	O LED não brilha no Circuito 4	O LED não brilha no Circuito 4	O LED não brilha no Circuito 4	O LED não brilha no Circuito 4
3	Circuito 3	O LED brilha igual nos Circuitos 1 e 3	O LED brilha igual nos Circuitos 1 e 3	Circuito 1
4	Circuito 2	Circuito 2	Circuito 2	Circuito 2
5	Não	O LED brilha igual nos Circuitos 1 e 3	O LED brilha igual nos Circuitos 1 e 3	Não
6	Não	Não	Não	Não
7	Não	Não	Não	Não

Fonte: elaborada pelo autor.

Conforme observamos na primeira linha da tabela, todos os grupos foram capazes de relacionar a sequência de cores laranja, laranja e marrom ao resistor de 330 Ω e a sequência marrom, preto e laranja ao resistor de 10 kΩ. No grupo 1, o processo de construção do

conhecimento foi liderado pelo Aluno 2 que afirmou “*O primeiro é trezentos e trinta*”. A frase foi acompanhada do questionamento da Aluna 8 “*Não é trezentos e um?*”. Conforme o Aluno 2 “*Não, as primeiras faixas são as multiplicadoras e a outra vai no expoente*”. No momento, a Aluna 8 associou a frase com a tabela do código das cores dos resistores ao afirmar “*Verdade, está aqui na folha*”. A transcrição do áudio do grupo 2 revela uma concepção importante para resolução da pergunta 1), pois o Aluno 11 tinha a ideia que o múltiplo k deveria aparecer durante o processo de análise das cores. Para tratar dessa concepção afirmou e questionou “*Eu sei que o primeiro é 330. Mas por que não aparece o k?*”. Argumentamos que após a composição do 330 poderíamos reescrevê-lo como 0,33 k. Assim recebemos como contrapartida “*Tá entendi. Colocamos o k depois de compormos o número*”. No grupo 4 o nível de conhecimento estava abaixo dos demais. Essa constatação pode ser justificada pela dúvida “*A gente não lembra como usar as cores. A gente não lembra como calcular*” (Aluno 14). Na explicação conseguimos manter uma zona de desenvolvimento proximal. Após a mesma, todos os integrantes do grupo construíram o seguinte diálogo “*Laranja três. Então primeira faixa é o 3*” (Aluno 14); “*Laranja na segunda*” (Aluno 13); “*Segunda faixa representa o 2*” (Aluno 14); “*Marrom na quarta faixa. Número 1*” (Aluno 12); “*Dourado porcentagem*” (Aluno 14); “*Mais ou menos 5 por cento*” (Aluno 12). No grupo 3 o áudio não traz informações sobre a Pergunta 1), apesar do grupo apresentar os resultados ilustrados na tabela. Nota-se na mesma, a ausência da tolerância nos valores dos grupos 1, 2 e 3.

A questão 2) apresenta como resposta unânime a ausência do brilho do led no Circuito 4. Os argumentos envolveram a necessidade do cuidado da polaridade do led. Sistematizamos as falas com o Aluno 1 “*O 4 não vai acender, porque o positivo está no negativo*” e o Aluno 12 “*No circuito 4 as perninhas estão invertidas*”. Conforme escrevemos anteriormente, as questões 1) e 2) tinham o objetivo de verificar o nível de compreensão dos alunos em termos de conhecimentos das primeiras 3 atividades. Na primeira atividade, denominada Pisca Led, um dos objetivos é que os alunos fossem capazes de compreender que a corrente elétrica não se degrada ao atravessar uma resistência. Para avaliar esse conhecimento propusemos as questões 6) e 7). Conforme a sétima e a oitava linha da Tabela 2 todos os grupos responderam que a posição do resistor no circuito série não interfere no brilho do led. O argumento do grupo 2 está associado que independentemente da posição “*a corrente terá em seu integro a resistência*”. Para o grupo 4 “*a corrente é apenas em um sentido e por isso a posição do resistor não interfere*”. O grupo 3 associou o caminho único da corrente ao circuito série e

independe da posição “*o resistor continuará em série e além disso é um componente apolar*”. Para o grupo 1 “*independente do lugar ambos estarão associados com o mesmo efeito*”.

Se as questões 1), 2), 6) e 7) tinham o objetivo de avaliar conhecimentos de aulas anteriores, as questões 3), 4) e 5) foram elaboradas com o propósito de investigarmos concepções dos alunos em relação ao circuito série e paralelo. A quarta linha da Tabela 29 ilustra que de acordo com o grupo 1 o circuito em paralelo apresentava um maior brilho do LED. Para os grupos 2 e 3 um resistor de $330 \pm 5 \% \Omega$ tem o mesmo efeito que um resistor de $330 \pm 5 \% \Omega$ e outro de $10000 \pm 5 \% \Omega$ em paralelo. De acordo com o grupo 4 apenas um resistor no Circuito 1 é garantia de maior brilho do LED. A transcrição dos áudios revela que ao longo da discussão da questão 3) componentes dos grupos 1), 2) e 3) apresentaram as concepções prévias “*A energia vai seguir o caminho de menor resistência, ela vai tender a seguir aqui por baixo.*” (Aluno 3); “*Eu acho que a corrente passa pelo mais fraco*” (Aluno 2). Desse modo, o brilho do LED seria igual nos Circuitos 1) e 3), pois no Circuito 3) a corrente “ao escolher” o caminho de menor resistência “sofreria” o mesmo efeito da resistência do Circuito 1). Apesar de um aluno apresentar essa concepção prévia no grupo 1) a Aluna 8 do mesmo grupo afirmou “*Eu acho que a energia se divide*”. Ou seja, no grupo 1 havia divergência de ideias. Essa situação levou o Aluno 2 do grupo 1 a pesquisar o efeito de resistores em paralelo. Através do uso da Internet, esse componente afirmou ao grupo “*A resistência equivalente de uma associação em paralelo sempre será menor que o resistor de menor resistência da associação. Localizei essa informação no site da Infoescola*”. Por esse motivo, o grupo 1 traz como resposta o Circuito 3 com maior brilho.

Na quinta linha da Tabela 29 é unânime o Circuito 2 com o menor brilho do led. Em termos do argumento do Aluno 12 do grupo 4 “*Nesse vai dobrar a resistência*”. Nas palavras do Aluno 2 “*Os resistores como estão em série vai aumentar a resistência*”. Para que os alunos calculassem e observassem o efeito de resistores ligados em série e, em paralelo, propussemos que construíssem os circuitos 1), 2) e 3) e com os mesmos trabalhassem com a Parte 2 da atividade do Anexo D. Para o Estudo do Circuito 1) oferecemos uma atividade experimental e os resultados sistematizados dos grupos estão ilustrados na Tabela 30, 31 e 32.

Tabela 30 — Sistematização das respostas no estudo do Circuito 1

Item	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Resistência	330 Ω	$330 \pm 5 \% \Omega$	330 Ω	330 Ω
Escala do Voltímetro	20 V	20 V	20 V	20 V
Voltagem da fonte	8,77 V	9,18 V	9,3 V	8,37 V

Voltagem no Led	1,96 V	2,11 V	1,95 V	2, 1 V
Corrente esperada	0,020 A	21,42.10-3 A	0,024 A	0,01827 A
Escala do amperímetro	200 mA	200 mA	200 mA	20 mA
Corrente medida	20 mA	21,3 mA	22 mA	18,6 mA
Voltagem no Resistor	6,81 V	6,87 V	7,15 V	5,97 V

Fonte: elaborada pelo autor.

Para o Estudo do Circuito 2) a proposta foi de uma atividade experimental e os resultados sistematizados dos grupos estão ilustrados na Tabela 31.

Tabela 31 — Sistematização das Respostas no estudo do Circuito 2

Item	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Resistência Equivalente	10.330 Ω	10.330 \pm 5 % Ω	10.330 Ω	10.330 Ω
Escala do Amperímetro	20 mA	20 mA	200 mA	20 mA
Corrente medida	0,72 mA	0,7 mA	0,689 mA	0,666 mA
Voltagem na bateria	8,67 V	9 V	8,93 V	8,62 V
Voltagem no Led	1,76 V	1,79 V	1,78 V	1,84 V
Voltagem no Resistor de maior Resistência	6,77 V	7,04 V	6,91 V	6,59 V
Voltagem no Resistor de menor Resistência	0,22 V	0,23 V	0,22 V	0,22 V

Fonte: elaborada pelo autor.

Para o Estudo do Circuito 3) propusemos uma atividade experimental e os resultados sistematizados dos grupos estão ilustrados na Tabela 32.

Tabela 32 — Sistematização das respostas no estudo do Circuito 3

Item	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Escala do Voltímetro	20 V	20 V	20 V	20 V
Voltagem no resistor maior	6,67 V	5, 7 V	6,77 V	6,08 V
Voltagem no resistor menor	6,67 V	5,7 V	6,76 V	6,08 V
Comparação das Voltagens	Igual	Igual	Igual	Igual
Resistência Equivalente	313 Ω	320 Ω	315,5 Ω	319 Ω
Corrente Calculada	21 mA	16,8 mA	21,8 mA	0,018 A
Chave do Amperímetro	200 mA	20 mA	200 mA	20 mA
Corrente antes da ramificação	21 mA	16,8 mA	21,3 mA	18,8 mA

Corrente no Resistor Menor	20,3 A	16,3 mA	20,6 mA	18 mA
Corrente no Resistor Maior	0,76 mA	0,51 mA	0,7 mA	0,7 mA

Fonte: elaborada pelo autor.

As tabelas acima apresentam resultados adequados para o propósito de cada circuito. A transcrição dos áudios dessa etapa apresenta um elevado grau de mediação do professor responsável pela oficina e um aluno colaborar nos grupos 1, 2 e 4. Também do pai participante no grupo 3. Para as medidas de voltagem foi unânime a escolha da escala 20 V demonstrada nas afirmações “*Bota vinte*” (Aluno 13); “*A escala é 20 V*” (Aluno 2). Provavelmente a ilustração 9 V na bateria colaborou para essa escolha. A inserção do multímetro para essa função pode ser interpretada como um ato intuitivo dos alunos. De acordo com o Aluno 11 “*Para a medida de volts podemos ligar direto*”. Do nosso ponto de vista, “ligar direto” é um significado inicial para a compreensão da ligação em paralelo. A divisão da voltagem no circuito em série foi tratada pelo Grupo 4 em termos da energia com a fala “*A energia da fonte se divide na resistência e no LED.*” Para o grupo 2 “*A soma da tensão do LED mais o resistor resultam na bateria*”. Na análise do Circuito 3 a conclusão de todos os grupos tratou especificamente do termo tensão com a fala sistematizadora “*A tensão é a mesma nos dois resistores*”. Sendo assim, a nós parece que a atividade experimental foi de fundamental relevância para os conhecimentos apresentados.

Para as medidas das correntes elétricas os grupos deveriam calcular o valor esperado anteriormente à inserção do amperímetro. Devido a conhecimentos prévios dos submúltiplos “quilo” e “mili” e de álgebra os grupos não apresentaram dificuldades para determinação da resistência equivalente em série e paralelo. Por consequência, as correntes elétricas foram calculadas de uma maneira correta assim como a escolha da escala do multímetro. Porém, observamos nos grupos 1, 2 e 4 tentativas de medida de corrente elétrica com o uso do amperímetro em paralelo. Através de algumas observações, principalmente no sentido da danificação do aparelho, aparecem na transcrição a atitude de saber como se utiliza o amperímetro com as falas “*Para medir a amperagem o circuito tem que ficar como?*” (Aluna 8); “*Qual que eu vou precisar abrir o circuito?*” (Aluno 11); “*A gente não sabe se é para por em série ou é para por direto?*” (Aluno 12); “*Em que parte do sistema?*” (Aluno 11). Também são apresentadas ideias corretas da utilização do equipamento com as afirmações “*Tem que abrir*” (Aluno 3); “*Para medir corrente você tem que colocar o multímetro dentro do sistema entende. Não pode colocar direto, pois se não vai estragar*”. (Aluno 16).

Nos grupos 1 e 2 o significado da resistência equivalente foi apresentado como um efeito único com as falas “*É como se estivesse só um resistor daquele valor*” (Aluno 3) e “*Ele funciona como um só depois de realizado aquele cálculo*” (Aluno 11). Para a resistência equivalente no circuito em série “*...a resistência acontecerá de forma somada. Aqui tá tranquilo*” (Aluno 15). A ideia do resistor ter o efeito de resistir é muito adequada para a compreensão da soma das resistências em série. Porém, essa concepção prévia é uma barreira significativa para o efeito das resistências em paralelo. Ao calcular a resistência equivalente do Circuito 3, o grupo 4 apresentou um diálogo que remete a uma certa desconfiança no cálculo. Conforme o Aluno 12 “*Para mim o cálculo deu 319 ohms*”. O Aluno 13 confirmou o resultado do cálculo com a afirmação “*Para mim também*”. Numa atitude de confrontar o resultado do cálculo com a concepção prévia o Aluno 12 afirmou “*Eu acho muito baixo esse valor. É um de trezentos e trinta e outro de 10 mil...*”. A transcrição do áudio apresenta a nossa afirmação que a o resultado é contra intuitivo. Poderíamos ter demonstrado o efeito só do resistor de 10 k Ω . Posteriormente, o resistor de 330 Ω é inserido em paralelo e o brilho do Led é próximo ao Circuito 1. Deste modo, os alunos poderiam observar que o efeito é muito mais próximo do menor resistor do que o maior resistor. Essa opção para as próximas atividades é um exemplo de que o professor também aprende quando reflete sobre qual é a melhor maneira de ensinar.

Ao final da atividade solicitamos que os alunos rediscutissem as questões 3, 4 e 5. As transcrições dos áudios remetem ao reforço da concepção que o Circuito 2 apresenta um menor brilho, porque conforme o grupo 4 “*...a resistência irá ser somada, sendo assim com maior resistência equivalente*”. Para o grupo 2 “*No circuito 3 a resistência será menor, próxima de 320 Ω , então o brilho será maior*”. O grupo 4 tratou da diferença do brilho dos Circuitos 1 e 3 em termos teóricos, pois não puderam observar a diferença entre os brilhos. A nossa prática apresenta essa limitação. Para aprimorá-la seria importante a inserção de resistores em paralelo e a verificação de aumento do brilho do LED até que o mesmo esteja próximo de queimar. No software Tinkercad é possível a simulação.

6.2 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DA ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Após a implementação da atividade “Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétrico”, entendemos que essa aula de eletrônica é uma possibilidade de retomada de

conhecimentos discutidos nas atividades “Pisca Led”, “Semáforo de 3 Tempos” e “4 Semáforos Sincronizados”. Além disso, é útil para o estudo da combinação dos resistores. Aqui cabe ressaltar, o conhecimento prático da inserção de resistências em paralelo e a diminuição do efeito da resistência equivalente. O mesmo trata-se de uma aplicação da ligação de equipamentos numa residência. Paralelamente a aula permite o manuseio do multímetro para a medida da corrente elétrica e da voltagem. Na nossa pesquisa observamos que os alunos usam o voltímetro de uma maneira intuitiva no sentido de não abrir o circuito para a medida do Volt. Também procuram usar da mesma maneira o amperímetro. Aqui há o risco de danificar o equipamento devido a sua baixa resistência. Por isso é interessante a analogia da corrente elétrica com o fluxo de água e o amperímetro com um relógio de água. Assim como o fluxo de água passa pelo medidor de vazão que está dentro da canalização devemos abrir o circuito para que toda a corrente elétrica atravesse o amperímetro.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ROBÓTICA COM ARDUINO: BOTÃO, POTENCIÔMETRO, SENSOR DE LUMINOSIDADE E SENSOR DE TEMPERATURA

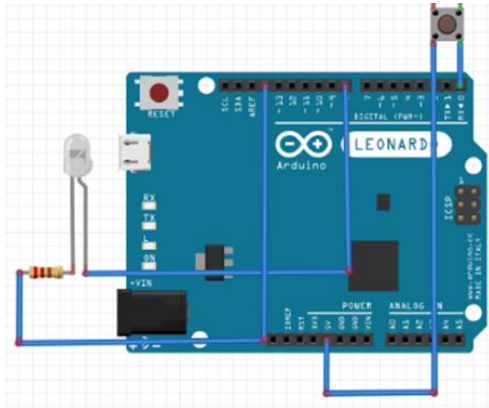
No presente capítulo apresentamos atividades de robótica que aprofundam o conhecimento sobre o uso do Arduino em termos da leitura de dados do meio externo. No caso do botão as portas digitais são usadas como entrada de dados na leitura de sinais baixos (0 V) ou altos (5 V). Com o potenciômetro, sensor de luminosidade e sensor de temperatura é possível a leitura de uma faixa de sinais, ou seja, valores entre 0 V e 5 V através das portas analógicas.

7.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “BOTÃO”

Nessa aula o desafio/problema envolveu acionar um led por 10 s através de um botão. O projeto é uma espécie de temporizador que pode ser aproximado do nosso cotidiano quando acionamos um botão e a lâmpada de um corredor permanece acesa por determinado período. Como os alunos já haviam estudado a atividade “Pisca Led” e já dominavam o uso do Fritzing lançamos os seguintes questionamentos na etapa de investigação: 1) Que materiais são necessários para resolver o desafio/problema? 2) No Fritzing faça o projeto do circuito que soluciona o desafio/problema? 3) Como seria a lógica de funcionamento deste circuito?

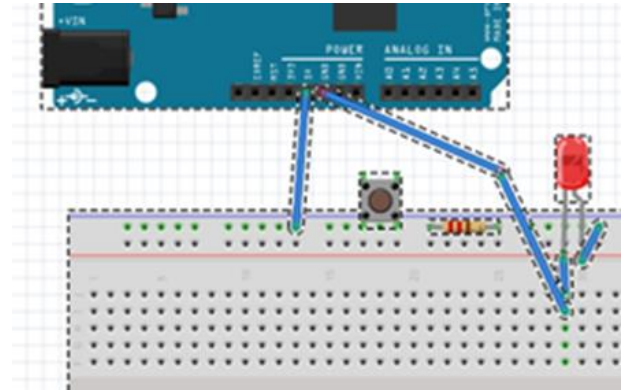
A sistematização das respostas foi enviada para uma pasta de compartilhamento. Para o questionamento 1) os grupos 1, 3 e 4 listaram o Arduino, led, fios de conexão, resistor e cabo USB. O grupo 2 adicionou a esses componentes a protoboard. Esses componentes aparecem nos projetos de cada grupo ilustrados nas Figuras 16, 17, 18 e 19.

Figura 16 — Projeto Botão – Grupo 1



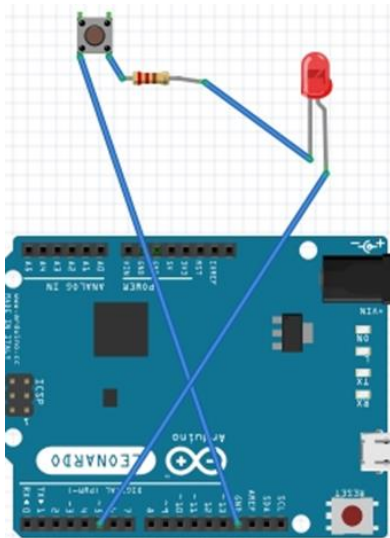
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 17 — Projeto Botão – Grupo 2



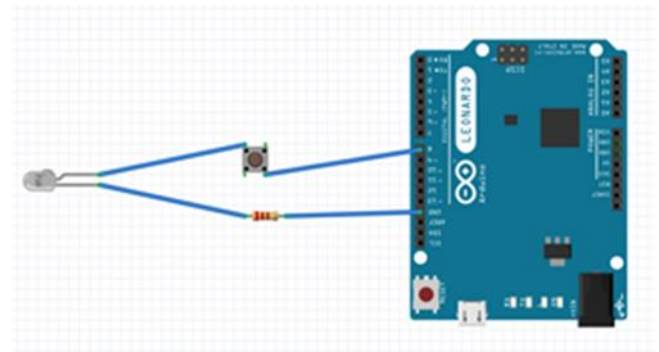
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 18 — Projeto Botão – Grupo 3



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 19 — Projeto Botão – Grupo 4



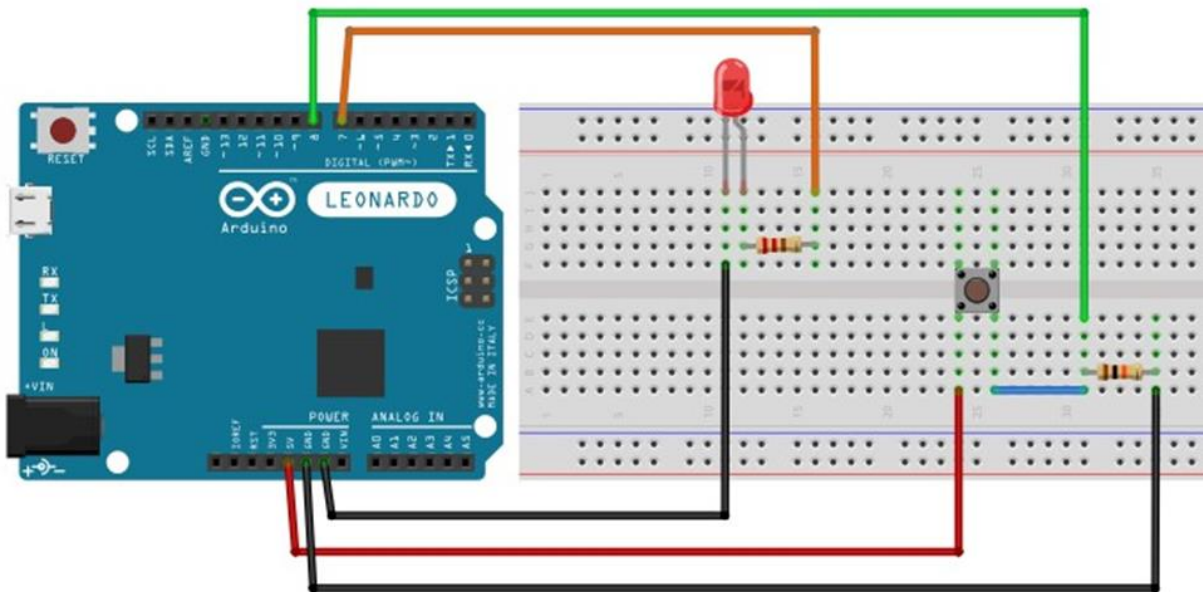
Fonte: elaborada pelo autor.

Nos grupos 3 e 4 observamos uma similaridade entre os projetos com um caminho único de energia e junto ao uso da porta GND e uma das portas digitais de energia. No grupo 2 também é apresentada a ideia do caminho único da energia, porém com o uso da porta GND e a porta 5 V. Em relação à finalidade do botão, os grupos 2 e 4 apresentaram a ideia de “...transmissor e interruptor da energia”; “...servir para ativar a corrente ligando o LED”. Ou seja, concepção do botão como um interruptor. Para o Aluno 12 do grupo 4, “A lógica seria programar e o botão vai servir para abrir e fechar a corrente”. Ou seja, com a programação seria possível abrir e fechar o botão por períodos determinados de tempo. Porém, informamos ao grupo que o processo de uso do botão necessita de um procedimento mecânico e com o Arduino não seria possível abrir e fechar o botão.

Já o grupo 3 não especificou a utilidade do botão apesar de referir sobre a “energia se movimentar” em direção ao mesmo com a fala “A energia sairá do GND em direção ao botão. Depois passará pelo resistor...”. O Grupo 1 tratou da comunicação entre portas do Arduino onde havia o botão, pois “...quando acionado o botão deverá mandar um sinal para a placa e ela deverá interpretar esse sinal acionado o led por um período de 10 segundos”. Nota-se no projeto do grupo 1, a utilização da porta digital 0 para a comunicação com o botão e a porta digital 8 para a interação com o led. Cabe ressaltar que todos os grupos construíram corretamente o circuito do led demonstrando que o objetivo da atividade “Pisca Led” foi atingido.

Um dado importante apresentado pelo Grupo 1 é a leitura de informações do meio externo com a porta digital quando o mesmo está acionado. Assim, apresentamos o circuito da Figura 20 como possibilidade de resolução do desafio/problema usando o Arduino para saída e entrada de dados.

Figura 20 — Projeto da atividade “Botão”



Fonte: elaborada pelo autor.

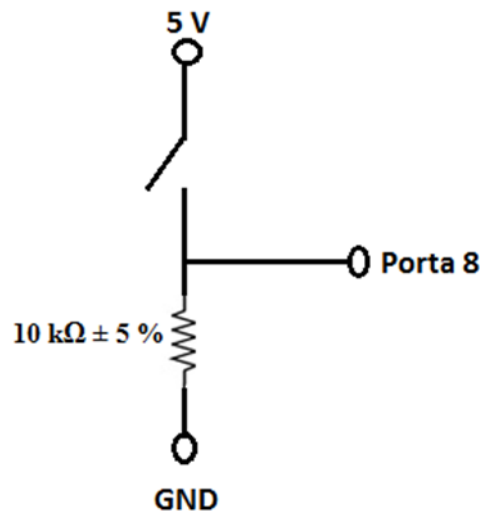
Ressaltamos que a porta digital 8 é usada como uma entrada de dados do botão, sendo possível identificá-lo quando aberto ou fechado. Ou seja, a mesma interpreta informações do meio externo. As portas digitais quando utilizadas para a leitura de entrada de sinais são sensíveis à leitura de 0 V ou 5 V, no caso, sinal baixo de 0 V (LOW) ou alto de 5 V (HIGH). O circuito associado à porta digital 7 tem a função de acionar um Led, assim como trabalhamos na atividade “Pisca Led”. Então, a mesma envia informações para o meio

externo. Posteriormente tínhamos o objetivo de propor os seguintes questionamentos para o grande grupo:

- 1) Se o botão estiver fechado, como seria a ilustração do circuito relacionado a esta porta? Teremos fluxo de corrente elétrica neste circuito? Em caso negativo, argumente. Em caso afirmativo como será este fluxo?
- 2) Com o botão aberto, como será a ilustração do circuito relacionado a esta porta? Teremos fluxo de corrente elétrica neste circuito? Em caso negativo, argumente. Em caso afirmativo como será este fluxo?
- 3) Com o botão fechado qual seria a tensão na porta 8? Com o botão aberto qual seria a tensão na porta 8?

Porém, antes de finalizarmos a leitura das três perguntas propostas tivemos a seguinte fala do Aluno 6 “*Mas esse resistor está resistindo a que aí?*”. A pergunta foi interpretada como a funcionalidade do resistor de $10\text{ k}\Omega \pm 5\%$ visto que a ilustração do circuito do led foi apresentada de maneira correta pelos grupos. Iniciamos a explicação com a construção da Figura 21 no quadro negro. A mesma tinha o objetivo de discutir as três perguntas propostas e o questionamento chave do Aluno 6.

Figura 21 — Divisor de tensão da atividade “Botão”



Fonte: elaborada pelo autor.

Com a ideia de investigarmos os conhecimentos prévios do grande grupo, questionamos se a porta 8 apresentava uma alta ou uma baixa resistência elétrica. Na opinião de alguns alunos seria uma baixa resistência. Assim, argumentamos que baixa resistência na entrada de dados implica uma elevada corrente elétrica que danifica a porta. Deste modo, apresentamos a informação da porta 8 com uma elevada resistência o que não provoca desvio

da corrente quando o botão está pressionado. Nesse caso, a corrente “transita” entre o GND e o 5 V e o resistor tem a função de não deixar essas portas em curto circuito, porque sem o mesmo a resistência na vertical seria muito baixa. Assim, o resistor tem a função de não deixar em curto as portas com o botão acionado.

Paralelamente, o resistor também tem funcionalidade com o interruptor aberto, pois o mesmo está posicionado entre o GND e a porta 8. Nesse caso, ele garante o 0 V na porta 8 numa possível interferência externa, isto é, garante a retenção da voltagem para que a porta 8 interprete sempre sinal baixo (LOW). Aqui cabe ressaltar, com um embasamento das nossas observações, que nem todos os alunos participaram da discussão da pergunta do Aluno 6 e assim não conseguimos estabelecer uma zona de desenvolvimento proximal com o grande grupo. Porém, temos que destacar o nível de complexidade do questionamento no sentido que promovemos uma oficina de robótica onde os alunos não tinham só o interesse no produto final, mas também na compreensão do funcionamento do mesmo com conhecimentos de atividades anteriores. Em tal caso, só uma robótica educacional com viés pedagógico, na sua essência, permite a promoção desse tipo de questionamento.

A etapa de programação foi realizada em tempo real com o uso do Datashow. No processo tivemos algumas considerações pontuais importantes como a fala do Aluno 16 “*O Arduino primeiro tem que ler quando o botão está pressionado. Aí o LED vai ligar por 10 s*” tendo como contribuição “*É a mesma lógica quando a gente fazia o LED piscar*”. Iniciamos o programa da seguinte maneira

```
void setup() {
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, INPUT);
  digitalWrite(7, LOW);
}
```

que significa que o Arduino interpretará uma única vez a porta 7 como uma saída (OUTPUT). Em contrapartida, a porta 8 será usada como uma entrada (INPUT). O programa iniciará com um sinal baixo (LOW) para o LED, ou seja, desligado. Posteriormente questionamos “*A porta 8 irá ler sempre o mesmo valor?*”. De acordo com o Aluno 7 “*Se o botão estiver pressionado ela vai ler 5 V. No caso sinal alto*”. Desta fala ressaltamos para os alunos os termos “Se”, “ler” e “alto” que aparecem na parte do processo cíclico do programa ilustrado a seguir

```

void loop() {
  if(digitalRead(8) == 1)
  {
    digitalWrite(7, HIGH);
    delay(10000);
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}

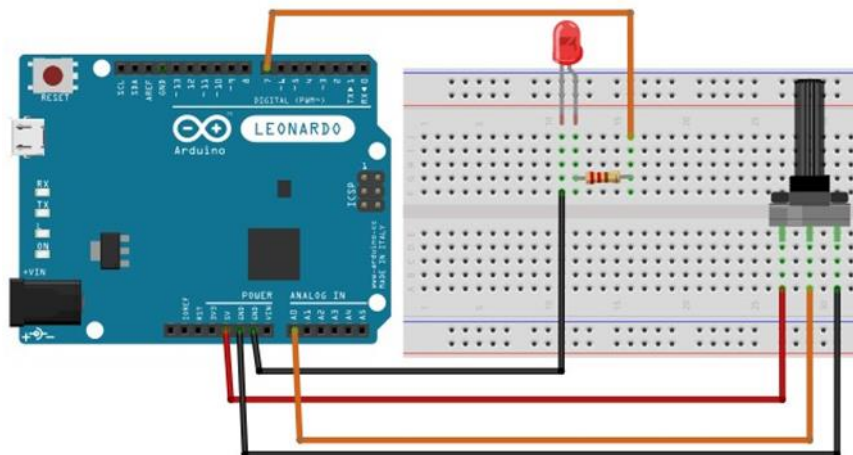
```

onde o if é a estrutura condicional que se a porta digital 8 ler digitalRead(8) um sinal alto à porta 7 ligará o Led e o manterá aceso por 10 s e o apagará. Com esse programa os grupos solucionaram o desafio/problema do Botão.

7.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “POTENCIÔMETRO”

Na atividade “Potenciômetro” propusemos aos alunos solucionarem o desafio/problema de um led ser acionado num intervalo de valores da resistência de 2 k Ω a 3 k Ω de um potenciômetro. Ou seja, forma de comunicação do Arduino com o meio externo numa faixa de valores. Após a apresentação do desafio/problema foi proposta a etapa de investigação, na qual os grupos deveriam comparar os projetos da atividade “Botão” (Figura 20) e da atividade “Potenciômetro” (Figura 22) com a discussão dos seguintes questionamentos: Quais as suas semelhanças? Quais as suas diferenças? Quais são as suas dúvidas em relação à estrutura proposta na oficina de hoje?

Figura 22 — Projeto da atividade “Potenciômetro”



Fonte: elaborada pelo autor.

As questões anteriores foram debatidas pelos alunos e a sistematização das respostas foi enviada para uma pasta de compartilhamento. A Tabela 33 ilustra a sistematização das discussões.

Tabela 33 — Sistematização das respostas na etapa de investigação da atividade “Potenciômetro”

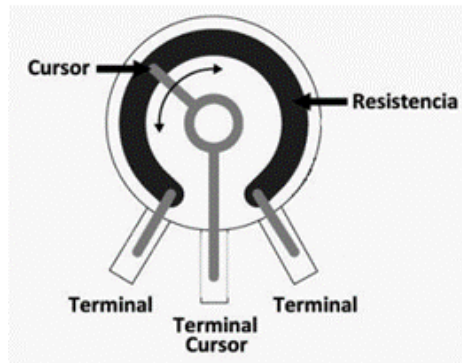
Grupo	Semelhanças	Diferenças	Dúvidas do Projeto
1	<ul style="list-style-type: none"> • Porta de 5 V • Circuito do LED • Presença de 2 resistores 	<ul style="list-style-type: none"> • Um dos resistores é um potenciômetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Como funciona o potenciômetro?
2	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito do LED 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de um resistor variável. • Ausência da porta 8. • Presença da A0. • Ausência do botão. • Ausência do resistor e 10 kΩ 	<ul style="list-style-type: none"> • Como funciona o resistor variável e suas ligações com o Arduino?
3	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito do LED 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de resistores. • Presença do potenciômetro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a função do resistor variável no circuito? • Em que a presença do potenciômetro interfere na execução dos programas? • Por que não usar um resistor fixo?
4	<ul style="list-style-type: none"> • Dois circuitos em cada projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • No botão o potencial é fixo • No potenciômetro o potencial é variável 	<ul style="list-style-type: none"> • Como é realizada a programação?

Fonte: elaborada pelo autor.

Durante a discussão das dúvidas sobre o funcionamento do potenciômetro, utilizamos como recurso didático o multímetro para a verificação da resistência entre os seus terminais com o manuseio do mesmo pelos grupos. Inicialmente questionamos “*O que acontece se medirmos a resistência nas extremidades?*” A transcrição do áudio no grande grupo a essa pergunta remete a um procedimento correto para a medida com a obtenção dos valores “*Deu 5 k*” (Aluno 13); “*Deu 5,4 k ora 5,6 k*” (Aluno 16). Além disso, temos uma observação de fundamental relevância “*Deu 5 k. Mas estou girando e não está acontecendo nada*” (Aluno 13) tendo como colaboração do Aluno 3 “*Será sempre constante, pois estará envolvida a*

mesma distância”. Para que o grande grupo compreendesse a informação da resistência com mudança de posição do cursor projetamos com o Datashow a Figura 23.

Figura 23 — Corte transversal de um potenciômetro



Fonte: disponível em <http://eletricaesuasduvidas.blogspot.com.br/2014/02/o-que-e-um-potenciometro.html>.

A Figura 23 apresenta um arco de mesmo tamanho entre os terminais extremos e uma variação de distância entre os terminais extremos e o cursor. Desse modo, a resistência varia em relação ao terminal central. Logo após a projeção da imagem, tivemos a seguinte colaboração “*Isso acontece nos chuveiros*” (Aluno 3). A imagem aliada à possibilidade de uso do multímetro permitiu falas do tipo “*Agora entendi. Vai mudar no meio*” (Aluno 13) e “*Olha isso que louco*” (Aluno 16), ao girar o cursor e observar a variação da resistência.

Após a discussão do comportamento da resistência no potenciômetro, ocorreu o debate no grande grupo sobre a interferência dessa grandeza na interpretação dos dados com o Arduino. Para alguns alunos, como o 12, o Arduino faz a leitura da resistência elétrica ao questionar “*Ohm?*” recebendo como contrapartida “*Não seria voltagem. Ele não lê só voltagem?*” (Aluno 1). Aqui cabe ressaltar que é muito intuitiva a ideia do Arduino ler resistência no que se refere ao potenciômetro fora de um circuito, visto que no mesmo não está sendo aplicada uma tensão. Em contrapartida, é bastante intuitiva a ideia de que o Arduino lê tensão na atividade do botão, pois o mesmo abre e fecha o circuito.

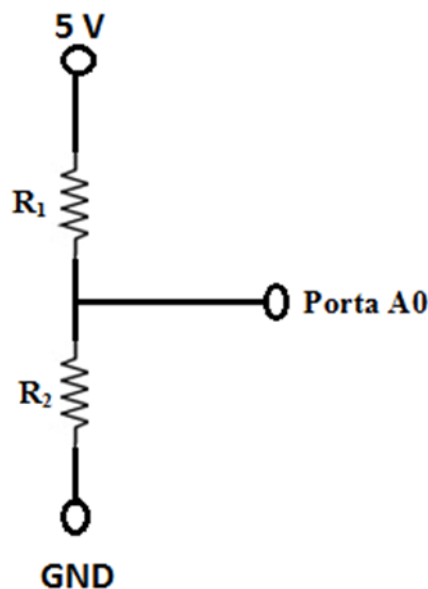
Finalizada a ideia da leitura de uma faixa de tensão pelo Arduino, partimos para a compreensão da necessidade de utilização da porta analógica a qual foi observada, à primeira vista, apenas pelo grupo 2. Para tanto questionamos “*Qual a diferença entre uma porta digital e analógica?*” Como conhecimento prévio tivemos a explicação dos termos digital e analógico de um controle de videogame pelo Aluno 1. Nas suas próprias palavras “*No PlayStation tem um botão analógico que tu pode controlar se você quer parar e dar um*

carrinho. Se tu apertar no digital ele só vai correr. No analógico você pode variar mais, tipo correr, andar e parar”.

A analogia apresentada pelo Aluno 1 foi de grande valia para a distinção entre as portas digitais e analógicas do Arduino. Assim, após a construção do projeto da atividade “Potenciômetro” pelos grupos, realizada com facilidade, seguimos para a parte da programação com a compreensão da leitura de valores analógicos pelo Arduino em números binários. Sem aprofundarmos maiores detalhes na explicação da equivalência de valores de tensão em números binários apresentamos a informação que 5 V equivale 1023. Como o LED deveria ser acionado na faixa de resistência 2 k Ω e 3 k Ω do potenciômetro essa faixa deveria ser pensada em valores de tensão que seriam transformadas em binário na programação. Ou seja, deveríamos tratar dos seguintes questionamentos: Com o potenciômetro em 2 k Ω qual o valor de voltagem na porta analógica? Como esse valor de voltagem deve ser inserido na programação? Com o potenciômetro em 3 k Ω qual o valor de voltagem na porta analógica? Como esse valor de voltagem deve ser inserido na programação?

Para a compreensão do grande grupo às frases “*Conforme você vai girando ele o analógico vai ler uma voltagem diferente*” (Aluno 16) e “*Com 2 k vai ser 3 volts*” (Aluno 2), desenhamos no quadro negro a Figura 24.

Figura 24 — Divisor de tensão da atividade “Potenciômetro”



Fonte: elaborada pelo autor.

Novamente informamos que a porta analógica A0 apresenta um elevado valor de resistência, então a corrente atravessa os 5 V e o GND onde R₁ e R₂ somadas equivalem à

resistência de 5 kΩ do potenciômetro. Desse modo, R1 e R2 podem variar de valor à medida que a posição do cursor é alterada. Primeiramente questionamos “A alteração dos valores de R1 e R2 acarretam na variação da corrente entre 5 V e o GND” Conforme a Aluna 8, “O valor seria alterado, pois mudam os valores de cada resistência”. Conforme o Aluno 2, “O valor não seria alterado, pois estão em série” Com a contribuição do Aluno 2 argumentamos que o preponderante é o efeito da resistência total. Como os alunos apresentavam conhecimentos prévios matemáticos adequados com operação de notação científica, propussemos o uso da equação $V=RI$ para o cálculo da corrente elétrica com diferentes valores de R1 e R2 que a soma é igual a 5 kΩ. Assim, chegamos à corrente de 1 mA. Agora com a equação do divisor de tensão

$$V_0 = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \cdot 5V$$

e com R1=2 kΩ e R2=3 kΩ temos 3 V e R1=3 kΩ e R2=2 kΩ obtemos 2 V. Com a informação da equivalência 5 V – 1023 chegamos às correspondências 2 V- 410 e 3 V – 614. Com esses valores, finalmente, elaboramos, em tempo real, com o auxílio do Datashow, o programa apresentado a seguir

```
void setup() {
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  digitalWrite(7, LOW);
}

void loop() {
  if(analogRead(A0) > 410 && analogRead(A0) < 614)
  {
    digitalWrite(7, HIGH);
  }

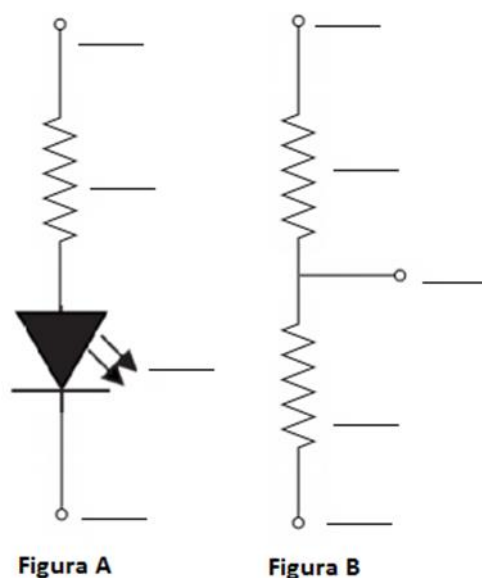
  else
  {
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}
```

7.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SENSOR DE LUMINOSIDADE”

Nessa atividade, ofertamos como desafio/problema acionar um LED por um sensor de luminosidade (LDR) quando a intensidade da luz é reduzida. O LDR por não apresentar um terminal que faz a relação direta com a intensidade de luz e um valor de tensão, também necessita de um divisor de tensão para sua associação com uma porta analógica. Na atividade

“Botão” e na atividade “Potenciômetro” observamos que alguns alunos tiveram dificuldade em compreender o funcionamento de um divisor de tensão. Além disso, a transcrição dos áudios mostra que poucos grupos observaram, na etapa de investigação, a presença da porta analógica A0 com o potenciômetro.

Essas observações, somadas a um período de intervalo de mais de uma semana entre a atividade “Potenciômetro” e a atividade “Sensor de Luminosidade”, devido à uma semana de provas na escola, levo-nos a iniciar a etapa de investigação do sensor de luminosidade com a retomada do projeto do potenciômetro. Inicialmente, os grupos deveriam associar os componentes do projeto da Figura 22 aos circuitos esquemáticos das Figuras A e B.



Posteriormente, deveriam discutir as seguintes perguntas: Podemos dizer que o circuito do LED e o circuito do potenciômetro são independentes? Justifique. A porta ilustrada na Figura A faz a leitura do quê? Com ela é possível medir um único valor ou uma faixa de valores? Justifique. A porta ilustrada na Figura B faz a leitura do quê? Com ela é possível medir um único valor ou uma faixa de valores? Justifique.

Em relação à primeira Investigação foram enviadas para a pasta de compartilhamento associações que podem ser sistematizadas pelas Tabelas 34 e 35.

Tabela 34 — Respostas de cada grupo entre a associação do aspecto físico do circuito do LED (Figura 22) com a representação esquemática de cada componente (Figura A).

Associação com a Figura A	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Led	X	X	X	X
Resistor	X	X	X	X
GND	X	X		X

Porta Digital 7	X	X		X
-----------------	---	---	--	---

Fonte: elaborada pelo autor.

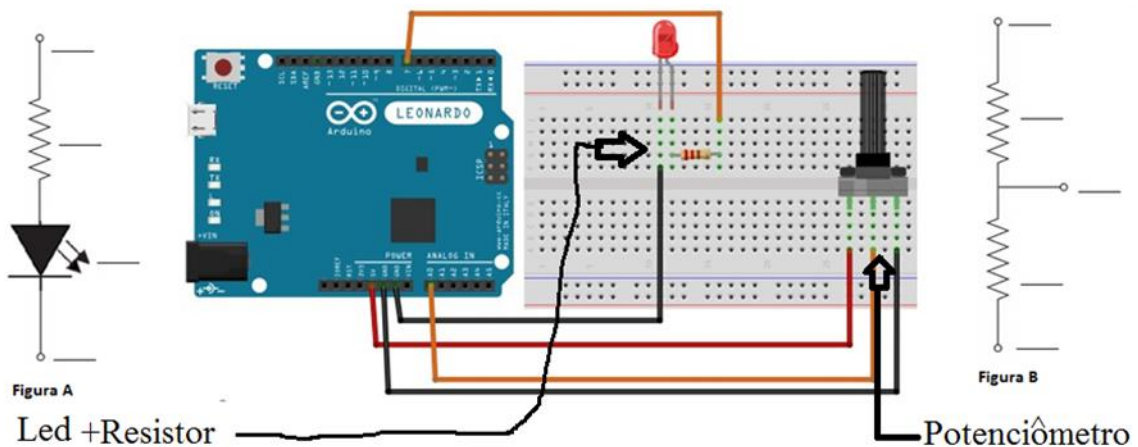
Tabela 35 — Respostas de cada grupo entre a associação do aspecto físico do circuito do Potenciômetro (Figura 22) com a representação esquemática de cada componente (Figura B).

Associação com a Figura B	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Porta Analógica	X	X		X
5 V	X	X		X
GND	X	X		X
Resistência Superior		X		X
Resistência Inferior		X		X

Fonte: elaborada pelo autor.

O espaço sinalização pelo símbolo X significa que o grupo foi capaz de realizar determinada associação. O espaço vazio significa que o grupo não apresentou a associação. As respostas dos grupos 1, 2 e 4 foram classificadas como satisfatórias para o andamento das atividades. A ausência de respostas simples do grupo 3 foi vista como uma surpresa, tendo em vista os conhecimentos observados em atividades anteriores. Sendo assim, questionamos os motivos em assinalar apenas o resistor e o led. O grupo argumentou um equívoco na interpretação das questões propostas. Pensaram que a ideia era indicar o led, resistor e o potenciômetro. Por isso, apresentaram as associações da Figura 25.

Figura 25 — Associações realizadas pelo grupo 3 entre a figura 22 e as figuras A e B.



Fonte: elaborada pelo autor.

No diálogo sobre cada associação com toda a turma, o Aluno 7 do grupo 3 argumentou que foi “*Uma maneira de economizar desenho*”. Então com o desenho das associações desse grupo projetada com o auxílio do Datashow sinalizamos partes importantes das Figuras A e

B, e com isso os integrantes deveriam relacionar ao projeto. A transcrição do áudio desse momento mostra falas adequadas como “*Porta 7*”; “*GND*”, “*5 V*”, “*É analógico*” e “*O resistor de dentro que divide a tensão*” em relação à parte interna do potenciômetro. Sendo assim, avaliamos os conhecimentos como adequados na reavaliação das associações do grupo 3.

Na avaliação das associações com o grande grupo, observamos um maior nível de interação com os Alunos 1, 2, 6 e 7. Na transcrição dos áudios do processo de ensino/aprendizagem da associação do projeto com as Figuras A e B, notamos que no grupo 1 os integrantes conseguiram estabelecer uma zona de desenvolvimento proximal. A dúvida “*Como funciona o potenciômetro?*” (Aluna 9) e a resposta “*O potenciômetro altera a resistência*” (Aluno 2) sendo detalhada pelo Aluno 6 “*Tem tipo um resistor aqui dentro. Tem uma saída no meio e outras duas laterais. Qualquer um pode ser o positivo e o negativo. O do meio é o da voltagem*” mostram um diálogo adequado sobre o potenciômetro. Nos demais grupos não localizamos nos áudios os detalhes da primeira parte de investigação.

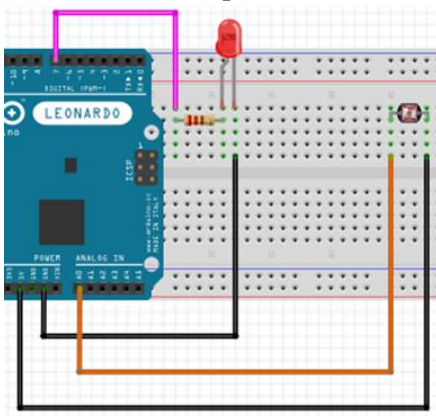
Como a discussão das 5 perguntas fez parte da primeira etapa de investigação, também não localizamos áudios das falas dos alunos nos grupos. Apenas identificamos no debate em grande grupo a ideia de que o circuito do led e do potenciômetro eram independentes, porque o led estava no “*Digital*” (Aluno 6) e o Potenciômetro no “*Analógico*” (Aluno 2). A informação da diferença entre portas digitais e analógicas foi armazenada pelo Aluno 1, porque a frase “*...uma porta digital trabalha ou em zero ou em cinco, ela não consegue trabalhar no meio. Por isso existe o analógico*” foi relacionada ao conhecimento prévio “*É lembrar de quando se está jogando videogame*”. Aqui cabe ressaltar, que dois alunos de grupos diferentes apresentaram essa analogia a qual não estava prevista na fala dos responsáveis pela oficina. A consideração será muito importante para próximas oficinas.

A informação da variação da resistência do potenciômetro de uma maneira mecânica e a relação com as portas digitais do Arduino fez parte do início da aula da atividade “*Sensor de Luminosidade*” porque esse sensor também trabalha com uma faixa de resistência com dependência da luz. Para averiguarmos o conhecimento dos alunos em relação ao componente, fizemos os seguintes questionamentos “*Na opinião de vocês o que varia no LDR à medida que a variação da luz varia no mesmo?*” “*Como vocês podem justificar essa hipótese experimentalmente?*” Durante a discussão às perguntas, nos grupos, observamos inicialmente a analogia do Aluno 6 para a memorização do aspecto físico do LDR “*....que parece uma mitocôndria*”. Também a associação com artefatos do cotidiano com a relação “*Não é similar a uma placa solar?*” (Aluno 2); “*Relé fotoelétrico*” (Aluno 16); “*Fotocélula né?*”. O

conhecimento que a incidência de luz altera a resistência elétrica do LDR foi comprovado com o uso do multímetro pelas falas “*Quanto mais luz menos resistência*”; “*A resistência aumenta conforme a falta de luz*” no grupo 1; “*Olha a alta resistência. Liga agora a luz. Acho que com qualquer tipo de luz ele vai para 1 e pouco. Deixa eu pegar minha lanterna do celular*” no Grupo 2; “*Segura para cima assim. Aqui nessa altura é 1,8 agora já foi para 6 quase*” no grupo 3; “*Agora 1,54 e colocando a mão alterou*” no grupo 4 que remetem ao uso do multímetro com escala adequada.

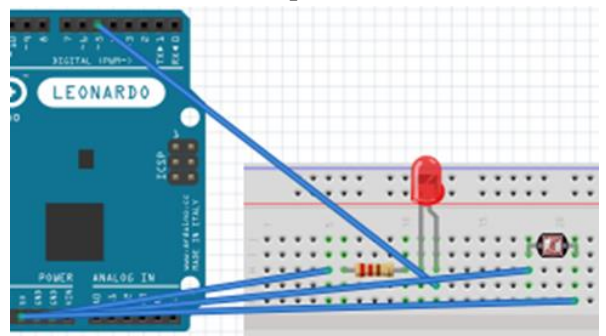
Sob a informação de que o LDR apresenta uma variação da resistência com a luminosidade, solicitamos que os grupos utilizassem o Fritizing para a elaboração de um projeto que solucionasse o desafio/problema. Aqui estávamos interessados em investigar como os alunos iriam associar o LDR com o Arduino. As Figuras 26, 27, 28 e 29 ilustram os projetos de cada grupo.

Figura 26 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 1



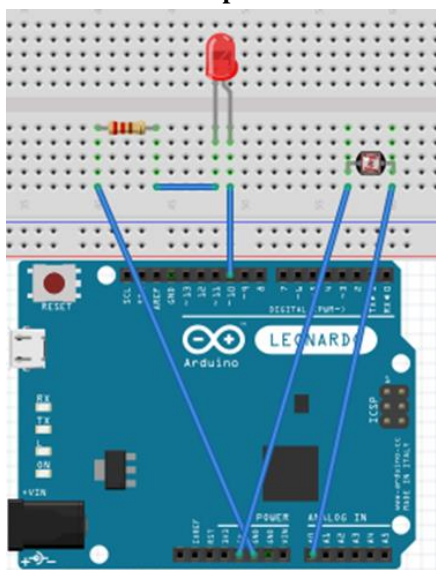
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 27 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 2



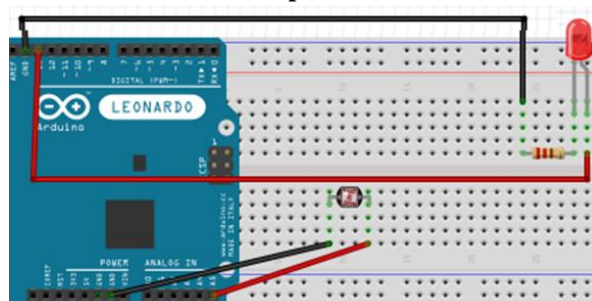
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 28 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 3



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 29 — Projeto Sensor de Luminosidade – Grupo 4



Fonte: elaborada pelo autor.

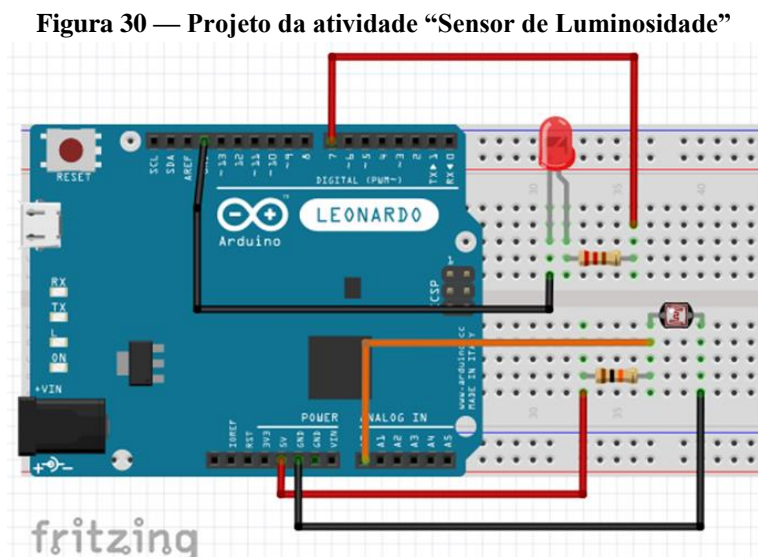
Os projetos ilustram circuitos corretos com o LED em termos da sua polaridade e um resistor adequado e a utilização de portas digitais. Notam-se 4 atribuições diferentes para os números das portas digitais. Sendo assim, percebe-se a autonomia dos alunos na elaboração dos circuitos com conhecimento adequado da localização das portas digitais no programa que viria a ser elaborado. Então, mesmo que elaborássemos os programas com o auxílio do Datashow, os grupos já dominavam a informação de onde inserir o número da porta digital.

Quanto ao circuito com o LDR os grupos 1, 3 e 4 associaram uma das suas extremidades a uma porta analógica. Desse modo, nos parece que a aula com a retomada da atividade “Potenciômetro” pode ter colaborado para a compreensão da utilidade das portas analógicas. Para que todos os grupos armazenassem essa informação avaliamos os projetos de cada um com o auxílio do Datashow. A apresentação do projeto do grupo 1 pode ter colaborado para a seguinte afirmação do Aluno 15 do grupo 2 *“A gente não colocou o analógico. A gente só colocou o 5 V e o GND. Naquele momento não sabíamos como fazer”*.

O sensor de luminosidade, assim como o potenciômetro, por não apresentar um pino que permite a leitura de tensão também necessita de um divisor de tensão. Essa informação não foi demonstrada pelos grupos. Para nós, isso nos parece um tanto óbvio. O público alvo era composto de alunos que não haviam estudado, até o momento da oficina, conhecimentos de eletrônica no currículo escolar. Além disso, o divisor de tensão é um assunto comum em cursos técnicos e no nível superior. Na própria fala de um dos responsáveis pela oficina,

estudante da engenharia elétrica, “*Nós estamos falando de uma coisa do segundo semestre da faculdade*”.

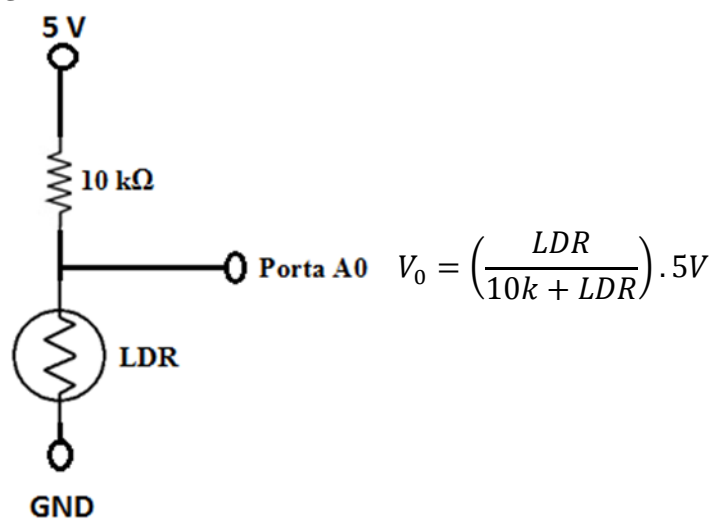
Para que os alunos fossem capazes de compreender aspectos básicos do divisor de tensão apresentamos a Figura 30



Fonte: elaborada pelo autor.

Com ele construímos no, quadro-negro, o circuito esquemático ilustrado na Figura 31 e apresentamos a equação que permite o cálculo da tensão em A0.

Figura 31 — Divisor de tensão da atividade “Sensor de Luminosidade”



Fonte: elaborada pelo autor.

O processo de elaboração do esquemático foi acompanhado por alguns alunos. Por questões didáticas poderíamos ter entregue uma imagem do esquemático anterior para que os grupos localizassem cada componente, assim como procederam com as Figuras A e B. Esse procedimento poderia aumentar o período de discussão do assunto com um maior nível de zona de desenvolvimento proximal entre os alunos. Apesar de um número pequeno de alunos acompanhar a ideia do divisor de tensão, a fala do Aluno 16 “*Uma certa resistência aí vai representar uma tensão X na porta analógica*” serviu como uma oportunidade para que os grupos determinassem o valor do V0 dada uma resistência do LDR tipo “1,54 kΩ” como valor do grupo 1 e “1,35 kΩ” como valor do grupo 2. Com conhecimentos adequados de potência de 10, os alunos calcularam o valor de A0 para valores cada vez maiores da sua resistência já que a mesma aumenta com a diminuição da luminosidade. Nesse caso, o valor de A0 é cada vez maior. Para a resistência do LDR igual a 1,35 kΩ o valor de A0 era próximo de 0,7 V que corresponde a um valor próximo de 140 em binário. Para que a sensibilidade do LDR fosse diminuída, optamos por programar o circuito com A0 maior que 1,5 V, ou seja, 300 em binário. Finalmente foi elaborado, em tempo real, com auxílio do Datashow o programa a seguir

```

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  digitalWrite(7, LOW);
}

void loop() {
  if(analogRead(A0) > 300)
  {
    digitalWrite(7, HIGH);
  }

  else
  {
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}

```

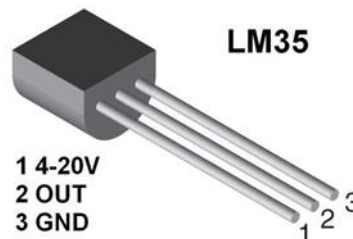
7.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE “SENSOR DE TEMPERATURA”

Com o sensor de temperatura (LM 35) propusemos o desafio/problema onde um buzzer deve ser acionado quando a temperatura no LM 35 for superior a 50°C. Posteriormente

deveria ser inserido um display para a leitura da temperatura em tempo real. Desse modo, essa aula possui uma forte relação com o detector de incêndio que é um sistema de muita relevância no nosso cotidiano. Com o sensor de temperatura (LM 35) é possível a leitura de uma faixa de tensão devido a dependência linear com a temperatura de $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ no intervalo de -55°C a 150°C .

Após a apresentação dos desafio/problema da ação foi proposta a etapa de investigação, na qual questionamos os conhecimentos prévios do LED, potenciômetro e do sensor de luminosidade (LDR) para o aprendizado das funcionalidades do sensor de temperatura e do buzzer. Os componentes foram disponibilizados para os grupos além da imagem deste último sensor (Figura 32). As perguntas são apresentadas a seguir.

Figura 32 — Aspecto físico do LM 35



Fonte: disponível em
<http://www.instructables.com/id/LM35-Temperature-Sensor>

- 1) O buzzer, espécie de buzina, apresenta similaridade com algum componente já utilizado nas oficinas? Justifique.
- 2) Para a utilização no Arduino é necessário utilizarmos um resistor em série com o buzzer disponibilizado? Justifique.
- 3) O LM 35 apresenta similaridade com algum componente já utilizado nas oficinas? Justifique.
- 4) Para a utilização do LDR com o Arduino foi necessário um resistor para termos uma leitura de dados analógica através de um divisor de tensão. Para a utilização com o Arduino é necessário um resistor para fazermos a leitura de dados com o LM 35 disponibilizado? Justifique.
- 5) O circuito que envolverá o buzzer terá relação com portas digitais ou analógicas? Justifique.
- 6) O circuito que envolverá o LM 35 terá relação com portas digitais ou analógicas? Justifique.

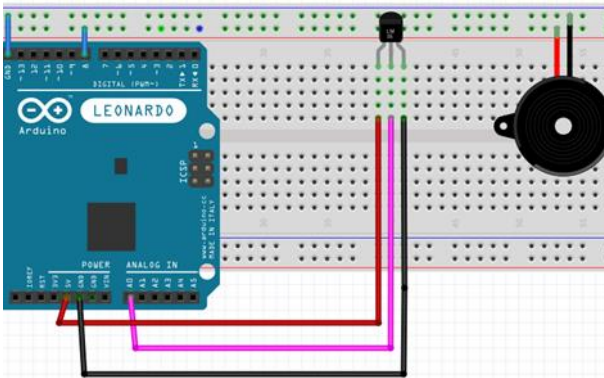
Na transcrição dos áudios do grande grupo e entre os próprios componentes, observamos uma ponte entre os conhecimentos do potenciômetro com o sensor de temperatura “*Lembra que o potenciômetro tinha três entradas que funcionava uma como analógica que era a central que definia o valor da tensão que tem exatamente a mesma função dessa aqui, uma positiva que é no cinco volts e uma negativa que é no GND. A única diferença é que aqui tem uma fixa no GND e uma fixa no cinco volts*” (Aluno 6). Também a relação entre o LED e o buzzer sendo que “*... o buzzer funciona exatamente como o LED.*” (Aluno 2) e “*O Buzzer tem polaridade como se fosse um LED*” (Aluno 11). Com o manuseio do buzzer foi observado “*12 Volts*” (Aluno 16) e tivemos duas considerações diferentes para a necessidade do resistor com o buzzer. Para o Aluno 1 não seria necessária a conexão com o resistor. Já o Aluno 16 “*Achava que sim*”. Num diálogo com zona de desenvolvimento proximal com o Aluno 15 foi informado “*É 12 V e na placa sai 5 V. Então daria para usar um relê*”. Desse modo, o Aluno 15 apresentou a necessidade em elevar a tensão de 5 V para 12 V com a concepção de que o buzzer só funciona em 12 V. O relé tem essa finalidade e esse conhecimento foi construído em períodos paralelos à oficina já que não havíamos estudado o relé até o momento. Para o Aluno 15 “*O buzzer está ligado ou desligado*” então “*Vai numa porta digital*” Aluno 16.

Em relação ao LM 35, o Aluno 15 citou a similaridade com o LDR. Porém, o Aluno 16 “*Achava relação com o potenciômetro*”. Para investigarmos a especificidade de coisas comuns, questionamos “*Em que sentido o LM 35 se aproxima do potenciômetro?*” e “*Em que sentido o LM 35 se aproxima do LDR?*”. Para o Aluno 16 “*O LM 35 assim como potenciômetro tem o 5 V, GND e o analógico*”. Conforme observado pelo Aluno 3, “*Ambos têm 3 patinhas*”. Posteriormente investigamos os conhecimentos das diferenças do LM 35 e do potenciômetro. Ao citar o termo “*Polaridade*” o Aluno 11 fez referência a algo incomum entre os componentes que foi tratada com maiores detalhes pelo Aluno 16 “*Quando você olha naquela parte plana na esquerda vai ser o 5 V. No outro lado será o GND. No meio a analógica*”

Para o Aluno 2, o LM 35 tem uma proximidade ao LDR “*...por ser sensível a alguma coisa externa*” que no caso do LDR há a relação com a “*Luz*” conforme o Aluno 16. Mas, para o Aluno 11 “*O LDR não tem polaridade*” e “*...o LDR não mais é que um resistor variável*” que “*...não tem uma perna central para a leitura dos Volts*” (Aluno 15). Em contrapartida, “*O LM 35 tem*” (Aluno 16). Portanto, no LM 35 “*Não é necessário o divisor de tensão, pois já tem o analógico e o divisor nele*” (Aluno 11).

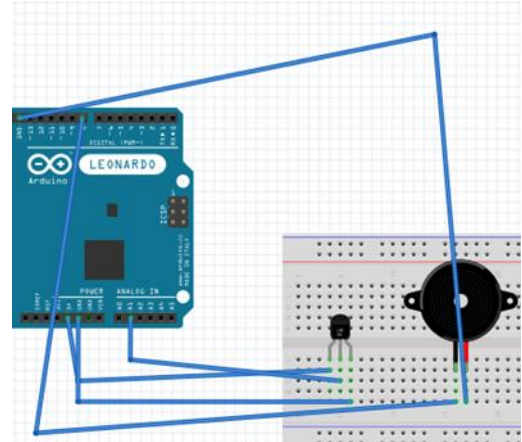
Após a discussão das 6 perguntas, orientamos os grupos que utilizassem o Fritzing para a elaboração do projeto que solucionava o desafio/problema. As Figuras 33, 34 e 35 os projetos dos Grupos 1, 2 e 3.

Figura 33 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 1



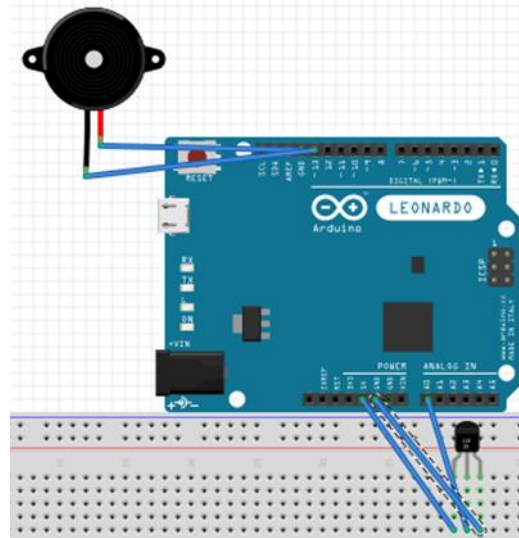
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 34 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 2



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 35 — Projeto Sensor de Temperatura – Grupo 3

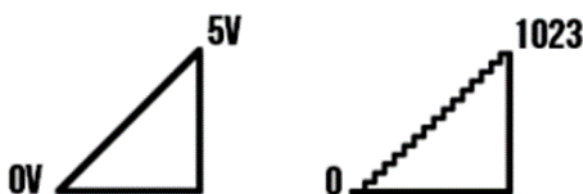


Fonte: elaborada pelo autor.

Nas imagens, observamos a autonomia dos grupos às numerações diferentes de portas digitais na ligação entre buzzer e Arduino. Além disso, conexões adequadas entre o LM 35, protoboard e Arduino. Portanto, avaliamos que o debate da etapa de investigação foi produtiva em todos os grupos. A existência de uma saída de tensão (OUT) no LM 35 facilita a ligação com as portas digitais por não necessitar de um divisor de tensão como nos projetos da “Atividade Sensor de Luminosidade” e “Atividade Potenciômetro”. Na introdução da etapa de programação questionamos “A porta analógica escolhida pelos grupos lê diretamente

valores de temperatura coletados pelo LM 35?” Para o Aluno 1 “*Não*”; “*Ela vai ler em bit*” (Aluno 15) “*Entre 0 e 1024*” (Aluno 11). As últimas duas falas são de alunos participantes do segundo ano do ensino médio e são conhecimentos de fundamental relevância em robótica com Arduino. Nossas observações indicam que a maioria dos alunos foi capaz de compreender que apesar do LM 35 ler valores de temperatura essa grandeza não é coletada diretamente pelo Arduino, ou seja, temos que desenvolver a programação em termos da escala entre 0 e 1023 onde 0 corresponde a 0V e 1023 corresponde a 5 V. Como sugestão didática para as próximas oficinas sugerimos a analogia entre V (volts) e degraus de uma rampa proposta na Figura 36.

Figura 36 — Analogia entre a faixa de tensão na leitura de dados nas portas digitais do Arduino e o número de degraus de uma rampa para a programação



Fonte: disponível em <https://portal.vidadesilicio.com.br/lm35-medindo-temperatura-com-arduino/>

A analogia traz a ideia de uma rampa que vai de 0 a 5 V e que pode ser dividida em 1023 degraus. Quando estamos em 0 V não há degrau. Quando estamos em 5 V temos o degrau 1023 como equivalente. Quando estamos em determinada voltagem, temos um determinado degrau que pode ser calculado pelo o que chamamos de função do primeiro grau da Matemática.

Para a relação entre temperatura e volts, informamos que o LM 35 utilizado também apresenta uma relação linear entre a saída de tensão e a temperatura em °C com uma taxa de 10 mV/°C na faixa de – 55 °C a 150 °C. Aqui também temos um exemplo de grande aplicabilidade da função linear. Como o desafio/problema envolvia acionar a buzina após a leitura de 50 °C no LM 35, questionamos o valor correspondente em V? Para o Aluno 11 seria “*50 vezes o 10 mV*” que equivale a “*0,5 V*” Aluno 16.

Finalizada a relação entre a temperatura de 50 °C e o valor de 0,5 V o Aluno 15 afirmou para o grande grupo “*Seria mais fácil a gente pegar e fazer uma leitura no próprio Arduino*”. Paralelamente, o Aluno 16 fez a seguinte colaboração “*Monitor Serial?*” acompanhada da resposta “*Sim. Seria mais fácil*” (Aluno 15). Aqui temos de ressaltar que

essa situação foi inesperada pelo professor. Até a presente atividade não tínhamos apresentado a ferramenta Serial Monitor localizada na interface de programação do Arduino. Ela permite a comunicação entre o Arduino e o computador e a leitura de dados na tela com os comandos `Serial.begin(9600)` que inicia a comunicação e `Serial.print` que imprime os valores na tela do computador.

As nossas observações na oficina e a situação inesperada demonstram que os alunos estavam promovendo um processo de ensino/aprendizagem com um grau elevado de autonomia. Ou seja, estavam buscando novas informações com níveis de conhecimentos prévios adequados e, por isso, estavam sendo capazes de integrar conhecimentos com maior nível de complexidade na estrutura cognitiva.

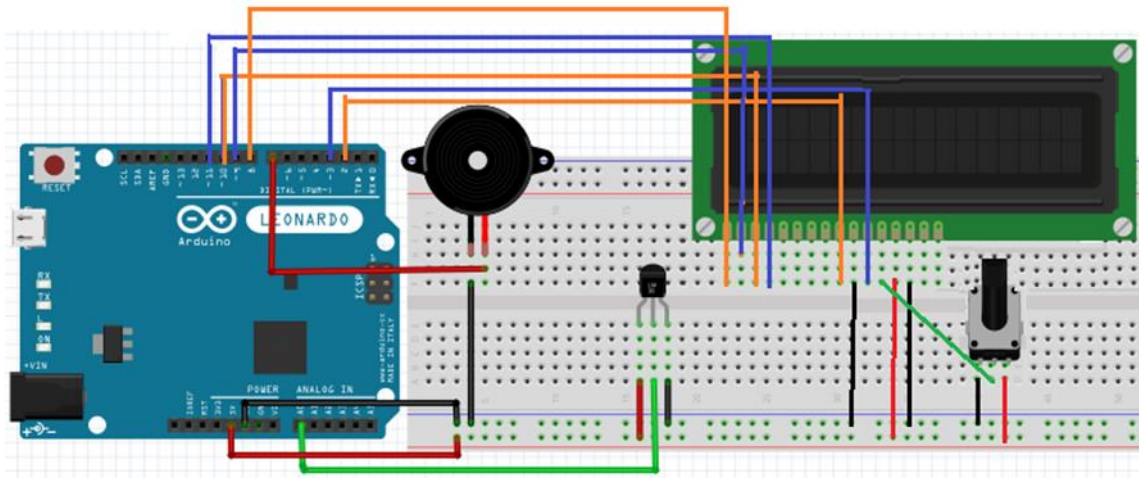
Na etapa de programação em si não tínhamos o objetivo que os grupos fossem capazes de elaborar o programa independente do auxílio do professor. No desafio/problema da “Atividade Sensor de Temperatura” a parte de programação do buzzer tem proximidade com a “Atividade Pisca Led”, porém a parte de programação do LM 35 necessitava de novas informações. Por isso, elaboramos o programa ilustrado a seguir com o auxílio do Datashow com a discussão de cada comando em tempo real.

```
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT); // Porta digital 13 como saída
}
void loop() {
  float temperature = ((analogRead(A0)*5)/1023)/0.01;
  if(temperature > 50){

    digitalWrite(13,HIGH);
  }
}
```

Finalizado o protótipo para a solução do desafio/problema os grupos utilizaram um display para a leitura em tempo real da temperatura. Como etapa introdutória integramos o display ao buzzer e ao LM 35 (Figura 37) com a inclusão dos comandos para a sua funcionalidade (Figura 38).

Figura 37 — Projeto do alarme de temperatura com integração do display.



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 38 — Programa adicionado ao Alarme de Temperatura com a inclusão do Display

```
//Carrega a biblioteca LiquidCrystal
#include <LiquidCrystal.h>

//Define os pinos que serão utilizados para ligação ao display
LiquidCrystal lcd(3, 2, 11, 10, 9, 8);

void setup()
{
  //Define o número de colunas e linhas do LCD
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(7,OUTPUT); // Define o pino 7 como energia para o Buzzer
}
```

```

void loop()
{
  //Limpa a tela
  lcd.clear();
  float temperature = ((analogRead(A0)*5)/1023)/0.01;
  if(temperature > 50){

    digitalWrite(7,HIGH);

    //Envia o texto entre aspas para o LCD
    lcd.print(temperatura);
    lcd.print("°C");
    delay(1000);

  }
}

```

Fonte: elaborada pelo autor.

7.5 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES BOTÃO, POTENCIÔMETRO, SENSOR DE LUMINOSIDADE E SENSOR DE TEMPERATURA

A atividade “Botão” é vista como uma possibilidade clássica de interação do meio externo com o Arduino, isto é o uso das portas digitais para a leitura de sinais. Aqui cabe ressaltar que a relação do desafio/problema da atividade “Botão” com o desafio/problema da atividade “Pisca Led” é importante para o uso de portas digitais como saída e entrada de dados. Paralelamente, a apresentação da estrutura condicional “if” é um conhecimento muito útil na programação. Seguindo a conclusão da mesma, acreditamos que o desafio/problema pode ser aproximado de um temporizador da iluminação de um corredor por um certo período após o acionamento de um interruptor. Isso poderia auxiliar a compreensão de que neste caso não é necessário permanecer com o interruptor acionado no período da iluminação. Além disso, só um procedimento mecânico aciona o botão, pois a programação não permite esse processo. Essa concepção foi fortemente apresentada pela maioria dos grupos ao relacionarem o botão à mesma porta do LED. Por isso, é importante investigar o conhecimento prévio dos alunos e nesse sentido o software Fritzing apresentou uma colaboração significativa na ideia dos alunos na elaboração do projeto na “Atividade Botão”. Para finalizar, destacamos que as falas (1) “*Mas esse resistor está resistindo a que aí?*” frente à utilidade do resistor de $10\text{ k}\Omega \pm 5\%$, (2) “*O Arduino primeiro tem que ler quando o Botão está pressionado. Aí o Led vai*

ligar por 10 s” em relação à utilização de portas do Arduino para a leitura de dados e (3) “*Se o botão estiver pressionado ela vai ler 5 V. No caso sinal alto*” são referências importantes para a compreensão da lógica de programação e a sua própria sequência de escrita.

Após a implementação das atividades “Potenciômetro” e “Sensor de Luminosidade”, entendemos que os alunos, na sua grande maioria, foram capazes de compreender as funcionalidades desses componentes. As aulas anteriores onde os participantes usaram do multímetro para a medida da resistência elétrica de resistores fixos foi de fundamental relevância para que os alunos estudassem o comportamento da resistência variável desses dois sensores.

Acreditamos que os alunos também foram capazes de compreender a necessidade de associação desses sensores com as portas analógicas do Arduino. Nesse contexto, a analogia proposta por um participante com o botão digital e analógico de um vídeo game colaborou para o aprendizado dos alunos assim como para os profissionais responsáveis na reedição dessas duas atividades. A compreensão da informação do comportamento da resistência variável desses componentes é de fundamental relevância para as conexões dos mesmos com o Arduino. Porém, a ausência de um terminal que permite a leitura da voltagem necessita do conhecimento de divisor de tensão. A apresentação desse conhecimento que, de uma maneira geral, é realizada em cursos técnicos e no ensino superior necessita do que chamamos de circuitos esquemáticos, ou seja, ilustrações com a simbologia dos componentes eletrônicos. Isso requer que o professor apresente para o aluno um número considerável de informações da relação entre o aspecto físico e a simbologia do componente. Aliada a essa necessidade, o aluno deve ser capaz de relacionar as portas do Arduino com os componentes. Além disso, utilizar equações que relacionam tensão e resistência com operações matemáticas envolvendo notação científica. Ou seja, o estudo do divisor de tensão necessita de um número considerável de conhecimentos prévios.

Sendo assim, as atividades do potenciômetro e do sensor de luminosidade, no contexto que os alunos pensam sobre o que estão fazendo, apresentam como complicador o divisor de tensão. Em nossas aulas, procuramos estabelecer, com o grande grupo, um diálogo para o desenho das Figuras 24 e 31 no quadro-negro. Os alunos que apresentavam um nível de conhecimento com maior complexidade acompanharam a explicação. Porém, não conseguimos estabelecer uma zona de desenvolvimento proximal com todos os participantes nessa etapa da oficina. Desse modo, sugerimos para novas edições a entrega impressa das Figuras 24 e 31 adaptadas para que os alunos associem os aspectos físicos dos componentes aos seus símbolos assim como estabelecido nas Figuras A e B.

No contexto da programação, a alternativa em utilizarmos o Datashow para projetarmos a escrita dos comandos em tempo real, revelou-se adequada. Como o potenciômetro e o sensor de luminosidade necessitam de novas informações de comandos como a sintaxe para a leitura de um intervalo de valores é importante que os grupos apresentem como conhecimentos prévios a programação para acionar um led. Desse modo, não há a sobrecarga de um excesso de informações e os alunos podem compreender a lógica de novos comandos como as estruturas condicionais “if” e “else”.

Após a implementação da atividade “Sensor de Temperatura” entendemos que os alunos, na sua grande maioria, foram capazes de compreender o projeto que possui forte relação com o nosso cotidiano. As aulas anteriores onde os participantes usaram do LED e do resistor foi de fundamental relevância para a compreensão da utilização do buzzer. Nas próprias palavras do Aluno 11 “*O buzzer tem polaridade como se fosse um led*” (Aluno 11) e “*Está ligado ou desligado então vai numa digital*” (Aluno 15). Uma concepção interessante foi revelada apenas com o funcionamento em 12 V conforme a especificação no Buzzer e, por isso, um aluno sugeriu elevar a tensão de 5 V do Arduino para 12 V.

Acreditamos que os alunos também foram capazes de compreender a funcionalidade do sensor de temperatura com relação a uma porta analógica do Arduino de uma maneira mais intuitiva em relação ao potenciômetro e o sensor de luminosidade. Por isso foram capazes de elaborar os projetos de uma maneira adequada. Nesse contexto, a etapa de investigação foi de fundamental relevância para que conhecimentos prévios de aulas anteriores fossem integrados ao funcionamento do LM 35.

8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ROBÓTICA COM O USO DO ARDUINO: LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA PELO CELULAR, MOTOR ACIONADO POR PONTE H E ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR

No presente capítulo apresentamos atividades de robótica que aprofundam o conhecimento em termos da necessidade de alimentação de energia externa ao Arduino em componentes que superam a corrente elétrica disponibilizada pelas suas portas digitais. Em outras palavras é discutida a necessidade de utilização dos módulos em projetos com Arduino. No mesmo também é abordado o processo de construção de um robô elaborado pelos alunos, após a implementação de ações que visavam proporcionar um suporte de conhecimento para o projeto com maior nível de complexidade da oficina.

8.1 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ACIONAR UMA LÂMPADA INCANDESCENTE PELO CELULAR”

Atividades clássicas introdutórias ao Arduino como as analisadas nos capítulos anteriores podem ser realizadas com a utilização da corrente de 40 mA em cada porta digital do Arduino. No uso das 14 portas digitais do Arduino Leonardo, temos a corrente aproximada de 500 mA. O funcionamento de lâmpadas incandescentes e motores, por exemplo, necessita de corrente elétrica superior a 500 mA. Então em projetos desse tipo como podemos alimentar os componentes?

A discussão dessa pergunta foi o principal objetivo da atividade. Nela os alunos tinham que solucionar o desafio/problema em acionar uma lâmpada incandescente de 6,2 V – 3 W por Bluetooth. Como etapa de investigação da mesma discutimos com o grande grupo os seguintes questionamentos

- 1) Através dos valores de potência e tensão podemos determinar outras grandezas físicas elétricas que não estão explícitas na lâmpada incandescente?
- 2) As portas digitais do Arduino funcionam com o máximo de 40 mA. Com este valor poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência?
- 3) Como temos 14 portas digitais o máximo de corrente é próximo de 500 mA. Com esse procedimento poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência? Como seria a lógica de programação?

- 4) Outra possibilidade de obtenção de máxima corrente é a utilização da porta 5 V que funciona com o máximo de 500 mA. Deste modo, poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência? Como seria a lógica de programação?
- 5) Para a lâmpada funcionar na máxima potência necessitamos de uma corrente calculada no item 1). Sabemos que este valor não pode ser obtido diretamente do Arduino. Então qual procedimento poderíamos adotar para garantirmos as condições especificadas na lâmpada?

Na parte introdutória da discussão da etapa de investigação com o grande grupo, apresentamos as informações que a União Europeia decidiu abolir as lâmpadas incandescentes a partir de 2012 e o Brasil estava em fase de retirada desse componente eletrônico até 2016. Para o Aluno 2, *“Uma lâmpada incandescente é basicamente como esquentar um fio”* onde *“o seu funcionamento é emitir luz”* (Aluno 6) com *“bastante perda de calor”* (Aluno 2). Para a Aluna 8, *“Em torno de 60 a 80 %”*. Nesse momento tivemos a colaboração do pai de uma aluna participante que afirmou *“Uma vez, quando eu fiz curso de eletrônica, falava em noventa e cinco por cento. Daí eu achei forte aquilo ali, mas depois outras vezes também me parece que eu já li noventa e cinco por cento”*.

Para corroborar com a colaboração de extrema relevância do pai participante, acessamos o site da Wikipédia que apresentava o valor de 95% da dissipação de uma lâmpada incandescente em calor. Desse modo, ressaltamos que a atividade seria realizada por questões didáticas, porque conforme o Aluno 6 *“Daqui 5 a 10 anos não estaremos mais utilizando esses tipos de lâmpadas”*. Como a aula foi realizada no mês de junho de 2016 os alunos participantes do terceiro ano já haviam estudado as relações entre potência, tensão, resistência e corrente. Sendo assim, tivemos a colaboração de falas do tipo *“ $P=iU$ ”*, *“ $U=ri$ ”* (Aluno 6); *“...é possível determinar a resistência e a intensidade da corrente”* (Aluno 1) no debate da pergunta 1).

Conforme o Aluno 1, *“Para o funcionamento da lâmpada seria necessário 0,5 A”* que em termos dos submúltiplos pode ser escrito como *“500 mA”* (Aluno 6). Então, *“Não seria possível usar só uma porta do Arduino, porque falta 460 mA”* (Aluno 2), porém com *“Doze portas e meia ou para garantir 13 portas seria possível”* (Aluno 1). Então ressaltamos que assim seria inviável o projeto porque o uso do Bluetooth também necessita de um valor de corrente, ou seja, de uma certa quantidade de portas digitais. Para finalizar, tratamos da pergunta 5) que o Aluno 6 sugeriu o *“Uso de uma bateria só para alimentar a lâmpada”*, ou seja, o uso de uma fonte de energia externa ao Arduino. Para a Aluna 9, *“O problema seria como programar a bateria”* no sentido de algo que controlasse a liberação de energia da

bateria que no caso poderia ser “*Os módulos*” (Alunos 1 e 2). Brevemente apresentamos a necessidade do módulo relé ilustrado na Figura 39 como possibilidade para alimentar a lâmpada como uma fonte de energia externa ao Arduino

Figura 39 — Módulo relé após a solda dos componentes realizada pelos grupos.



Fonte: elaborada pelo autor.

As imagens do resistor e do LED foram reconhecidas de uma maneira instantânea pelo grande grupo. Posteriormente, o componente que despertou a atenção foi o transistor com a comparação “*Aquele semicírculo parece um LM 35. Porém, não tem o motivo de ser um LM 35. Então deve ser um transistor*”. Com a fala “*Aquele cilíndrico preto só tem uma faixa então não é um resistor e é um diodo?*” o (Aluno 6) apresentou uma maneira de diferenciar o resistor do diodo. Os pinos GND e 5 V do módulo relé também foram facilmente reconhecidos, porém o pino In foi tratado como “*Algo estranho*” (Aluno 4). Desse modo, informamos que o In significa Input (entrada). O diodo, conforme o Aluno 2, “*Tem a função de deixar passar a corrente num único sentido*”. A fala foi utilizada como ponte de conhecimento entre o diodo e o relé pelo pai da aluna participante que complementou “*O relé é como se fosse uma resistência de um chuveiro. Ele funciona como indutor. Quando é desligado ele armazena energia e o diodo tem a função de barrar ela para não danificar o circuito*”.

Apresentados os componentes do módulo relé ilustrados na Figura 39, os grupos iniciaram a etapa de solda dos mesmos na placa. O grupo 1 começou pela solda do led na placa com a observação da polaridade “*Eu segui essa orientação do mais e menos*” (Aluno 6). Em relação a um dos resistores o Aluno 2 afirmou “*Esse de 330 não tem polaridade então tanto faz o lado*”. A orientação do diodo foi verificada em termos da sua simbologia com a

observação “*Tem o triangulozinho além do lado onde fica uma lista no final*” (Aluno 6). A orientação do transistor foi observação em termos da parte plana “*A parte curva deve estar apontando para a parte azul*”. (Aluno 3). Ao avaliar a solda do grupo, o professor responsável observou “*Um componente com inversão de polaridade*” que levou à consideração “*Já trocamos então. Vamos esquentar e usar o sugador*” (Aluno 2). Na transcrição dos áudios do grupo 3 ressaltamos a troca de informações dos Alunos 10 e 1 sobre o Led com a pergunta “*No led a perna menor é o negativo*” acompanhada da resposta “*Sim*”. Além disso, a observação “*O bom do resistor é que não importa o lado que eu conecto*”. (Aluno 1). No grupo 4, as falas remetem a procedimentos adequados na solda com o cuidado “*É por isso que eu não quero colocar muito*” (Aluno 14) e “*Não pode encostar né*” (Aluno 13) em relação à solda entre os componentes. Além disso, o Aluno 14 sugeriu “*Corta os conectores daí você solda melhor*”.

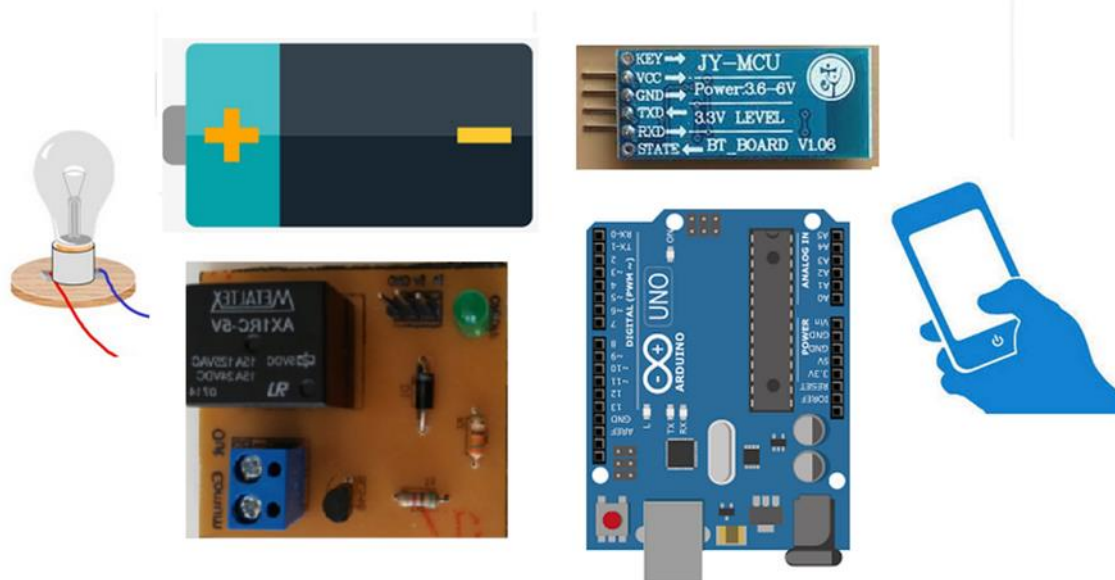
Finalizada a etapa de solda, os módulos relé foram testados e estavam prontos para a utilização. Desse modo, os alunos foram capazes de realizar a etapa com a habilidade de não causar curto-circuito entre os componentes. Além disso, de usar o soldador para a troca de posição entre componentes com o auxílio do sugador de solda. Portanto, o objetivo da solda de componentes em placas foi alcançado com a atuação do grande grupo. Nesse sentido, foi observado que cada aluno do grupo soldou pelo menos um dos componentes.

No contexto da eletrônica, sabe-se que o processo de confecção de uma placa impressa e da solda entre componentes no contexto de alunos iniciantes em ambientes não controlados necessita de uma elevada demanda de tempo. Especificamente, a confecção do circuito da placa utilizada foi realizada previamente a oficina e levou cerca de um turno de trabalho entre 2 pessoas. A etapa de solda dos componentes nos grupos levou cerca de 1 hora/aula. Aqui, cabe ressaltarmos que o tempo destinado à confecção do circuito impresso da placa da Figura 39 pelos responsáveis da oficina acarretou em não dedicarmos tempo para planejarmos recursos didáticos para a conexão entre a lâmpada incandescente, Arduino, bluetooth, módulo relé, fonte de alimentação externa e celular.

Como o objetivo da oficina não é do aluno montar os circuitos com roteiros fortemente dirigidos, propôs-se que em novas edições sejam disponibilizadas as imagens dos 6 itens descritos, anteriormente, quando os alunos podem fazer associações das conexões entre os mesmos além da sequência da comunicação entre os mesmos. Cabe ressaltar que se o objetivo não é propor que os alunos realizem a solda entre os componentes, o módulo relé da Figura 39 pode ser substituído facilmente por módulos disponibilizados na Internet a baixo custo. O recurso didático com a possibilidade dos alunos relacionarem os próprios componentes com

as conexões específica pode ser uma alternativa para investigar o nível de conhecimento prévio dos alunos. Nesse contexto, sugerimos para próximas edições da oficina a Figura 40.

Figura 40 — Proposta de imagem para investigação de conhecimento dos alunos na conexão dos componentes da atividade “Acionar uma Lâmpada Incandescente pelo Bluetooth”



Fonte: elaborada pelo autor.

A necessidade em pensarmos numa alternativa previamente à montagem dos componentes físicos pelos alunos surgiu de falas do tipo “Boa pergunta, a gente está perdido aqui” (Aluno 1 do Grupo 3); “Eu também estou perdido aqui. Eu não tenho ideia do que temos que fazer” (Aluno 7 do Grupo 3); “Eu não tenho ideia” (Aluno 11 do Grupo 2). As falas anteriores levam à conclusão que a alternativa de usar o Datashow para apresentar informações de como alimentar a lâmpada com uma fonte externa e como o Arduino é conectado ao módulo relé não foi eficiente. Nesse momento, sobrecarregamos os alunos com novas informações. Por isso, verificamos um pequeno número de diálogos com estabelecimento de zona de desenvolvimento próximas entre os alunos. Por possuir conhecimentos prévios do Arduino o Aluno 2 apresentou a conexão com o bluetooth sendo que “O módulo Bluetooth tem quatro pinos, o Tx, Rx, GND e o cinco volts. O Arduino, a porta um e a zero são Tx e Rx.” Para a curiosidade da Aluna 9 “Aí você conectou direto?” obtendo como resposta “Aí o RX do Bluetooth tu coloca no Tx do Arduino e o Rx do Arduino tu coloca no Tx do Bluetooth. E aqui é normal, GND e 5 volts”

O pequeno número de diálogo entre os alunos vem acompanhado nas transcrições de um elevado número de falas do professor responsável, do pai da aluna participante e de um auxiliar. Nesse contexto, podemos destacar a necessidade dos grupos em compreender “O

caminho da comunicação. O celular vai se comunicar com quem?” (Professor Responsável). Para o Aluno 12 é o “*Bluetooth*” sendo que “*São necessárias 4 conexões*” (Aluno 12) após o Professor Responsável questionar “*Quantas conexões são necessárias entre o Arduino e o bluetooth?*”. No grupo 3 o pai da aluna participante foi o responsável por promover o diálogo como na dúvida “*E essa lâmpada vamos conectar aonde?*” (Aluno 7) acompanhada da resposta “*Na saída do relé. E ela não tem lado para ligar*”. Nos grupos 1 e 2 o auxiliar da oficina também iniciou a discussão com o caminho da comunicação com o questionamento “*O sinal que parte do celular vai para onde?*” obtendo como resposta “*O bluetooth e depois Arduino*” (Aluno 11) sendo que “*Pelo RX, TX, o negativo e também o positivo*” (Aluno 16) ocorre a conexão após a pergunta do auxiliar “*Como o bluetooth se comunica com o Arduino?*”.

Como ressaltamos anteriormente, sugerimos nas próximas edições o uso da Figura 40 para que os alunos façam o planejamento da ligação entre os componentes que solucionam o desafio-problema da “Atividade Acionar uma Lâmpada Incandescente pelo Celular” anteriormente à montagem. Esse momento pode ser útil para verificarmos conhecimentos prévios dos alunos sendo que o debate de cada planejamento com o grande grupo pode facilitar a etapa de montagem devido ao estudo integrado entre os componentes e não só na apresentação individual dos mesmos. Como alternativa didática após o debate do planejamento de cada grupo, sugerimos a utilização da Figura do Anexo E.

Finalizada a etapa de montagem, iniciamos a etapa de programação com a projeção em tempo real de cada comando com o auxílio do Datashow. Assim foi elaborado o programa apresentado a seguir.

```
void setup() {
  Serial1.begin(9600);
  while(!Serial1){}
  pinMode(2, OUTPUT);
}

void loop() {
  if(Serial1.available()){
    if((Serial1.read())=='t'){
      digitalWrite(2, HIGH);
    }
    else{
      digitalWrite(2, LOW);
    }
  }
}
```

Na escrita do mesmo, questionamos, inicialmente, que após o bluetooth se comunicar com o Arduino o mesmo enviará para o módulo relé “*Um sinal alto através do pinMode*”

(Aluno 7) que funciona nesse projeto como “*Uma saída. OUTPUT*” (Aluno 2). Como bem observado por esse aluno no final de cada comando “*É sempre necessário o ponto de vírgula. Sempre se lembrem disso a não ser que no final o comando possui duas chaves*” questionando posteriormente “*Assim como para o display o Arduino não possui o Bluetooth na sua Biblioteca?*”. Nesse momento, o auxiliar da oficina apresentou o comando `Serial1.begin(9600)` que trata da velocidade de comunicação entre o Arduino e o Bluetooth com a informação que não há o Bluetooth na comunicação com o Arduino.

Na escolha de uma letra do aplicativo, como a letra t, ilustrada no programa o Aluno 2 questionou “*Não pode ser uma palavra?*” sendo que a possibilidade foi tratada como possível, mas inviável pelo tempo de digitação e leitura pelo Arduino. Assim o programa foi finalizado com a ideia que se o Arduino recebe a letra t que permanece na “*Cor azul se o programa está correto*” (Aluno 2) o mesmo envia um sinal de 5 V para o módulo relé que aciona a lâmpada. Em caso contrário, a lâmpada incandescente permanece apagada porque o Arduino não envia dados para o módulo relé. Para finalizar a atividade os grupos testaram a distância de funcionamento do projeto onde temos a fala “*Vai lá fora*”, “*Ligou*”, “*Desligou*” (Aluna 9) que mostra o acionamento da lâmpada de um integrante fora da sala de aula onde “*Não se sabe onde ele está*” (Aluno 2).

8.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ACIONAR MOTOR POR PONTE H”

Na presente aula apresentamos uma atividade de elevado interesse de alunos do ensino básico, pois de uma maneira geral o desejo de fazer um robô é algo muito comum entre crianças e adolescentes. Para tanto, devem ser necessários conhecimentos de acionar motores elétricos. Através da atividade ponte H os grupos deveriam ser capazes de solucionar o desafio/problema de acionar uma roda por um motor para que a mesma gire 15 s num sentido 15 s no sentido contrário. Após a apresentação do desafio/problema foi proposta a etapa de investigação, na conhecemos os conhecimentos prévios dos alunos sobre o funcionamento de motores e a forma de fornecimento de energia para o movimento dos mesmos.

Com a disponibilidade física do motor ilustrado na Figura 41, pilha e fios de conexão discutimos as questões a seguir com o grande grupo.

Figura 41 — Motor elétrico

Fonte: disponível em fritizing.org

- 1) Como você acha que funciona um motor elétrico?
- 2) Com a posse de um motor elétrico, roda, bateria e fios de conexão você é capaz de acionar o motor? Em caso afirmativo como? Em caso negativo quais são as suas dúvidas?
- 3) Como é possível inverter o giro do motor?
- 4) Na próxima aula iremos montar um robô com duas rodas que será controlado pelo Bluetooth. Se o mesmo andar para frente às duas rodas devem girar para o mesmo lado. Se o mesmo andar para trás as duas rodas devem girar para o mesmo lado com sentido contrário ao anterior. Qual procedimento deverá ser adotado para esta reversão? Como pode ser realizado esse procedimento?
- 5) A corrente elétrica das portas digitais ou da porta 5 V do Arduino é suficiente para o acionamento do motor?

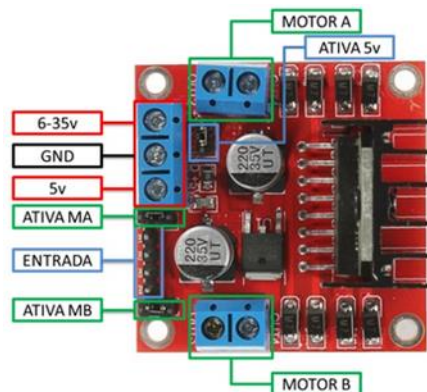
Na transcrição dos áudios do grande grupo e entre os próprios componentes observamos uma ponte entre a atividade “Pisca Led” e o desafio/problema dessa atividade “*Ambos os desafios são controlados por pulsos eletrônicos sem a necessidade de trocar fios e tal. Hoje é parecido com o pisca LED que ele funciona repetindo*” (Aluno 2). Na interpretação da fala do aluno compreendemos uma analogia entre ligar um LED e um motor no sentido de pulsos eletrônicos que permitem o ligar e o desligar desses componentes. Nesse momento lembramos que o LED só acende com um sentido de corrente e a etapa de investigação da presente atividade tinha o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao motor elétrico.

As colaborações da pergunta 1) remetem à infância dos alunos através da fala “*Quem quando criança nunca quebrou um motor para ver o que tem dentro*” (Aluno 2). Para esse aluno “*Basicamente ele possui as mesmas peças de um gerador...como imã...*” e uma “*Bobina*” (Aluno 1) porém “*O motor converte energia elétrica em cinética que é energia de movimento*” (Aluno 1). A concepção em inverter o giro de um motor com a presença da energia elétrica esteve presente na atividade conforme a fala “*Troca a ordem dos fios nos polos...,daí inverte*”. (Aluno 11) sendo que na concepção do Aluno 2 “*A programação vai*

inverter os polos só que daí ao invés de usar o GND direto nele, vai ter que colocar os dois fios em duas portas digitais, pois elas funcionam em zero ou 5 V. Então se tu botar 0 numa porta digital e 5 V numa outra porta digital você pode trocar com a programação e daí tu pode inverter o movimento”. Aqui o aluno apresentou a ideia de controlar o motor sem o GND, ou seja, o polo negativo. Nesse contexto, informamos que 0 V na porta digital é sinônimo de baixa energia e não um polo negativo que fecha um circuito. A fim de utilizar a concepção de usar a energia do Arduino e ligar o motor como ponte de construção da necessidade da ponte H para o controle de uma alimentação externa, discutimos a questão 5. Conforme o Aluno 2, a alimentação “*Depende da corrente do motor*” onde “*A questão é saber a potência dele*” (Aluno 11). Nesse momento, realizamos um experimento de medir a corrente elétrica com o funcionamento do motor em 5 V com uma bateria sendo visualizado no amperímetro o valor de 500 mA.

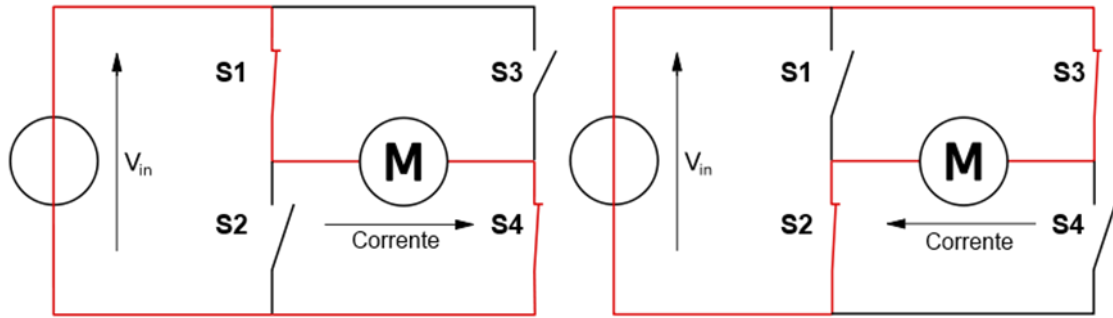
Nas palavras do Aluno 11, “*Não tem como alimentar só com o Arduino....vai necessitar de corrente para outras coisas...como na atividade de acionar a lâmpada*”. Então, nas palavras do Aluno 2, “*Vai precisar de uma pilha só para o motor....assim como quando faremos o robô*”. Assim, justificamos a necessidade da ponte H (Figura 42) para a inversão do giro do motor. Na Figura 43 apresentamos a imagem didática do circuito de controle da ponte H.

Figura 42 — Aspecto físico da ponte H



Fonte: disponível em www.filipeflop.com

Figura 43 — Conexões internas da Ponte H



Fonte: disponível em www.arduinoocia.com.br

A verificação de conexão dos motores foi acompanhada pela dúvida “*Mas e se o motor girar ao contrário do esperado?*” (Aluno 11). Com o estabelecimento de uma zona de desenvolvimento proximal, o Aluno 3 sugeriu “*Só muda a programação*” ou “*Troca a posição dos fios*” (Aluno 11). Para o Aluno 11, o procedimento mais adequado seria “*Trocar os fios*” já para o Aluno 12, o viável seria “*Mudar a programação*”. Finalizada a apresentação das Figura 43 e 44 com o auxílio do Datashow os alunos passaram a etapa da montagem.

A transcrição dessa etapa no grupo 1, inicia-se com uma analogia entre o módulo relé da atividade da lâmpada incandescente sendo que “*Hoje também será utilizada uma fonte externa para alimentação do motor e a ponte h só vai determinar para onde ele gira*” (Aluno 3). Nas palavras do Aluno 2, “*Tipo para frente e para trás. Ela vai inverter a polaridade do motor*”. Especificamente, na conexão entre o motor e a fonte de alimentação externa, no caso uma fonte de voltagem variável, a primeira dúvida surgiu em relação a “*Colocar no 5 V ou no 12 V?*” (Aluno 2). Conforme o Aluno 3 “*Pode ser no 5 V porque a orientação é colocar no máximo 4,5 V no motor*”. Para o controle da velocidade do motor o Aluno 2 sugeriu “*O uso de uma porta analógica.*” devido a possibilidade de envio de uma faixa de valores de voltagem e não só 0 e 5 V obtidos com as portas digitais. Outra dúvida envolveu os pinos da ponte h nas palavras do Aluno 6 ao questionar “*Por que vocês conectaram o IN1 e IN2? Não seria IN3 e IN4?*” sem o debate das respostas pelos integrantes do grupo.

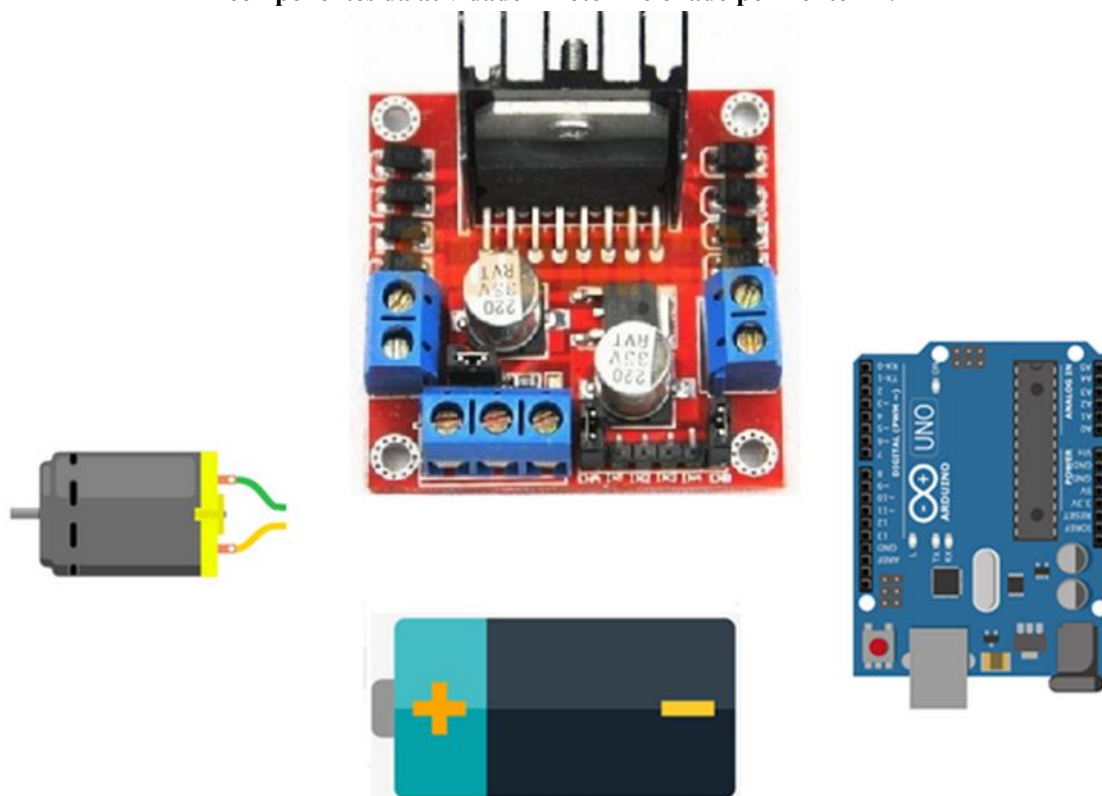
No grupo 2, a transcrição dos áudios também apresenta dúvidas dos alunos na conexão da ponte H com a fonte externa com o questionamento “*Como fazemos a conexão com 12 V?*” (Aluno 15) ela “*Vai no Arduino*” (Aluno 11). Com a observação “*A gente não sabe onde ligar*” (Aluno 16) e da dúvida “*Não temos que usar nada de analógico*” (Aluno 16) os alunos solicitaram a presença do professor responsável pela oficina. No grupo 3 também observamos a concepção de uso da porta analógica para ligação ao motor, porque conforme o Aluno 1 com ela “*É possível fazer um controlador de velocidade*”. Nesse grupo também foram

observadas dúvidas da conexão entre o motor, ponte h, fonte de alimentação e o Arduino. Porém, existe um planejamento no sentido de comunicação entre os componentes “*O Arduino vai ser alimentado pelo computador. Já o motor com a fonte variável*” com a fala do pai da aluna participante.

Para finalizar a análise da etapa de montagem, também é ressaltada no Grupo 4 “...*a dúvida com o negócio de 5 V e 12 V*” (Aluno 13) acompanhada da consideração “*Eu estou dizendo que os fios do motor vão vir aqui, mas o colega diz que vão vir aqui*” (Aluno 12) em relação à conexão do motor em diferentes lugares da ponte H. Nesse contexto, entendemos que apesar da ilustração conter duas conexões para o motor A conforme a Figura 43, as informações do GND e do 5 V impressas na placa levam os alunos a conectarem o motor nessas possibilidades.

Assim como na atividade do acionamento de uma lâmpada incandescente pelo celular que necessita de alimentação externa ao Arduino, os grupos apresentaram dificuldades na conexão entre o motor, ponte H, Arduino e a bateria. Observamos que para os alunos era contra intuitivo ligar o motor em pinos sem a informação de voltagem e deixar de usar o GND e o 5 V impresso na ponte H. Desse modo, podemos dizer que, anteriormente à etapa de montagem deveríamos ter proposto uma segunda etapa de investigação com a disponibilidade de uma imagem para a associação entre os componentes. Neste contexto, para próximas edições da oficina propomos o uso da Figura 44.

Figura 44 — Proposta de imagem para investigação de conhecimento dos alunos na conexão dos componentes da atividade “Motor Acionado por Ponte H”.



Fonte: elaborada pelo autor.

Com o uso da Figura 44 é possível estabelecer zonas de desenvolvimento proximal entre os próprios alunos após a etapa de apresentação de informações sobre cada componente. Faz-se necessário, verificar os conhecimentos estabelecidos e debater-los no grande grupo para que não ocorra uma sobrecarga na atuação dos responsáveis da oficina na etapa de montagem assim como ocorreu nessa atividade. Como possibilidade de utilização em novas versões da oficina, disponibilizamos a figura do Anexo F com as conexões corretas para o acionamento de um motor por ponte H.

Finalizada a etapa de montagem, passamos à etapa de programação onde os grupos eram autônomos para a elaboração do código. Nos grupos 1 e 3 os programas, desde o início das atividades, foram elaborados por um dos componentes com um baixo nível de interação com os colegas. Por isso, não há registros do processo de construção do código do motor para esses grupos. Em contrapartida, nos grupos 2 e 4 observamos a escrita dos códigos com um maior nível de interatividade. Na transcrição dos áudios desses grupos localizamos termos como “*Sinal alto já está bom*” (Aluno 13), “*digitalWrite*” (Aluno 16), “*Agora é sinal baixo*” (Aluno 14), “*delay é o comando de tempo sendo 15000 milisegundos*” (Aluno 11). A Figura 45 ilustra o programa elaborado pelo grupo 2

Figura 45 — Programa para solução do desafio/problema da “Atividade Motor Acionado por Ponte H” - Grupo 2

```

//motor do lado direito
#define MA_VEL 11
#define MA_DIR1 13
#define MA_DIR2 10

void setup()
{
  pinMode(MA_DIR1, OUTPUT);
  pinMode(MA_DIR2, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // motor A Sentido Horário
  digitalWrite(MA_DIR1, LOW);
  digitalWrite(MA_DIR2, HIGH);
  analogWrite(MA_VEL, 150);
  delay(15000);
  // motor A Sentido Anti-Horario
  digitalWrite(MA_DIR1, HIGH);
  digitalWrite(MA_DIR2, LOW);
  analogWrite(MA_VEL, 150);
  delay(15000);
}

```

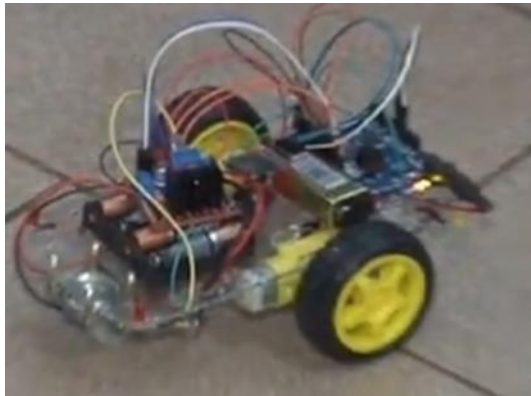
Fonte: elaborada pelo autor.

8.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE “ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR”

O processo introdutório de elaboração da oficina à aplicação do questionário aberto com as perguntas (1) Por que você tem interesse em participar de oficina de robótica? (2) Em sua opinião que conhecimentos são necessários para a construção de protótipos controlados como um semáforo, alarme, robô, etc.? foi de fundamental relevância para tomarmos conhecimento das expectativas dos alunos, assim como o nível de conhecimento no início da oficina. Respostas do tipo “*Queria aprender a fazer robôs desde criança*” (Aluno 1), “*Desde os meus 6 anos brinquei de construir caminhão de controle remoto e similares*” (Aluno 3), “*Montar robózinhas com coisas que envolvem fios e pilhas*” (Aluno 14) demonstraram a curiosidade e motivação dos alunos em construir um robô. Falas como “*Mecânica, eletrônica e programação*” (Aluno 15), “*Eletricidade e placas para dizer o que é feito*” (Aluno 14), “*Mecânica para fazer o protótipo se movimentar ou algo de computação para programar*” (Aluno 12) revelaram quais conhecimentos os alunos esperavam estudar na oficina.

A aplicação de um questionário fechado com necessidade de reconhecimento do nome do componente e a sua função evidenciou que nenhum dos alunos conhecia o aspecto físico do Arduino com nível de confiança alto. Além do mais, nenhum aluno conhecia a IDE como espaço de desenvolvimento da programação. Sendo assim, optamos por não iniciar a oficina com a elaboração do robô, pois sob nosso ponto de vista, a quantidade de novas informações de uma oficina de robótica deve estar em harmonia com o nível de conhecimento prévio dos alunos. Desse modo, propusemos a sequência de atividades descritas nos capítulos 5, 6 e 7 anteriormente à elaboração do robô controlado pelo celular. Após a implementação destas ações, os grupos deveriam ser capazes de montar um carrinho controlado pelo celular (Figura 46) com as seguintes funcionalidades 1) Andar em linha reta para frente; 2) Girar para a esquerda e acender continuamente um LED amarelo como sinalização; 3) Girar para a direita e acender continuamente um LED amarelo como sinalização; 4) Andar em linha reta para trás. Como sinalização para esse caso acender continuamente dois LEDs vermelhos e acionar continuamente uma buzina.

Figura 46 — Imagem estática do robô controlado pelo celular.



Fonte: elaborada pelo autor.

Com um robô em funcionamento, apresentamos o desafio/problema e com a observação do modelo da Figura 46, propôs-se a etapa de investigação com as seguintes perguntas

- 1) Qual a fonte de alimentação dos motores? Fonte de alimentação do Arduino? Fonte de alimentação do buzzer? Fonte de alimentação dos leds vermelhos? Fonte de alimentação dos leds amarelos? Fonte de alimentação do bluetooth?
- 2) Por que a utilização dos resistores para os leds e buzzer? Para soldarmos o resistor no led e buzzer devemos levar em consideração a polaridade dos mesmos?
- 3) Quantas portas digitais são necessárias para controlar os motores?

- 4) Quantas portas digitais são necessárias para os leds e buzzer?
- 5) Quais são as dúvidas para montagem?

A atividade foi planejada para que os grupos, na parte introdutória da aula, discutissem a etapa de investigação. Porém, inicialmente não procuramos interferir na forma de organização dos grupos para resolução do desafio/problema, ou seja, não informamos que a etapa de investigação, obrigatoriamente, deveria ser o momento inicial. Assim, tínhamos o objetivo em investigar o planejamento de cada grupo para resolver o desafio/problema.

A transcrição dos áudios do grupo 1 do dia 05/07/2016 apresenta falas dos Alunos 2, 6, 8 e 9. Inicia com o Aluno 2 propondo “*Fazer a programação*” sendo que “*....o resto fica com vocês*”. Assim, os demais alunos do grupo iniciaram a etapa de montagem da estrutura do robô com os procedimentos “*O primeiro é o motor*” (Aluno 6) tendo como contrapartida “*Não, o primeiro é o interruptor*” (Aluno 2). Aqui cabe ressaltar, que de certo modo a divisão de tarefas pelo próprio Aluno 2 foi reavaliada, pois o próprio integrante sugeriu o início da montagem com o interruptor. Posteriormente, solicitou “*Vê se tá certo o motor..... Ele está errado. Os fios devem estar para dentro*”. Finalizada a montagem da estrutura, é observado um diálogo entre os Alunos 2 e 6 em relação à conexão entre os componentes eletrônicos e mecânicos em que aparecem observações importantes como “*A alimentação dos motores são quatro pilhas de 1,5 V*” (Aluno 2), “*O Arduino está alimentado pela bateria*” (Aluno 6), “*São 4 resistores, pois eu acho que para o buzzer não precisa*” (Aluno 6), “*Os resistores vão nos leds e temos que soldar tudo*” (Aluno 2).

De uma maneira paralela à conexão entre os componentes, o Aluno 2 propôs uma lógica na programação com base “*Naquela atividade que manda uma letra*” em referência a acionar uma lâmpada pelo bluetooth. Nesse momento, procurou estabelecer um diálogo com o professor responsável em falas do tipo “*Se eu colocar serialWrite lá ele vai ler F. Mas eu não poderia colocar igual igual a F?*”; “*Aí eu vou ter que dar um Else....Tipo se não for isso deliga tudo isso aí?*”; “*Eu queria testar a programação*”. Após a análise da transcrição dos primeiros momentos de atividade do grupo 2 na resolução do desafio/problema, observamos o estabelecimento de uma zona de desenvolvimento proximal entre os Alunos 2 e 6 no aspecto da conexão entre os componentes. Ou seja, não são verificadas falas das Alunas 8 e 9. Ainda, na etapa de programação observação uma busca pelo diálogo entre o Aluno 2 e o professor responsável.

No dia 09/07/2015 tivemos a continuidade da solução do desafio/problema com a presença dos Alunos 6, 3 e 8. O Aluno 2 esteve ausente e o Aluno 3 que não participou do dia 05/07/2016 esteve presente. A transcrição dos áudios do dia 09/07/2015 demonstra um

elevado número de diálogos com zona de desenvolvimento proximal do tipo “*O positivo não é o maior?*” (Aluna 8) em referência à polaridade do led com a resposta “*É o da maior perninha, mas o menor por dentro*” (Aluno 6), ou seja, duas maneiras de diferenciar a polaridade do led. Também observa-se o sentimento de competência na disponibilidade em “*Se querem que eu conecte eu conecto*” (Aluna 8) recebendo como tarefa “*Fecha aqui com a chave de fenda*” (Aluno 6). Além disso, na solicitação “*Vocês têm que me ajudar. Têm que conectar todos os negativos aqui. Todos para*” “*Juntar todas as negativas primeiro. Todos os leds que não estão conectadas a nada são negativas*” (Aluno 6).

Na continuidade da solução do desafio/problema com elevada interatividade, o Aluno 3 questionou “*O que falta na programação*” recebendo como resposta “*Não sei o que o Aluno 2 fez aula passada*” (Aluno 6) evidenciando a postura do Aluno 2 em não compartilhar seus conhecimentos em alguns momentos, além de elaborar um programa com funcionalidades que não contemplavam o desafio/problema. Essa constatação foi observada pelo Aluno 6 ao afirmar “*O programa acende um led quando o robô vai para frente e isso não consta na funcionalidade do robô*” e sugerir “*É muito mais fácil tu fazer um programa novo do que ajeitar um outro programa.*” A lógica do programa foi sugerida com “*....o led vermelho no pino dois, o outro led no pino três, led amarelo no sete e quatro, buzzer na oito, esquerdo velocidade, direito velocidade....no motor tu vai colocar direção e velocidade é ligar ou desligar.*” Acompanhada da dúvida “*A única coisa que eu não entendi foi a velocidade*” que necessita das portas digitais pwm do Arduino, as quais foram apresentadas brevemente na atividade da ponte h e não foram citadas na atividade do Pisca Led com a analogia do Arduino e uma pilha, tendo o GND como polo negativo e as portas digitais como polos negativos. Por isso, em novas edições da oficina é importante apresentar as portas pwm do Arduino com a analogia de uma pilha de voltagem variável.

Ao responder sobre a dúvida que envolvia as portas digitais pwm do Arduino, o grupo optou por “*... usar a porta 5 e 6*” (Aluno 3) com a definição “*A 5 é a IN1 e a 6 a IN2*” (Aluno 6) em referência à conexão entre o Arduino e a ponte h para o acionamento de um dos motores. Na definição do valor da velocidade, a Aluna 8 questionou “*Qual a velocidade máxima?*” conhecimento que não foi bem compreendido na programação da aula da Ponte h devido à afirmação “*Não sei. Mas vamos usar o 150 da aula passada*” (Aluna 6). Para finalizar, o Aluno 3 destacou “*Só falta as definições IN3 e IN4 e as conexões com o bluetooth*” que após finalizadas levaram a sugestão do professor responsável em “*Levantar os motores para testar*” que foram avaliados como “*Corretos para trás e para a frente.....mas o da direita está invertido na hora do carro virar*” (Aluno 3).

A transcrição dos áudios do grupo 2 do dia 05/07/2016 apresenta falas dos Alunos 11, 15 e 16, ou seja, todos os integrantes. Assim como no grupo 1, a transcrição dos áudios inicia com a curiosidade *“De como fazer a programação do desafio”* (Aluno 11) que levou à consideração *“Colega você tem o programa da última aula”* (Aluno 16) como utilitário para necessidade em acionar os motores no robô. Sem dedicar tempo à escrita do programa, o Aluno 11 questionou *“Vocês acham que conseguem montar a base que daí eu faço as conexões com a Arduino?”* levando à consideração *“Tu tem ideia que tudo depende da base.... se tu não tem a base....”* (Aluno 16). A proposta proporcionou a atuação de todos os integrantes na montagem da estrutura com o sentimento de inclusão em falas do tipo *“Vamos ver como a gente vai montar essa parte aqui então, mas espera aí, isso vai estar assim, Aluno 15 vem cá e me ajuda, rápido segura o robô. [...] Os parafusos grandão né.”* (Aluno 11). Nesse momento também é observada a curiosidade com materiais concretos como na pergunta *“Professor o que é uma arruela?”* (Aluno 11) e a constatação *“Cara a chave de fenda é bom que dá para pegar as coisas assim”* em referência à imantação do componente.

Finalizada a montagem da estrutura, o grupo passou a discutir indiretamente a etapa de investigação ao tratar que *“O buzzer tem ligação com o Arduino aí se liga nas portinhas né?”* (Aluno 11) acompanhada das dúvidas *“Led tem polaridade?”* (Aluno 16); *“Professor o buzzer tem polaridade?”* (Aluno 15). De acordo com o Aluno 15, o *“led tem cara. Primeira coisa que a gente aprendeu perninha alta e perninha baixa”* e o *“...buzzer tem polaridade ele também tem a condição de mais e menos”*. (Aluno 11) acompanhado do resgate de conhecimento do Aluno 15 *“É tem umas perninhas diferentes”*. A montagem do led vem acompanhada da frase *“Tem de colocar 4 resistor”* (Aluno 16), sendo que *“Para o resistor não importa a ponta se eu não estou enganado”* (Aluno 15), porém com a “segurança” de *“Por primeiro o resistor e depois o led”* (Aluno 15). No processo de conexão com o Arduino é apresentado o cuidado de fechar o circuito com a fala *“Olha se cada resistor está ligado no GND”* (Aluno 16).

Ao observar uma solda com a inversão de polaridade do led, o professor responsável questionou *“Para soldar vocês cortaram pedaços das conexões do led. Agora têm como saber o lado positivo e negativo?”*. A pergunta foi respondida com a dúvida *“Não tem diferença dentro do led?”* (Aluno 11) especificada pela fala *“Não dá para ver pela parte fina e pela parte gorda? Só não lembro o que é a parte gorda e a parte fina”* (Aluno 11). Com a solicitação da colaboração de um integrante de outro grupo *“Aluno 7. Vem aqui cara. Pela parte de dentro qual é o positivo e qual é o negativo? Ou você vê pelo chanfro?”*, foi estabelecida uma zona de desenvolvimento proximal com a resposta *“A retina é o positivo”*

(Aluno 7) . Com a discussão o grupo observou um erro na solda de um dos leds que pode ser considerada como uma falta de atenção de acordo com a fala *“Professor. A gente não é mestre na robótica....às vezes a gente erra”* (Aluno 11). Outra evidência é a solda correta de outro led devido a afirmação *“A parte mais gorda é o negativo....então aqui negativo e o outro positivo”* (Aluno 11) proporcionando a verificação *“Daí aonde vai o resistor?”* (Aluno 15) que no caso *“Tanto faz”* (Aluno 16).

A transcrição dos áudios do Grupo 2 do dia 09/07/2016, apresenta falas dos Alunos 15 e 16, ou seja, a ausência do Aluno 11. Na retomada da atividade, os alunos afirmam que o *“buzzer está certo na porta 2 e no GND”* (Aluno 15). Finalizada a montagem da parte de sinalização, o Aluno 16 optou por *“Anotar os cabos e as portas digitais”* e definir a ponte h *“...entre a 9 e a 13”* com a definição *“...que o bluetooth deve estar para cima”* (Aluno 15), servindo como uma espécie de antena na vertical.

Para a execução dos motores, o Aluno 15 questionou *“Quais portas vão levar o robô para frente?”* que no caso *“São as mesmas da ponte h”* (Aluno 16) especificamente *“Os IN então?”* (Aluno 15) com a confirmação *“São os IN. No caso IN1-IN2 e IN3-IN4.”* (Aluno 16) acompanhada da dúvida *“As das pontas são de controle da velocidade?”* direcionada ao colega e não respondida. Como a ponte H deve possuir uma fonte de alimentação para os motores é apresentada a dúvida de *“Fazer a alimentação com o quê?”* (Aluno 15) que no caso *“São as pilhas”* (Aluno 16). Finalizada uma primeira versão da montagem da estrutura e a conexão com os componentes, o grupo passou a elaborar a lógica de programação em paralelo à escrita do código.

No início do programa, o Aluno 15 direciona ao professor as perguntas *“Podemos colocar os LEDs com o comando pinMode ou tem que por o nomezinho e as portas?”* que foram respondidas como duas possibilidades de programas. Na primeira as portas seriam escritas diretamente dentro do void setup e na segunda é realizada a definição dos componentes às respectivas portas através do comando #define. Conforme as palavras do Aluno 16, *“A gente estava colocando primeiro as portas”*. Na nossa interpretação, o grupo optou pela segunda opção devido à frase anterior e ao questionamento *“Não tem que nomear as do bluetooth também?”* (Aluno 16), que na avaliação do próprio aluno não seria necessário porque *“...o bluetooth não está numa porta digital ele está no TX, RX, GND e 5 V”* então, *“O bluetooth não precisa de #define”* (Aluno 16). Em relação aos motores, o Aluno 15 acreditava que *“...os IN são OUTPUT”* com a analogia de ligar o led *“Sendo que não será complicado e tu põe assim também para ligar o led”*.

A comunicação com o Bluetooth não aparece no diálogo entre os Alunos 15 e 16 e, por isso, a transcrição dos áudios do grande grupo apresenta a necessidade do comando Serial1 para a comunicação Arduino e Bluetooth, acompanhada da pergunta por parte do professor responsável *“Por que Serial 1 e não apenas Serial?”*. A resposta do Aluno 16 *“Pois o Leonardo só aceita Serial1”*, pode ser considerada como um resgate de conhecimento da atividade em acionar uma lâmpada incandescente pelo celular. Para construir a lógica da programação, que possui forte relação com o void loop, questionamos no grande grupo *“Quantos comandos seriam necessários para o robô se movimentar para frente, ou seja, receber F?”*. Como bem observado pelo Aluno 15 *“Nessa parte não precisa colocar os leds”*. Em relação a andar para trás, informamos que o Bluetooth deveria receber B e tivemos como questionamento *“Professor aqui temos que colocar os leds e o buzzer né?”* (Aluno 15) e assim concordamos com a fala do Aluno 16 *“Estamos produzindo bastante né”* interpretada como um sentimento de inclusão de todos os integrantes do grupo 2.

Para o procedimento de girar, o Aluno 16 propôs *“Se quer dobrar para a direita acelera à esquerda e para a direita”*. Em termos específicos do comando para o controle de velocidade a transcrição dos áudios ilustra a ausência de compreensão no grupo 1, porém o conhecimento adequado do Aluno 16 ao citar *“Duzentos e cinquenta e seis”* como possibilidade de velocidade máxima dos motores. A fala pode ser considerada como um resíduo do conhecimento da atividade de acionar motor com Ponte H, pois na programação do robô o Aluno 16 citou *“Cara a gente esqueceu dos ENA e ENB em todas”* após o professor responsável lembrar da necessidade. Além disso, foi necessária a retomada de conhecimento das portas pmw para o controle de velocidade, ou seja, que de certo modo não estava presente na estrutura cognitiva do grupo 2. Sendo assim, solicitamos a presença do Aluno 7 do grupo 3 para a interação com o grupo 2 na programação do controle da velocidade. A transcrição dos áudios apresenta a necessidade de retomada no processo de montagem após o teste da primeira versão com as falas *“Achamos o erro. Esse motor não liga porque está desconectado”* (Aluno 16); *“Aqui também as pilhas não estão conectadas”* (Aluno 15) ; *“Não está soldado errado isso aí?”*, *“Você colocou o ré só no final?”* (Aluno 15).

A necessidade da reconstrução no grupo 2 com falas do tipo *“Deixa eu dar uma raciocinada”* (Aluno 16) e *“Me ajuda cara”* (Aluno 15), é compreendida como algo natural em casos de não utilização de roteiros fortemente dirigidos na robótica na educação. Até o momento, ou seja, após a análise das transcrições dos grupos 1 e 3, podemos destacar a autonomia dos alunos em não utilizar o robô modelo para as respostas da etapa de investigação e da própria montagem equivalente. Nesse sentido, mesmo que o grupo 2 não

tenha sido capaz de finalizar o desafio/problema no dia 09/07/2016¹⁹, podemos dizer que para os autores desse trabalho é mais importante o pensar e o agir frente à possibilidade do aluno elaborar um protótipo sem a relação com seus conhecimentos prévios.

A transcrição dos áudios do Grupo 3 do dia 05/07/2016, apresenta falas dos Alunos 1, 5, 7 e 10. Nessa data, a primeira fala a ser ressaltada refere-se à definição de um planejamento para a solução do desafio/problema. Para os demais integrantes do grupo o Aluno 5 questionou, *“Tem alguma coisa que tem que ser primeiro? Se não eu já começo a montar”*. A atitude de iniciar a atividade pela montagem da estrutura foi apoiada pelo Aluno 1 ao afirmar *“Sim, não é muito difícil de montar isso”*. e pelo Aluno 4 ao solicitar *“Alguém já vai parafusando”*. Finalizada a etapa de montagem da estrutura, que necessitou que uma demanda de tempo considerável das 2 horas iniciais da solução do desafio/problema, o grupo trata de algumas observações das conexões para o movimento e sinalização do robô.

Nesse período, as falas tratam de observações importantes para a ativação de componentes eletrônicos e mecânico do robô, porém a discussão ocorre independente da ordem das questões apresentadas na Etapa de Investigação. Como primeira pergunta a ser destacada, temos a necessidade de compreensão *“Do motivo dessas duas aqui da ponta”* (Aluno 1) que tratou da funcionalidade dos Pinos ENA e ENB da ponte h. Nesse momento, não observamos zona de desenvolvimento proximal entre os integrantes do grupo e por isso temos a fala do professor responsável *“Para o controle de velocidade do robô ao andar em linha reta e ao girar”*. Desse modo, podemos classificar a atividade da ponte h com um excesso de informações para os alunos, já nos grupos 1 e 2 também a transcrição dos áudios apresenta poucas falas para a construção de conhecimento desse componente. Na atividade de acionar uma lâmpada incandescente por Bluetooth, é possível inferir que não fomos capazes de ensinar de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse contexto, destacamos a dúvida *“Alguém lembra da aula do bluetooth?”* (Aluno 7), a qual, igualmente, não foi discutida pelos integrantes do grupo.

Para a sinalização do robô são destacadas algumas observações importantes como *“Todos os negativos a gente liga no mesmo”* (Aluno 7) em referência a um mesmo GND (polo negativo) para os leds e o buzzer. Para *“Descobrir qual o positivo e o negativo dos leds”* (Aluno 5) a Aluna 10 sugeriu *“Pesquisar nos slides impressos”* que tiveram a finalidade de apresentar informações gerais dos componentes utilizados ao longo da oficina. Em relação ao resistor e o buzzer, não são apresentadas falas no desafio/problema do robô.

¹⁹ Em data posterior o Grupo 2 finalizou a montagem do protótipo para a solução do desafio/problema.

Isso pode ser interpretado de duas maneiras. Primeiro a opção do grupo em não discutir a etapa de investigação. Segundo, a atitude do grupo em não debater conhecimentos já assimilados revelada pela transcrição dos áudios no andamento da oficina. Nesse sentido, destacamos períodos consideráveis de tempo sem a existência de falas dos alunos no desafio/problema do robô.

A transcrição dos áudios do grupo 4 do dia 05/07/2016, apresenta falas dos Alunos 12 e 13. Nesse grupo, assim como nos grupos 1 e 2, observamos no planejamento inicial uma preocupação de como seria solucionada a programação do desafio/problema. Na transcrição do áudio dessa etapa não são localizadas falas detalhadas que tratam dos comandos, pois a atitude de reutilizar programas de aulas anteriores foi observada ao longo da oficina. Nesse sentido, ressaltamos a dúvida *“Onde tu salvou os comandos?”* (Aluno 12) acompanhada da resposta *“Nessa pasta aí. É esse programa aí”*, referente ao programa de girar um motor na atividade da ponte h. Desse modo, uma atitude comum observada nas atividades foi a escrita de novos programas a partir de desafio/problemas anteriores. Nas próprias palavras do Aluno 12, a programação do robô *“Não deve ser algo tão difícil, é só a gente juntar com o que aprendeu em outras aulas”*.

Além da atitude do grupo 4, na reutilização de programas de atividades anteriores, destacamos as observações dos integrantes do grupo do modelo de robô para a solução da etapa de investigação. Nesse aspecto, destacamos a verificação de um polo negativo comum de alguns componentes eletrônicos com a fala *“Viu que tem cinco aqui no GND”* (Aluno 12). Em termos da alimentação dos motores o Aluno 13 observou a necessidade de uma alimentação externa ao Arduino com *“...quatro pilhas de 1,5 V”* porque *“Tem que ser uma corrente muito forte”*. A fala foi acompanhada do questionamento do Aluno 12 sobre *“A fonte de alimentação do Arduino?”* que seria *“A bateria”*. (Aluno 13). De acordo com o Aluno 12, *“A fonte de alimentação dos leds e do buzzer é o Arduino em suas portas digitais que são doze.”* Para a conexão entre esses componentes, é necessário *“O resistor para não queimar”* (Aluno 12) ou ainda *“Diminuir a voltagem”* (Aluno 13) sendo que os *“...leds têm que soldar com os resistores”* (Aluno12). Nesse sentido, podemos destacar o conhecimento sobre a ausência de polaridade porque *“O resistor tanto faz”* (Aluno 12).

No dia 05/07/2016, observou-se a atuação dos 2/integrantes do grupo 4 na montagem da estrutura do robô e na discussão da etapa de observação. A transcrição dos áudios do grupo 4 do dia 09/07/2016 apresenta falas dos Alunos 12, 13 e 14. Nesse dia, foram iniciadas as conexões das partes de movimentação e sinalização com o Arduino. Como avisos para a sinalização do robô *“O buzzer vai ser numa porta digital e um led em cada uma”* (Aluno 12).

Para o controle dos motores *“Precisa de 6 portas digitais”* (Aluno 13) somando assim 11 portas digitais para o movimento e sinalização. As conexões são possíveis, pois de acordo com o Aluno 12 *“Do zero ao treze do Arduino só tem duas que a gente não usa”* sendo que *“Essas duas vão para o bluetooth”* (Aluno 13) em referência às conexões para a transmissão e recepção de dados. Além de conhecimentos específicos de robótica, o grupo 3 apresentou na solução do desafio/problema a preocupação com o aspecto visual do robô com a possibilidade de *“...deixar os fios mais compactos”* (Aluno 14). Também, se observa a atitude do aluno ser o centro do processo de ensino/aprendizagem revelada na fala *“Então a gente só vai ver testando”* (Aluno 12) onde *“...colocar o comando é possível ver funcionar”* (Aluno 13) em relação à conexão dos fios com os motores que não possuem polaridade.

Para o grupo 4, a atividade de girar um motor por Ponte H anteriormente ao desafio/problema do robô colaborou para a construção do conhecimento dos pinos da Ponte H onde na conexão do grupo com o Arduino *“A treze tá no ENB, a doze ENB e a nove vai para o IN4.”* (Aluno 12). Para o mesmo aluno os pinos IN e EN possuem funções diferentes ao questionar o colega *“O que o EN faz? O que o IN faz? Qual que é para frente e qual é para a velocidade?”*. Para o Aluno 13 a solução da pergunta envolveu resgatar informações da atividade da Ponte H com *“Olhar na folha os EN e IN para ver o que é que é cada um...”* que no caso seriam as anotações das funcionalidades dos pinos da Ponte H ilustrados na Figura 43.

Finalizada a lógica de programação para o movimento do robô, ou seja, utilização de portas digitais do Arduino para a ativação dos pinos da ponte h conectada aos motores, o grupo iniciou a etapa de programação da sinalização do protótipo. Para o movimento de andar para trás *“...as portinhas dos leds traseiros são?”* (Aluno 13) *“A seis e treze”* (Aluno 14) e o dobrar para a direita e a esquerda são *“...os amarelos cinco e quatro”* (Aluno 14). O buzzer foi programado apenas com a funcionalidade *“...do movimento apenas para trás”* (Aluno 14), sendo que na transcrição do áudio não é localizada a conexão com determinada porta digital do Arduino.

8.4 CONSIDERAÇÕES PERTINENTES DAS ATIVIDADES “ACIONAR UMA LÂMPADA INCANDESCENTE PELO CELULAR”, “MOTOR CONTROLADO POR PONTE H” E “ROBÔ CONTROLADO PELO CELULAR”

A atividade “Acionar uma Lâmpada Incandescente pelo Celular” apresenta uma aplicabilidade cada vez maior no nosso cotidiano. Nesta ação, a etapa de investigação cumpriu com o objetivo da necessidade de uma fonte externa de alimentação para a lâmpada incandescente devido à corrente máxima de 500 mA do Arduino Leonardo. Além disso, os grupos foram capazes de realizar a solda de 8 componentes para a confecção do módulo relé com a atuação de todos os alunos nessa etapa.

O conhecimento da necessidade de um módulo e a habilidade de soldar componentes eletrônicos são aspectos chave na robótica com Arduino. Nesse sentido, a aula cumpriu com os seus objetivos. Porém, a ausência de uma etapa de investigação anterior ao processo de montagem acarretou numa forte atuação dos colaboradores da oficina. No caso, o pai de uma aluna participante e de um auxiliar. Para colaborar com uma futura aplicação dessa atividade sugerimos o uso da Figura 40 para investigação de conhecimentos anteriormente a montagem e disponibilizamos a figura do Anexo E com as ligações corretas entre os componentes. Nelas a imagem do módulo relé pode ser adaptada a outras versões disponibilizadas na Internet caso não exista a possibilidade de solda.

A análise qualitativa de dados também indica que os alunos foram capazes de compreender a funcionalidade de uma Ponte H com a necessidade de alimentação dos motores com uma fonte de energia independente do Arduino. Porém, apresentaram dificuldades na conexão da Ponte H, Motor, Arduino e Fonte de Alimentação Externa. Então, a Figura 45 também pode ser útil para investigação dos conhecimentos dos alunos anteriormente a etapa de associação entre os componentes.

Após a implementação da atividade da Ponte H e o fechamento da oficina com a construção de robô controlado pelo celular, entendemos que o sentimento dos alunos participantes da pesquisa pode ser sistematizado pela fala “*Os encontros foram surpreendentes. Não imaginava que poderíamos construir um robô desde o chassi até a programação*” (Aluno 1). Sendo assim, “*Excederam as expectativas*” (Aluna 9) e as atividades “*Podem ser tornar uma habilidade de elevada utilidade para algum curso que eu venha a realizar*” (Aluno 15).

Sabe-se que o brincar de “*Montar robózinhas com coisas que envolvem fios e pilhas*” (Aluno 14) é uma tarefa muito comum na infância das crianças. Nesse período, a faixa etária envolve o nível de escolaridade do ensino fundamental. Com o passar dos anos, é muito comum que o aluno ingresse no ensino médio com curiosidade em construir conhecimentos que podem ser integrados a informações compreendidas na infância.

Como possibilidade de despertar o interesse dos alunos pelas ciências exatas e proporcionar aulas em que novos conhecimentos possam ser integrados a conhecimentos prévios construídos na infância, a robótica na educação com Arduino apresentou um elevado potencial no contexto dessa pesquisa. O primeiro aspecto a ser destacado é o fator motivacional que pode ser sistematizado pela fala do Aluno 1 *“Ao esperar uma semana até a próxima oficina, eu ficava ansioso”*.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O início do percurso desta pesquisa com a visita a duas escolas da região metropolitana do Rio Grande do Sul permitiu duas percepções fundamentais para o andamento deste trabalho. A primeira delas, refere-se à necessidade de equilibrar corretamente a quantidade de informações transmitidas durante as atividades pedagógicas de acordo com o nível de conhecimento prévio dos participantes e, assim, cativar os alunos no andamento da oficina. Nesse aspecto, a viabilidade do nosso trabalho pode ser verificada pelo elevado índice de frequência do público-alvo. Da totalidade de 16 integrantes tivemos 1 aluno com frequência de 67%, 11 alunos com frequência entre 80% e 90% e 4 alunos com frequência entre 90 % e 100%. Nesse sentido, podemos dizer que, para o nosso contexto, os 15 encontros extraclasse (nas terças-feiras das 18 h às 20 h e 1 encontro no sábado pela manhã das 8 h às 12 h) não foi empecilho para a presença dos alunos.

A segunda percepção importante é que seria necessário um material didático que levasse o aluno a pensar e agir e não simplesmente realizar sob roteiros fortemente dirigidos. No contexto do Arduino, os dois professores dos educandários não tinham conhecimento de material didático com esse perfil. Então, com a escrita do capítulo 2 tivemos como objetivo conhecer propostas didáticas para serem utilizadas na oficina. Conforme descrevemos no texto desta tese, não encontramos materiais didáticos para a robótica na educação com Arduino associados a como o ser humano aprende. Portanto, finalizado esse capítulo, concluímos que seria necessária a escrita de um material didático. Naquele momento não sabíamos a sequência metodológica adequada, mas estabelecemos que a construção de novos conhecimentos seria apoiada a partir do que o aluno já sabia. Do ponto de vista de Ausubel (1980) o conhecimento prévio é o principal fator de influência para uma aprendizagem duradoura.

Também com o objetivo de conhecermos propostas pedagógicas de robótica na educação com Arduino, escrevemos o capítulo 3 que trata de uma revisão bibliográfica em dissertações e teses nacionais entre 1994 e 2016. Não encontramos materiais didáticos que atendessem ao nosso propósito. Porém, na tese de doutorado de Campos (2011) descobrimos uma sequência didática adequada aos objetivos desse trabalho. Assim, as etapas de cada atividade foram definidas na ordem desafio/problema, design/solução (subetapa de investigação, subetapa do design do protótipo, subetapa físico/montagem, subetapa de programação) e teste/reconstrução.

O capítulo 4 apresenta com detalhes como cada parte da sequência didática de Campos (2011) foi abordada na oficina. Para que os alunos fossem os principais agentes no processo de ensino/aprendizagem e o professor atuasse como um mediador, o material didático apoiou-se também na Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1994). Neste capítulo apresentamos igualmente os 12 critérios da EAM com as características utilizadas na oficina.

Os capítulos posteriores tratam da implementação das ações e analisam os dados relativos ao alcance dos objetivos nas áreas de Eletrônica, Informática e Mecânica. Por acreditarmos que o referencial teórico tem uma forte influência para que o aluno seja capaz de alcançar determinados objetivos específicos, nestes capítulos analisamos as transcrições dos áudios e as respostas de um questionário aberto (Anexo G) sob o ponto de vista da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1994). Por verificarmos que os alunos apresentaram atitudes similares no conjunto de ações, optamos por relacionar dados com o referencial teórico nas considerações finais e não no fechamento dos capítulos 5, 6, 7 e 8 que apresentam os resultados das atividades implementadas.

Percebemos que as razões para o elevado índice de frequência do público-alvo estão associadas aos 12 critérios da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1994). Foi possível constatar pelas respostas dos alunos no questionário aberto que com o critério de intencionalidade/reciprocidade conseguimos despertar a curiosidade e a motivação dos participantes. Conforme o Aluno 6, *“Fazer o robô é uma satisfação enorme ao ver que nosso esforço valeu a pena”*. Em termos da receptividade destacamos a fala da Aluna 10 ao tratar a oficina como *“...um momento de esquecer a aula do colégio e da pressão das provas, sendo um momento de aprendizagem divertido e dinâmico”*. Para o Aluno 1 *“Esperar uma semana até a próxima oficina, me deixava ansioso”*.

Através do critério de transcendência foi possível a construção de conhecimentos para a compreensão do mundo. Aqui destacamos as frases dos Alunos 11 e 15, ao final da elaboração do Semáforo de 3 Tempos *“...a gente só está brincando agora. É assim que funciona dentro dos semáforos? Funciona por programação? Numa cidade inteira é um comando geral?”*. Também ressaltamos a afirmação do Aluno 15 *“A gente vai fazer um detector de incêndio”*, na parte introdutória do sensor de temperatura, e a fala *“Daqui uns 5 a 10 anos não estaremos mais utilizando esses tipos de lâmpadas”* (Aluno 6) em referência à lâmpada incandescente acionada pelo celular.

Para que a cada semana o *“...chegar na aula e aprender coisas novas.”* (Aluna 14) fosse uma característica de todas as ações, incentivou-se o comportamento de compartilhar,

possível graças à ênfase no trabalho em grupo. Nas palavras do Aluno 15, os “...objetivos e metas a serem alcançados a cada aula foram propostos de forma que cada equipe viesse a realizar com conclusões próprias”. O sentimento de inclusão resultou na inserção dos alunos nos seus grupos onde “...participar da aula era importante” (Aluna 9) com “...muita dedicação de cada um para a compreensão das oficinas” (Aluno 15). Deste modo, “As aulas eram muito interessantes e estimulantes com novas e importantes informações” e “...conseguimos, meu grupo e eu, no caso, aprender e evoluir cada vez mais” (Aluno 14). Assim os resultados dependiam das atitudes dos participantes, mesmo quando havia divergência de ideias como demonstrada a fala “...eu vou mudar, só para ver o que acontece já que a colega está falando” (Aluno 1).

Os diálogos entre os envolvidos evidenciaram o sentimento de competência demonstrado pela fala “Não imaginava que poderíamos construir um robô, desde o chassi até a programação” (Aluno 1). Para tanto, foram necessárias ações de controle e regulação de conduta com “...orientações dos coordenadores” (Aluno 15) principalmente logo após a apresentação do desafio/problema. Nesse sentido, constatamos, principalmente no início da oficina, certa euforia e precipitação de alguns participantes que não se preocupavam em elaborar hipóteses prévias antes de montar os protótipos por tentativa e erro. Para controlar essas ações destacamos atitudes dos próprios alunos, como por exemplo, a cobrança “...de ajudar a responder e não montar direto” (Aluna 8). Está é uma clara referência à subetapa de investigação que precede a montagem.

A facilidade em estabelecer o critério de controle e regulação da conduta com o público-alvo “...tem a ver com a escola, que incluiu nestes alunos o desejo de aprender e o comprometimento com as coisas” (pai participante). Além disso, nas próprias palavras desse colaborador “...o tópico da robótica também é apaixonante nas pessoas em geral”. Para que tenhamos uma robótica na educação com Arduino que não somente cativa as pessoas, mas também que seja capaz de mantê-las interessadas por um período de tempo adequado para a compreensão de conhecimentos básicos de Eletrônica, Programação e Mecânica são de fundamental importância os critérios de planejamento de objetivos e auto modificação.

Por esses critérios, o aluno deve saber onde chegar, como chegar e como saber se atingiu objetivos específicos. Em termos atitudinais específicos na nossa oficina a Aluna 9 afirmou “...que a interatividade foi uma possibilidade de testar na prática conceitos antes abstratos. A experimentação ajuda a fixar ideias e desenvolver o raciocínio.” Então com a possibilidade “Da gente testar isso” (Aluno 1) o público-alvo foi capaz de reconhecer e aceitar novos aprendizados fazendo referência ao critério da auto modificação em que

“...todos ali queriam adquirir conhecimentos e faziam por gosto e não por obrigação (Aluno 7).

A reflexão do Aluno 7, assim como o elevado índice de frequência do público-alvo, indica que fomos capazes de utilizar na oficina novos aparatos tecnológicos com uma concepção metodológica que privilegia a atitude de interação entre alunos, entre alunos e professor e, também, a interação de alunos e do professor com o familiar de uma discente. No nosso ponto de vista, essa é uma resposta central para o problema de pesquisa “Como uma oficina de robótica pode ser estruturada e desenvolvida para que alunos do ensino médio construam conhecimentos de ciências exatas?”.

Para que outros profissionais da educação interessados pela robótica com Arduino venham a desenvolver atividades com seus alunos a pesquisa apresenta contribuições para a Educação em Ciências. Em primeiro lugar, por disponibilizar uma Apostila de Robótica para Arduino apoiada nos referenciais teóricos da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980) e da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Reuven Feuerstein (1994). Colegas envolvidos com robótica na educação têm conhecimento de que são escassos os materiais com um perfil pedagógico, principalmente associados ao Arduino.

Em segundo lugar, por apresentar os desdobramentos metodológicos da implementação da oficina com carga horária de 40 horas e público alvo de 16 pessoas (que são números consideráveis para pesquisas de robótica na educação brasileira). Em terceiro lugar, por apresentar a análise das falas dos alunos que tratam de conhecimentos prévios referentes a componentes eletrônicos, associações entre características similares e distinções entre os mesmos.

Assumimos a deficiência dessa pesquisa pela escassez de imagens que retratem a atuação dos alunos em grupo e os projetos finais desenvolvidos. A justificativa para este fato está associada ao máximo envolvimento do pesquisador na coleta de dados e na mediação do conhecimento durante o processo de construção dos protótipos. Esse fato, por si só, comprova o elevado grau de interatividade entre os participantes com os materiais. Para o autor dessa tese, foi mais importante demandar tempo e energia na coleta de dados, da construção de um pisca led pelos grupos, por exemplo, do que registrar o resultado do projeto final de cada grupo.

Para finalizar, ressaltamos que, durante e, principalmente, após a conclusão de um trabalho de doutorado temos de avaliar a relação entre o tempo dedicado ao trabalho e a quantidade e a qualidade dos resultados. No caso dessa pesquisa, a sensação no decorrer e na conclusão da mesma remete a uma eficiência considerável da energia aplicada na tese.

Durante o seu andamento e até o seu fechamento em 2018, o número de alunos interessados em projetos de extensão e oficinas em eventos acadêmicos leva a crer que os resultados da pesquisa continuarão a ter influência na trajetória do pesquisador e do público participante. Algumas vezes, temos o privilégio de saber parte da caminhada de outros disseminadores da robótica que estão sendo beneficiados pelo trabalho, mesmo que não tenham participado da oficina. Nesse sentido, fechamos as considerações finais com a percepção de que o propósito da tese não se encerra na sua conclusão.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLI, Rosângela Mengai. **Robótica e as Transformações Geométricas: Um Estudo Exploratório com Alunos do Ensino Fundamental**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ALMEIDA, Thais Oliveira. **Laboratório Remoto de Robótica como Apoio ao Ensino de Programação**. 2016. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- ALVES, Rafael Machado et al. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-Aprendizagem. **Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação**, 2012, Rio de Janeiro.
- ALVES, Rafael Machado et al. DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional. **Revista de Informática na Educação**, v.22, n.3, p. 126-140, 2014.
- ALVES, Rafael Machado. **DUINOBLOCKS: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional**. 2013. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- ANTUNES, Sabrina F. **Robótica Livre como alternativa didática para a aprendizagem de Música**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- ARAÚJO, Alessandro Vinicius Pereira Rolim de. **Uma proposta de metodologia para o ensino de Física usando robótica de baixíssimo custo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- ARAÚJO, Carlos Alberto Pedroso. **As potencialidades da robótica educacional na matemática básica sob a perspectiva da teoria da atividade**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2015.
- AROCA, Rafael Vidal. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- ARDUINO. **Arduino Leonardo with Headers**. 2018. Disponível em <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-leonardo-with-headers>>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- BARBOSA, Fernando da Costa. **Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As artes do fazer**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BARBOSA, Fernando da Costa. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

BARBOSA E SILVA, Rodrigo. **Abordagem Crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, São Paulo, 2011.

BARROS, Renata Pitta. **Evolução, Avaliação e Validação do Software RoboEduc**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

BIGONHA, W. O. D. **A Robótica e a Informática como estratégia de ensino e aprendizagem para o Idoso**. 2009. Dissertação (Mestrado em Semiótica, Tecnologias de Informação e Educação) - Universidade Braz Cubas, Mogi das Cruzes, 2009.

CABRAL, Cristiane Pelissolli. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CAGLIARI, Aléssio Inácio. **Ambiente Colaborativo Geart: Compartilhando Projetos, Materiais e Conhecimento sobre Robótica Educacional Livre**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2016.

CALLEGARI, Jean. Hugo. **A Robótica Educativa com crianças/jovens: processos sociocognitivos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

CAMPOS, Flávio Rodrigues. **Robótica Pedagógica e Inovação Educacional: Uma Experiência no Uso de Novas Tecnologias na Sala de Aula**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CAMPOS, Flávio Rodrigues. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. 2011. 243 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DE CASTRO, Viviane Gurgel. **RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para Ensino da Robótica às Crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e Limites da Robótica Pedagógica Livre no Processo de (Re)Construção de Conceitos Científico- Tecnológicos a partir do**

Desenvolvimento de Artefatos Robóticos. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica Pedagógica Livre: Uma Alternativa Metodológica para Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento.** 2013. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CHAVES, Eduardo O. C. **Tecnologia e Educação: o futuro da escola na sociedade da informação.** Campinas: Mindware Editora, 1998

CHELLA, Marco Túlio. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com Super Logo.** 2002. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CHELLA, Marco Túlio. **Arquitetura para Laboratório de Acesso Remoto com Aplicações Educacionais.** 2006. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de Método de Robótica Educacional de Baixo Custo.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2008.

DARGAINS, André Rachman. **Estudo Exploratório Sobre o Uso da Robótica Educacional no Ensino de Programação Introdutória.** 2015. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

D`ABREU, João Vilhete Viegas. **Integração de Dispositivos Mecatrônicos para Ensino-Aprendizagem de Conceitos na Área de Automação.** 2002. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

D`ABREU, João Vilhete Viegas. Robótica Pedagógica: Percursos e Perspectivas. **Anais do V Workshop de Robótica Educacional**, 2014, São Carlos, São Paulo.

FAGUNDES, Lea da Cruz; MOSCA, Paulo Roberto Ferrari. Interação com computador de crianças com dificuldade de aprendizagem: Uma abordagem Piagetiana. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, nº 37, 32-48, 1985.

_____; Maraschin, C. A linguagem Logo como instrumento terapêutico das dificuldades de aprendizagem: Possibilidades e limites. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. Porto Alegre: UFRGS, v. 5, n. 1, 1992.

FERNANDES, Carla da Costa. **S-Educ: Um Simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

FLORES, Crijina Chagas. **LERO: Um Laboratório Remoto de Robótica Educacional Extensível e Adaptável.** 2015. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) – Universidade Salvador, Salvador, 2015.

FORNAZA, Roseli. **Robótica educacional aplicada ao Ensino de Física**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

FORTES, Renata Martins. **Interpretação de Gráficos de Velocidade em Um Ambiente Robótico**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

FURLETTI, Saulo. **Exploração de Tópicos de Matemática em Modelos Robóticos com a Utilização do Software Slogo no Ensino Médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GARCIA, Mara Cristina de Moraes. **Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015.

GOMES, Maurício Ribeiro. **Uma proposta pedagógica para oficinas de robótica educacional orientada a alunos com Altas Habilidades/Superdotação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GOMES, Patrícia Nádia Nascimento. **A Robótica Educacional como meio para à aprendizagem da matemática no ensino fundamental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

GONÇALVES, Paulo Cesar. **Protótipo de um Robô Móvel de Baixo Custo para Uso Educacional**. 2007. (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

GUARENTI, Rosimeri Gonzaga. **Robótica educacional na educação profissional e tecnológica: desafios e possibilidades, um estudo de caso, superando desafios de aprendizagem**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação e tecnologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2015.

HONORATO, Wagner de Almeida Moreira. **Proposta de uma plataforma robótica para o ensino de cinemática**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

PEREIRA JÚNIOR, Carlos Antônio. **Robótica Educacional Aplicada ao ensino de Química: Colaboração e Aprendizagem**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

FABRI JÚNIOR, Luiz Arioaldo. **O uso de arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação) - Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.

NEVES JÚNIOR, Othon da Rocha. **Desenvolvimento da Fluência Tecnológica em programa Educacional de Robótica Pedagógica.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

KLOC, Antonio Eduardo. **Robótica: Ferramenta Pedagógica no Campo da Computação.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

LABEGALINI, Aliete Ceschin. **A Construção da Prática Pedagógica do professor: O Uso do Lego/Robótica na Sala de Aula.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LEITÃO, Rogério Lopes. **A Dança dos Robôs: Qual a Matemática que Emerge durante uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional.** 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010.

LIBARDONI, Gláucio Carlos; DEL PINO, José Cláudio. Robótica Educacional no Ensino Básico e Superior: O que Dizem os Artigos Científicos. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 6, n.1, 2016.

LIMA, Walex Fernandes. **Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional.** 2016. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

LOPES, Daniel de Queiroz. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional.** 2008. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MALIUK, Karina Disconsi. **Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARTINS, Elisa Friedrich. **Robótica na Sala de Aula de Matemática: Os Estudantes Aprendem Matemática?** 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MESQUITA, Josilda dos Santos Nascimento. **A prática docente e a robótica educacional: caminhos para uma estreita relação entre tecnologia e o ensino de ciências.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino e História das Ciências e da Matemática – Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, 2015.

DE MIRANDA, Leonardo Cunha. **RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo Para um Kit de Robótica Educacional.** 2006. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MIRANDA, Juliano R.; SUANNO Marilza Vanessa. R. Robótica na Escola: Ferramenta Pedagógica Inovadora. **Anais do III Workshop de Robótica Educacional**, 2012, Fortaleza.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica Educacional: Socializando e Produzindo Conhecimentos Matemáticos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MOREIRA, A. F. **Desenvolvimento de um Ambiente Presencial de Baixo Custo Aplicado ao Ensino e à Pesquisa em Robótica Educacional**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

MOREIRA, Leonardo Rocha. **Robótica educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista**. 2016. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2016.

NACIM, Miguel Francisco Júnior. **Diálogos entre a Robótica Educacional com a Sala de Aula: um estudo de caso**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2009.

DO NASCIMENTO, Fabricio; FERNANDES, Hylío Laganá.; DE MENDONÇA, Viviane Melo. O Ensino de Ciência no Brasil: História, Formação de Professores e Desafios Atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 10, n.39, p. 225-249, set. 2010

NASCIMENTO, G. M. **Uso da Robótica no Ensino de Proporção aos Alunos do Ensino Fundamental II**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera, São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, Edvanilson Santos. **Robótica Educacional e raciocínio proporcional: uma discussão à luz da teoria da relação com o saber**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

OLIVEIRA, José Antonio Colvara. **Robótica como Interface da Tomada de Consciência da Ação e do Conhecimento do Objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento**. 2007. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica Educacional: uma experiência Construtiva**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PEREIRA, Márcio Lúcio Dias. **Projeto de Robótica Educacional para criar Cenários Multidisciplinares como Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Matemática e Física**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2015.

PEREIRA, Wilson Roberto Francisco. **Altas habilidades/superdotação e robótica: relato de uma experiência de aprendizagem a partir de Vygotsky**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional, São Paulo, 2016.

PETRY, Paulo Padilla. **Processos cognitivos de professores num ambiente construtivista de robótica educacional**. 1996. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

PINTO, Adam Henrique Moreira. **Um sistema de reconhecimento de objetos incorporado a um robô humanoide aplicado na educação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

PINTO, Marcos de Castro. **Aplicação de Arquitetura Pedagógica em Curso de Robótica Educacional com Hardware Livre**. 2011. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PERRENOUD, Philippe. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RABELO, Ana Paula Stoppa. **Robótica educacional no Ensino de Física**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

REIS, Gabriela Lígia et al. A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para a rede pública de ensino. **Revista de Extensão Interfaces**, Belo Horizonte, v.2, n.3, p. 52-76, jul./dez. 2014.

ROCHA, Rogério. **Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

RODRIGUES, Willian dos Santos. **Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Comprida, 2015.

SÁ, Sarah Thomaz de Lima. **W-Educ: Um Ambiente Web, Completo e Dinâmico para Robótica Educacional**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SANTIN, Mateus Madail. **Desenvolvimento do pensamento computacional através da robótica: Fluidez Digital no Ensino Fundamental**. 2014. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2014.

SANTOS, C. F. **Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorm**. 2005. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SANTOS, Fred Ferreira. **A Robótica Educacional como Ambiente para a Produção de Significados no Ensino Médio**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, João Paulo da Silva. **Utilizando o ciclo da experiência de kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SANTOS, Marden Eufrasio. **Ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo com Robótica Educacional.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SANTOS, Marcelo Fernandes. **A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo: por uma Aprendizagem Colaborativa.** 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTANA, Maria Rosário Paim. **Em busca de Novas Possibilidades Pedagógicas: A Introdução da Robótica no Currículo Escolar.** 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2003.

SANTANA, Maria Rosário Paim. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas: trabalhando com ciência e tecnologia.** 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SCHIVANI, Milton Thiago Alves. **Contextualização no Ensino de Física à luz da Teoria Antropológica do Didático: o caso da robótica educacional.** 2014. Tese (Doutorado em educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

STEFFEN, Heloísa Helena. **Robótica Pedagógica na Educação: um recurso de comunicação, regulagem e cognição.** 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

STROEYMEYTE, Tatiana Souza da Luz. **Currículo, tecnologias e alfabetização científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

DA SILVA, Alexandre José Braga; ALMEIDA, Eliana da Silva. Integração de Múltiplas Plataformas Robóticas no Ensino Fundamental e Médio. **Anais do III Workshop de Robótica Educacional**, 2012, Fortaleza.

DA SILVA, Francisco Ioneilton; SCHERER, Daniel. Praxedes: Protótipo de um Kit Educacional de Robótica Baseado na Plataforma Arduino. **Revista: EAD e Tecnologias Digitais na Educação**, Dourados, v. 1, n. 1, p. 44-56, 2013.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional.** 2009. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, Alzira Ferreira. **Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino da Cinemática Através da Robótica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SILVA, Sérgio Ricardo Xavier. **Protótipo de um Robô Móvel Interdisciplinar de Baixo Custo para uso Educacional em Cursos Superiores de Engenharia e Computação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SHIVANI, Milton; PIETROCOLA, Maurício. Educacional no Ensino de Física: Estudo Preliminar sob uma perspectiva praxeológica. **In: XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2012.

SOUZA, Marcelo B. **Arcabouço de um Ambiente Telerobótico Baseado em Sistemas Multiagente**. 2011. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

SOUZA, Paulo Roberto de Azevedo. **Labvad: desenho e implementação do laboratório virtual de atividades didáticas com robótica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VALENTE, J. A. O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

WILDNER, Maria Claudete Schorr. **Robótica educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social, 2015.

ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. **A Robótica Educacional como Ferramenta Metodológica no Processo Ensino-Aprendizagem: Uma Experiência com a Segunda Lei de Newton na Série Final do Ensino Fundamental**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013

ZANETTI, Humberto Augusto Piovesana. **Análise semiótica do uso de Robótica Pedagógica no ensino de Programação de Computadores**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Faculdade Campo Limpo Paulista, Campo Limpo Paulista, 2014.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ANEXO A – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM PROFESSORES DE ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

1) Baseado na sua experiência, como ocorreu o processo de implantação de oficinas de robótica no colégio?

Possíveis intervenções do pesquisador, caso necessárias.

- ano de fundação
- objetivos iniciais
- profissionais inseridos
- aquisição de kits
- fundamentos teóricos que orientaram as atividades
- organização das atividades em termos de atividades curriculares e extracurriculares
- interesse dos alunos
- dificuldades enfrentadas
- que tipo de atividades foram propostas / que projetos foram desenvolvidos?

2) Como vocês perceberam que as atividades de robótica seriam importantes para a formação básica dos alunos?

Possíveis intervenções do pesquisador, caso necessárias.

- leitura de artigos científicos sobre robótica na educação
- argumentação do professor da escola
- leitura de notícias na imprensa escrita sobre competições de robótica, importância da robótica na educação e kits de robótica.
- ideia dos familiares ou dos próprios alunos
- justificativa de representantes de kits de robótica.

3) Ao longo do histórico do projeto quais reformulações podem ser destacadas para a qualificação das atividades?

Possíveis intervenções do pesquisador, caso necessárias.

- readequação de objetivos
- profissionais inseridos
- kits utilizados

- atividades curriculares e/ou extracurriculares
- organização das atividades (pré-estabelecidas pelo professor e/ou livres)
- carga horária

4) O que vocês poderiam me dizer sobre os resultados alcançados ao longo destes anos?

Possíveis intervenções do pesquisador, caso necessárias.

- resultados em competições de robótica
- motivação dos alunos para o ingresso em áreas exatas
- construção de conhecimentos básicos reutilizados no ensino superior
- construção de conhecimentos de áreas exatas do ensino médio
- publicação de trabalhos acadêmicos
- publicação de reportagens sobre a robótica na educação que despertam curiosidade pelas áreas exatas.

5) Quais são as perspectivas futuras da robótica na escola?

6) Como já foi relatado a justificativa de realização desta entrevista está associada a pesquisa de doutorado com a seguinte problemática: “Como as oficinas de robótica podem ser estruturadas e desenvolvidas para que o aluno construa conhecimentos de áreas exatas?” Baseada na sua experiência, qual é a sua opinião sobre a relevância desta problemática?

Possível intervenção do pesquisador, caso necessárias.

- possível relatos dos universitários que participaram das oficinas.
- opinião se em um ano de contato com oficinas de robótica os alunos constroem conhecimentos significativos que podem ser reutilizados no ensino superior.

Etapas das observações de uma oficina

- registro de imagens dos kits utilizados para informar a quantidade de projetos/subprojetos em desenvolvimento
- quantidade de alunos no total e por grupos/seriação/idade/tempo de participação nos projetos
- alunos estão inseridos nos grupos por períodos escolares ou é livre.
- os grupos são pré-definidos pelo orientador

- tempo de atuação de um mesmo grupo/em horas/semana
- registro de imagens das atividades atuais desenvolvidas pelos alunos
- as atividades são comuns ou os grupos trabalham com objetivos distintos
- principais conhecimentos apresentados pelos alunos
- questionamento de como aconteceu a evolução destes conhecimentos
- interação aluno-aluno e professor-aluno na discussão de dúvidas.

ANEXO B – QUESTIONÁRIO ABERTO APLICADO NO INÍCIO DAS ATIVIDADES**Nome Completo:** _____**E-mail:** _____**Telefone:** _____

Num primeiro momento, o projeto de oficina de robótica como atividade extracurricular chegou até vocês por intermédio da escola. Para os estruturadores e desenvolvedores desta atividade é importante sabermos:

- a) os motivos de interesse da sua participação;
- b) os seus conhecimentos atuais sobre estruturação e desenvolvimento de protótipos controlados;
- c) para que você utiliza o computador atualmente;

Com estes objetivos elaboramos as questões a seguir:

- 1) Por que você tem interesse em participar do projeto sobre robótica educacional?
- 2) Em sua opinião quais conhecimentos são necessários para a construção de protótipos controlados como um semáforo, robô, alarme, etc.?
- 3) Você possui notebook?
() sim () não
- 4) Para que você utiliza o computador atualmente?
() jogos
() acesso as redes sociais
() pesquisas
() escrita de textos
() construção de gráfico
() edição de vídeos
() elaboração de slides
() edição de imagens
() tratamento de dados em planilhas
() desenvolvimento de programas envolvendo linguagem de programação.
() outros: _____
- 5) Para a realização das atividades assinaladas anteriormente marque os programas que você utiliza

() Microsoft Power Point

() Microsoft Excel

() Microsoft Word

() Paint

() Windows Media Player

() Corel Draw

() Photoshop




() Fritizing



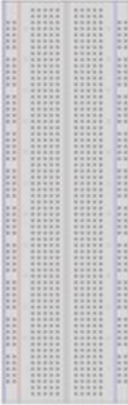


() outros:_____

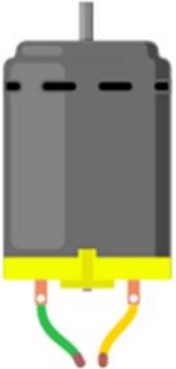



ANEXO C – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

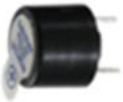

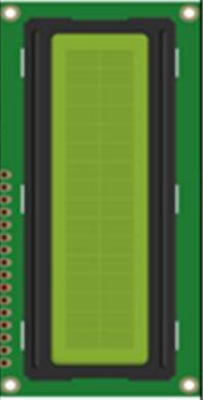


Avaliação de Conhecimentos Construídos nas Oficinas




O questionário tem o objetivo de verificar os conhecimentos dos participantes no início e no fechamento da oficina. Você irá interagir com a tabela a seguir, a qual relaciona nas duas primeiras colunas números aos respectivos aspectos físicos dos componentes básicos utilizados na oficina. Através das definições estabelecidas nas mesmas complete a terceira coluna que relaciona o nome do componente a seu aspecto físico. Na quarta coluna complete com a relação entre o aspecto físico e a respectiva função do componente. Cabe ressaltar, que cada resposta está associada ao nível de confiança Alto (A), Intermediário (I) e Baixo (B) que deve ser assinalado logo abaixo da mesma.

Número Atribuído	Aspecto Físico	Relação do Nome do Componente e Número Atribuído	Relação da Função do componente e Número Atribuído
1		() Plataforma <u>Arduino</u> Nível de confiança da resposta () A () I () B	() Conectar Componentes Eletrônicos Nível de confiança da resposta () A () I () B
2		() Botão Nível de confiança da resposta () A () I () B	() Espaço para desenvolvimento da programação Nível de confiança da resposta () A () I () B
3		() <u>Buzzer</u> Nível de confiança da resposta () A () I () B	() Informar a temperatura ao sistema de controle do protótipo Nível de confiança da resposta () A () I () B

4		<p><input type="checkbox"/> Resistor</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Oposição à passagem da corrente elétrica de uma maneira variável</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
5		<p><input type="checkbox"/> Cabo USB</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Controle de protótipos através de programação</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
6		<p><input type="checkbox"/> Display LCD</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Máquina de projetar e programar circuitos</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
7		<p><input type="checkbox"/> Soldador</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Variar a resistência elétrica com a intensidade da luz emitida sobre ele</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
8		<p><input type="checkbox"/> IDE</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Oposição à passagem de corrente elétrica de uma maneira fixa</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>

9		<p><input type="checkbox"/> Bateria</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Permitir ou interromper a passagem da corrente elétrica</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
10		<p><input type="checkbox"/> Multiteste</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Gerar sinais sonoros</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
11		<p><input type="checkbox"/> Fio de conexão</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Mostrar resultados, frases e dados</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
12		<p><input type="checkbox"/> Lâmpada Incandescente</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Transmitir dados entre o programa e a plataforma</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>

13		<p>() Motor</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>	<p>() Fornecer energia, de maneira regulável, para o circuito elétrico</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>
14		<p>() Sensor de temperatura</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>	<p>() Permitir a passagem da corrente elétrica em apenas um sentido</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>
15		<p>() Fonte de tensão ajustável</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>	<p>() Sinalizar e iluminar com baixa dissipação de calor</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>
16		<p>() Réle</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>	<p>() Fornecer e armazenar energia através de reação química.</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>
17		<p>() Sensor de Luminosidade (LDR)</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>	<p>() Soldar componentes eletrônicos</p> <p>Nível de confiança da resposta () A () I () B</p>

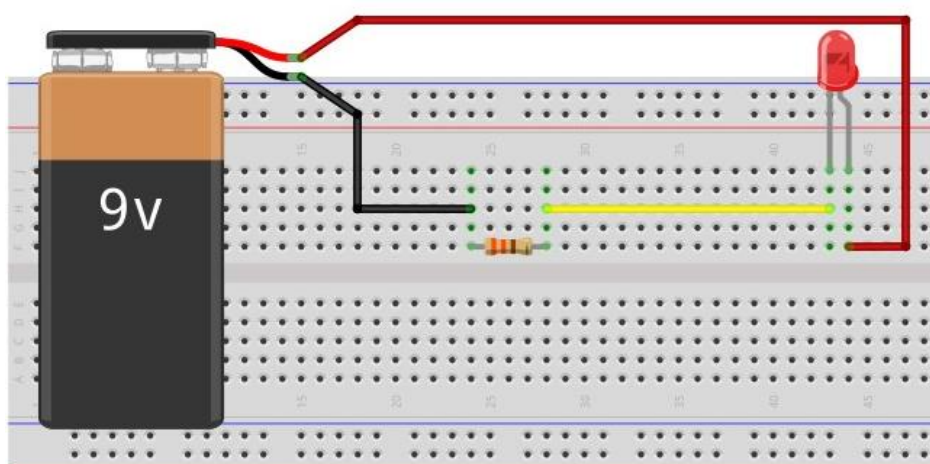
18		<p><input type="checkbox"/> Potenciômetro</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Medir tensão, corrente, resistência e outras grandezas.</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
19		<p><input type="checkbox"/> Diodo</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Base para montagem do circuito elétrico</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
20		<p><input type="checkbox"/> Computador</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Sinalizar e iluminar com alta dissipação de calor</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
21		<p><input type="checkbox"/> Protoboard</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input type="checkbox"/> Movimentar rodas, braços, etc.</p> <p>Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>
22		<p><input checked="" type="checkbox"/> Led</p> <p>Nível de confiança da resposta <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Controlar a abertura e fechamento de um circuito elétrico por meio de efeito magnético.</p> <p>Nível de confiança da resposta <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B</p>

ANEXO D – ATIVIDADE APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

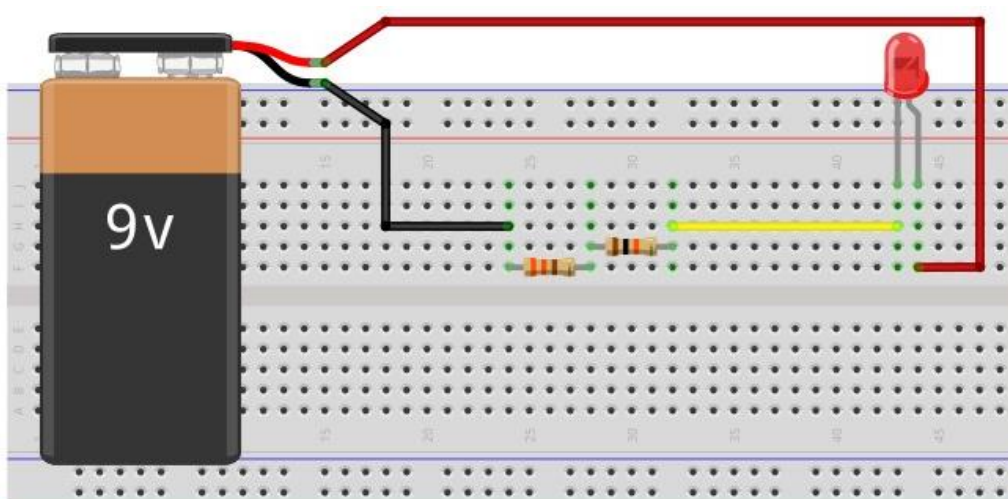
Parte 1

As figuras a seguir ilustram 4 circuitos montados com componentes eletrônicos utilizados no conjunto de oficinas Pisca Led, Semáforo e 4 Semáforos Sincronizados.

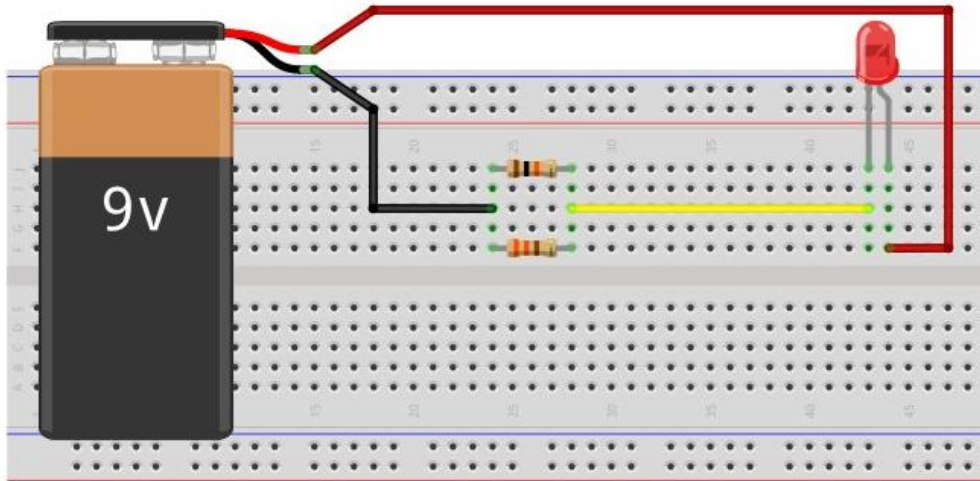
Circuito 1



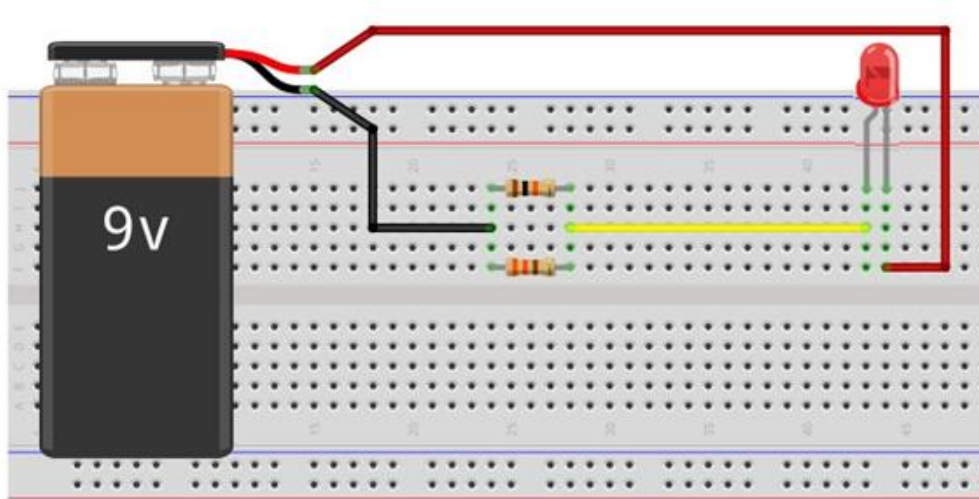
Circuito 2



Circuito 3



Circuito 4



- 1) No circuito 1 temos um resistor de _____ Ω , no circuito 2 temos resistores de _____ Ω e _____ Ω , no circuito 3 temos resistores de _____ Ω e de _____ Ω e no circuito 4 temos resistores de _____ Ω e de _____ Ω .
- 2) Em todos os circuitos o Led acenderá? Justifique a sua resposta.
- 3) Em qual(is) circuito(s) o brilho do Led será maior? Justifique a sua resposta.
- 4) Em qual(is) circuito(s) o brilho do Led será menor? Justifique a sua resposta.
- 5) O brilho do Led será igual em alguns dos circuitos? Justifique a sua resposta.
- 6) Se no circuito 1 fizermos a troca de posição entre o Led e o resistor, mantendo-se corretas as ligações para condução, o brilho do Led irá mudar? Justifique a sua resposta.
- 7) Se no circuito 2 fizermos a troca de posição entre o Led e o resistor de maior resistência, mantendo-se corretas as ligações para condução, o brilho do Led irá mudar? Justifique a sua resposta.

Parte 2

Estudo do circuito 1

Neste circuito temos um único caminho fechado para a corrente elétrica e deste modo temos o circuito série. Para a medida desta corrente usamos o multímetro com a função amperímetro. Anteriormente a inserção do mesmo no circuito É MUITO IMPORTANTE calcularmos o valor próximo da corrente para não provocarmos danos ao equipamento.

Para o cálculo deste valor podemos usar a expressão

$$i_{led} = \frac{V_{fonte} - V_{led}}{R}$$

A resistência elétrica é conhecida e vale _____ Ω . Mas, quais são os valores de V_{fonte} e V_{led} ? Bom, temos escrito na fonte 9 V, porém ela aplica este valor no circuito? Para termos certeza deste valor utilizamos o multímetro como voltímetro com escala _____ V e obtemos o valor $V_{fonte} =$ _____ V. Para a medida do V_{led} temos _____ V.

Substituindo os valores na equação acima obtemos o valor $i_{led} =$ _____ A. A partir deste valor podemos seleccionar a chave _____ A do multímetro e com a inserção do mesmo em série a corrente medida é de _____ A e a corrente em qualquer elemento do circuito é de _____ A.

Também podemos medir a tensão no resistor e obtemos _____ V. Os resultados de corrente e tensões levam as conclusões:

Estudo do circuito 2

Neste circuito observa-se que o brilho do Led, em comparação ao circuito 1, _____, pois _____. A corrente não se divide no circuito e por isso novamente temos um circuito série. Neste tipo de circuito a resistência equivalente, ou seja, a resistência total dos resistores é calculada por

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Como temos dois resistores a resistência equivalente pode ser calculada por

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

e é igual a _____ Ω . Agora para a medida da corrente elétrica, com essa resistência equivalente, devemos selecionar a chave _____A do multímetro e obtemos o valor _____A. Na bateria temos _____ V, no Led _____V, no resistor de maior resistência _____V e no resistor de menor resistência _____V.

Os resultados levam a conclusão que a medida que inserimos resistores num circuito em série a resistência equivalente _____ e a corrente elétrica _____. A _____ aplicada pela bateria se divide ao longo do circuito.

Adotando o sentido convencional da corrente, ou seja, sentido do polo positivo (vermelho) para o polo negativo (preto) a corrente atravessa primeiro o Led e depois as duas resistências. Se o Led fosse posicionado após as duas resistências o seu brilho seria alterado? Argumente. Se o Led fosse posicionado entre as resistências o seu brilho seria alterado? Argumente.

Estudo do circuito 3

Com a montagem do circuito 3 observa-se que o brilho do Led, em relação ao circuito 2, _____, pois _____. Em relação ao circuito 1, o brilho do Led _____, pois _____.

Nota-se que as extremidades dos resistores do circuito 3 estão conectadas as mesmas linhas, ou ainda, aos mesmos pontos do circuito e assim estão conectados em paralelo. Com o uso do multímetro para a medida de tensão e com a escala _____V podemos medir a tensão em cada um destes resistores e assim obtemos _____V no resistor de maior resistência e _____V no resistor de menor resistência. Estes resultados levam a conclusão que a tensão é _____ nos dois resistores.

Na ligação em paralelo a resistência equivalente, ou seja, a resistência total dos resistores é calculada por

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

Especificamente no circuito 3 temos $R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ e $R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ o que leva ao resultado $R_{eq} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$. Conhecendo a resistência equivalente, a tensão na fonte e a tensão no Led podemos determinar a corrente elétrica no Led através da equação

$$i_{led} = \frac{V_{fonte} - V_{led}}{R_{eq}}$$

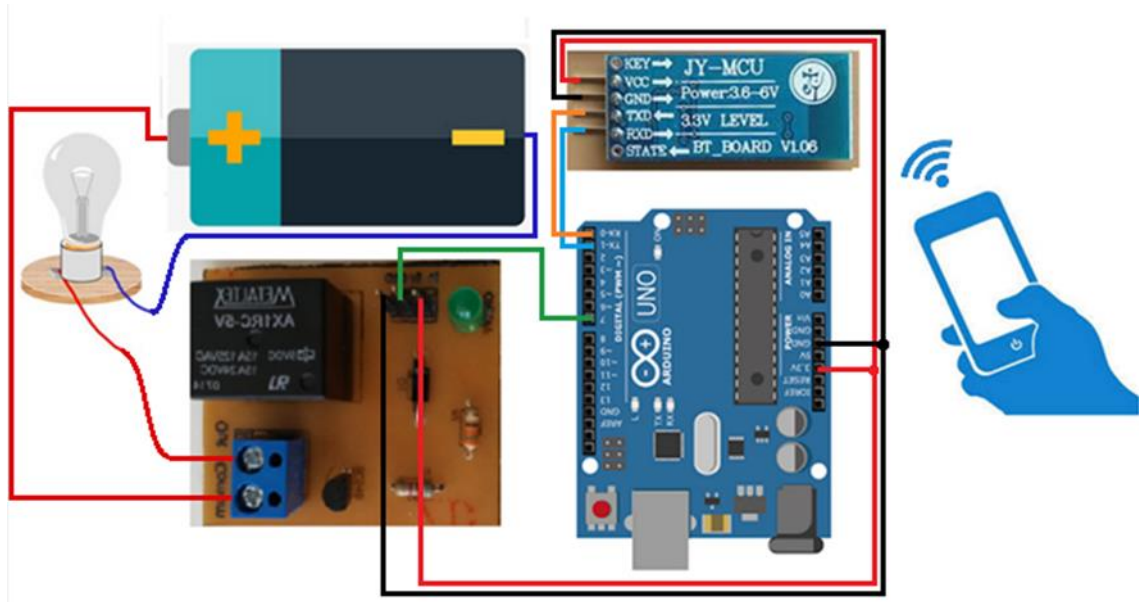
e obtemos $i_{led} = \underline{\hspace{2cm}} A$. Com o uso do multímetro como amperímetro podemos medir este valor ao selecionarmos a chave $\underline{\hspace{2cm}} A$ e obtemos $i_{led} = \underline{\hspace{2cm}} A$. Essa corrente ao atravessar o fio amarelo se divide, sendo que parte atravessa o resistor de maior resistência e a outra parte atravessa o resistor de menor resistência. Com o uso do multímetro como amperímetro obtemos o valor de $\underline{\hspace{2cm}} A$ para a corrente que atravessa o resistor de menor resistência e $\underline{\hspace{2cm}} A$ para a corrente que atravessa o resistor de maior resistência. Os resultados de correntes e tensões levam, para o circuito em paralelo, as conclusões _____

_____.

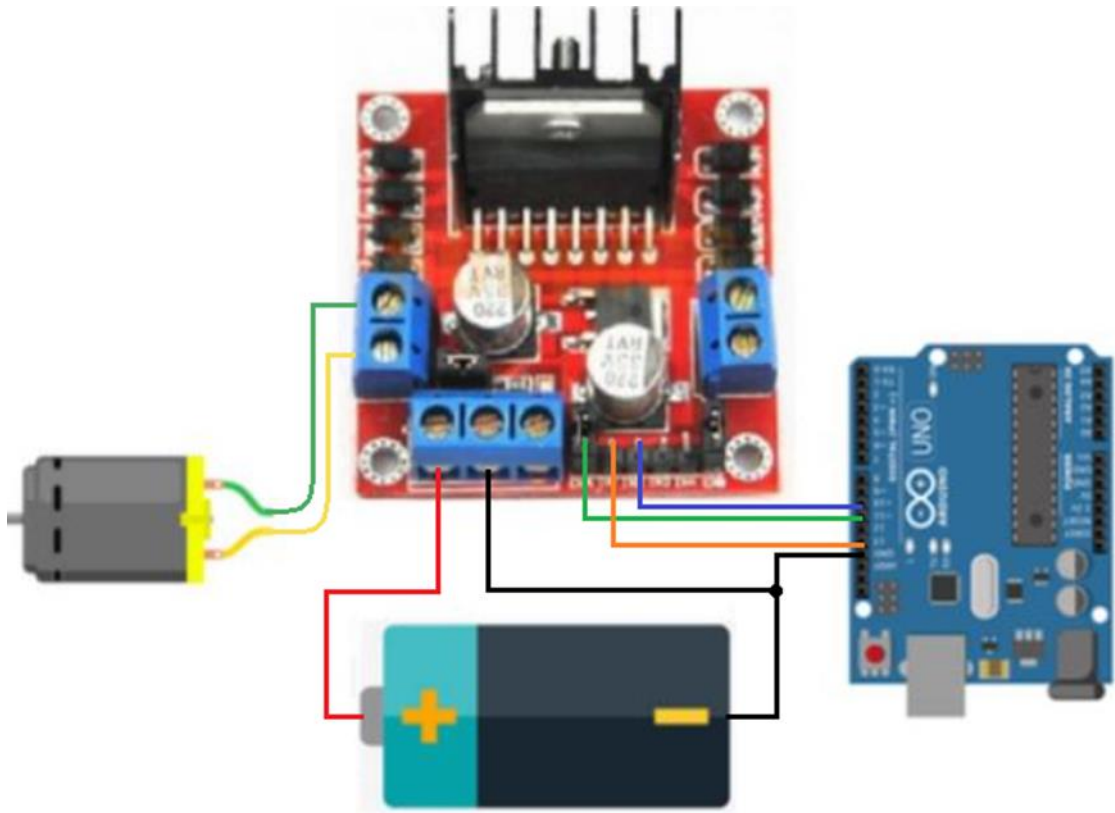
Rediscussão das questões sobre os circuitos

Com o estudo dos circuitos 1, 2 e 3 rediscuta as questões 3, 4 e 5 para a conclusão final das suas respostas.

ANEXO E – ESQUEMA DA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA PELO CELULAR



ANEXO F – ESQUEMA DO MOTOR ACIONADO PELA PONTE H



ANEXO G – QUESTIONÁRIO ABERTO APLICADO NO FINAL DAS ATIVIDADES

- 1) Como você avalia as atividades de robótica em relação as suas expectativas no início das atividades?

- 2) Quais aprendizagens você destacaria na evolução do curso?

- 3) Durante o andamento das atividades a equipe organizadora observou um esforço considerável pela presença nas aulas por parte de todo o grupo. O que justifica esse resultado?

- 4) Do que você mais gostou na oficina? Justifique.

- 5) No que você sentiu maior dificuldade no andamento da oficina? Justifique.

- 6) Qual a sua opinião sobre o material didático (slides + apresentação de cada atividade) utilizado na oficina? No que eles poderiam ser melhorados?

ANEXO H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo (a) aluno(a) _____, da turma _____, da Escola _____ declaro, por meio deste termo, que concordo que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada Oficina de Robótica no Nível Médio como Metodologia de Construção de Conhecimentos Básicos de Ciências Exatas, desenvolvida pelo pesquisador Gláucio Carlos Libardoni. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo Prof. Dr. José Cláudio Del Pino, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, através do telefone 0xx0000-0000 ou pelo e-mail delpinojc@yahoo.com.br

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

1. Investigar, analisar e compreender como se pode desenvolver oficinas de robótica no nível médio que permitam a construção de conhecimentos de ciências exatas futuramente revisitados pelo aluno no ensino superior.
2. Implementar um conjunto de oficinas de robótica que serão utilizadas para a construção destes conhecimentos.
3. Identificar e compreender se as oficinas colaboraram para a construção de uma aprendizagem significativa futuramente revisitada pelo aluno no ensino superior.

Fui também esclarecido(a) de que as informações oferecidas pelo(a) aluno(a) na forma escrita e falada serão apenas utilizadas em situações acadêmicas (artigos científicos, tese de doutorado, etc.) identificadas apenas pelas letras iniciais do seu nome e idade.

Estas colaborações do(a) aluno(a) acontecerão por meio da participação em cada encontro, em que ele(a) atuará no planejamento e confecção de robôs e protótipos do dia-a-dia, bem como na atuação em entrevistas e questionários escritos. Cabe ressaltar, que a sua produção será analisada sem nenhuma atribuição de nota em relação às tarefas desenvolvidas.

Para finalizar, estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador responsável pelo telefone (00) 0000-0000.

Fui informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Ijuí, ____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável: _____.

Assinatura do pesquisador: _____.

Assinatura do Orientador da pesquisa: _____.

APÊNDICE – APOSTILA DE ROBÓTICA

OFICINA DE ROBÓTICA

AUTOR
GLÁUCIO CARLOS LIBARDONI
glauciofisica@gmail.com

APRESENTAÇÃO

Se você professor tem interesse em desenvolver atividades com Arduino então esta apostila pode ser útil. Ela é um produto de uma pesquisa de doutorado em Educação em Ciências da UFRGS que buscou conhecer como atividades de robótica com Arduino podem ser elaboradas e desenvolvidas com alunos da Educação Básica. O nosso público alvo foram alunos do Ensino Médio. Porém, acreditamos que o material também pode ser utilizado nos anos finais do Ensino Fundamental e no início de cursos de ciências exatas do Ensino Superior.

Os títulos dos projetos que compõem a apostila são de atividades clássicas de robótica com Arduino que são facilmente encontradas na Internet. Muitas dessas aulas disponibilizadas em diversos endereços eletrônicos apresentam como características (1) a associação do título da atividade com um desafio/problema como aspecto motivacional ao estudante (2) a revisão teórica do funcionamento de componentes eletrônicos e do Arduino (3) projetos dos protótipos em ambiente gráfico (4) programas associados aos projetos.

A nossa colaboração vem no sentido de inserirmos em atividades clássicas com Arduino momentos de investigação do conhecimento prévio dos alunos a partir da apresentação do desafio/problema. Para David Ausubel (1980) "Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo (1980)". Para sabermos o nível de conhecimento dos alunos no início da oficina propomos a utilização dos questionários A e B (Anexo I e II). No primeiro questionário o aluno deve ser capaz de relacionar imagens de componentes a seu nome

e função. No segundo questionário é possível investigar, de maneira qualitativa, o nível de conhecimento dos alunos sobre eletrônica-mecânica-programação.

Durante as aulas propriamente ditas propomos a averiguação dos conhecimentos com a Etapa de Investigação onde os alunos em grupos de aproximadamente 4 pessoas debatem questionamentos pré-definidos. Para que novas informações sejam integradas aos conhecimentos existentes é possível à utilização dos slides do Anexo III. No nosso ponto de vista é importante que o aluno construa projetos com níveis cada vez maiores de complexidade. Porém, mais do que tudo, é fundamental que o nível de conhecimento do aluno esteja em consonância com a quantidade de informações da atividade. Deste modo, ele será capaz de disseminar a ideia de promovermos a robótica na educação no sentido do pensar e não no simples fazer que muitas vezes se resume a uma sequência de procedimentos pré-definidos por roteiros fortemente dirigidos. Para nós não é só importante que o aluno utilize componentes eletrônicos e o Arduino. Mais do que isso, ele deve ser capaz de (1) verificar a necessidade de utilização dos materiais, (2) saber como os componentes são conectados entre si, (3) relacionar projetos com Arduino com protótipos do cotidiano cada vez mais presentes na dia-a-dia da sociedade.

O autor

Atividade 1: Pisca Led

1. Desafio/Problema

PISCAR UM LED EM INTERVALOS DE 1 SEGUNDO

Material Utilizado para a parte da estrutura física do protótipo.

- 1 placa Arduino;
- 1 LED vermelho;
- 1 resistor de 330 ohm
- Fios de conexão;
- 1 cabo USB para Arduino;
- 1 computador;

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Observando o desafio/problema e os componentes a serem utilizados para a sua solução discuta as questões a seguir em grupo. Posteriormente envie a sistematização das respostas para a pasta de compartilhamento.

1. O que vocês conhecem sobre os materiais descritos acima?
2. Quais são as funções dos componentes descritos acima no funcionamento do protótipo?
3. Como vocês imaginam que o Led piscará em intervalos de 1 segundo?
4. Quais são as suas dúvidas em relação ao problema/desafio 1?



2.2 Sub-Etapa do design do protótipo

No software Fritzing faça um desenho do protótipo a ser construído em relação ao seu aspecto físico.



2.3 Sub-Etapa físico/montagem

Com base na versão final do dispositivo desenhado construa o dispositivo.



2.4 Sub-Etapa de programação

5) Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em casos de erros reconstrua o protótipo para a solução do desafio/problema.



5. Etapa de Aprofundamento do Conhecimento

Durante o desafio/problema 1 o grupo definiu a porta número _____ como uma saída de energia, sendo que esta porta foi controlada pela programação. Partindo da porta GND do Arduino (pólo negativo) e percorrendo o circuito no sentido horário o grupo posicionou o _____ e posteriormente o _____. Se a ordem destes dois componentes fosse alterada o brilho do LED seria alterado?

Justifique sua resposta.



Durante o desafio/problema 1 o grupo utilizou um resistor com a sequência de cores _____, _____, _____, _____ que representa uma resistência elétrica de _____ohms \pm _____. Se no circuito for inserido um resistor de cerca de $10\text{ k}\Omega \pm 5\%$ devemos optar pela cores _____, _____, _____, _____ e o brilho do LED irá _____,pois _____

Uma outra maneira de determinar a resistência elétrica de um resistor é através da utilização do multímetro. Discuta com o grupo a posição da chave que deve ser selecionada para a medida dos dois resistores utilizados nesta atividade. Para a medida da resistência elétrica do menor resistor a chave seletora deve estar posicionada em _____ohms. Para a medida da resistência elétrica do maior resistor a chave seletora deve estar posicionada em _____ohms. Posteriormente realize essas medidas. Para o resistor de menor resistência elétrica a medida é de _____ $\Omega \pm$ _____% e para o resistor de maior resistência elétrica a medida é de _____ $\Omega \pm$ _____%.

Na apresentação dos elementos básicos do Arduino falamos que o computador alimenta a placa com 5 V. Também falamos que o Led poderá queimar se estes 5 V foram aplicados diretamente ao mesmo e por isso é utilizado o resistor. Para determinarmos a tensão que está sobre o Led e o resistor podemos usar o multímetro com a escala _____V e assim o mesmo está sendo usado como _____. Na conexão com o circuito este equipamento deve desviar o menor valor possível de corrente e por isso é conectado em paralelo. Desta forma, o valor medido no Led é de _____V e no resistor _____V.

Estes valores de tensão no Led e no resistor faz com que circule uma corrente elétrica nos mesmos que também podem ser medida com o multímetro utilizado como _____. Na conexão com o circuito este equipamento deve ser ligado de uma maneira que toda a corrente do circuito circule pelo mesmo, ou seja, em série. No circuito estudado a escala utilizada para medir a cor-

rente deve ser de _____ mA. Com o amperímetro posicionado antes do resistor a corrente medida é de _____mA. Com o amperímetro posicionado depois do resistor a corrente medida é de _____mA. Estes valores levam a conclusão: _____

Atividade 2: Semáforo de 3 tempos

1. Desafio/Problema

ELABORAR UM SEMÁFORO NO QUAL A SEQUÊNCIA DAS CORES VERDE, AMARELO E VERMELHO PISCAM EM INTERVALOS REGULARES DE 5 SEGUNDOS.

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Observando o desafio/problema discuta as questões a seguir em grupo.

1. Quais componentes devem ser utilizados neste desafio?
Qual a quantidade destes componentes?
2. Como vocês imaginam que os Led's irão piscar na sequência do desafio/problema?
3. O que vocês conhecem sobre a protoboard?
4. Quais são as suas dúvidas em relação ao Desafio/Problema 2?



2.2 Sub-Etapa do design do protótipo

Faça um desenho do protótipo a ser construído em relação ao seu aspecto físico com os componentes disponibilizados no Fritizing



2.3 Sub-Etapa físico/montagem

Com base no dispositivo desenhado e a investigação inicial construa o dispositivo.



2.4 Sub-Etapa de programação

5) Qual a lógica empregada para realizar o objetivo do desafio problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Na opinião do grupo ocorreram problemas na construção do dispositivo ou programação da ação? Quais ?



5. Etapa de Aprofundamento do Conhecimento

Uma dúvida muito comum na construção do semáforo é a utilização de 3 Resistores ou o uso de 1 Resistor. Qual foi a opção do seu grupo? Ambas funcionam? Justifique a resposta.

No semáforo a sequência de cores foi o verde, amarelo e vermelho sendo utilizada a porta USB do computador como fonte de alimentação. A voltagem padrão da porta USB 2.0, presente na maioria dos computadores é de 5 V com uma amperagem de 500 mA. Assim são aplicados no Arduino 5 V.

Para alimentar o Arduino independente do computador é muito comum o uso de Bateria. Sabemos que existem baterias de diferentes voltagens como por exemplo 1,5 V, 3,7 V, 6 V, 9 V, etc. Caso o grupo tenha em mãos baterias de 1,5 V é possível associá-las para termos aproximadamente 5 V? Justifique a resposta.

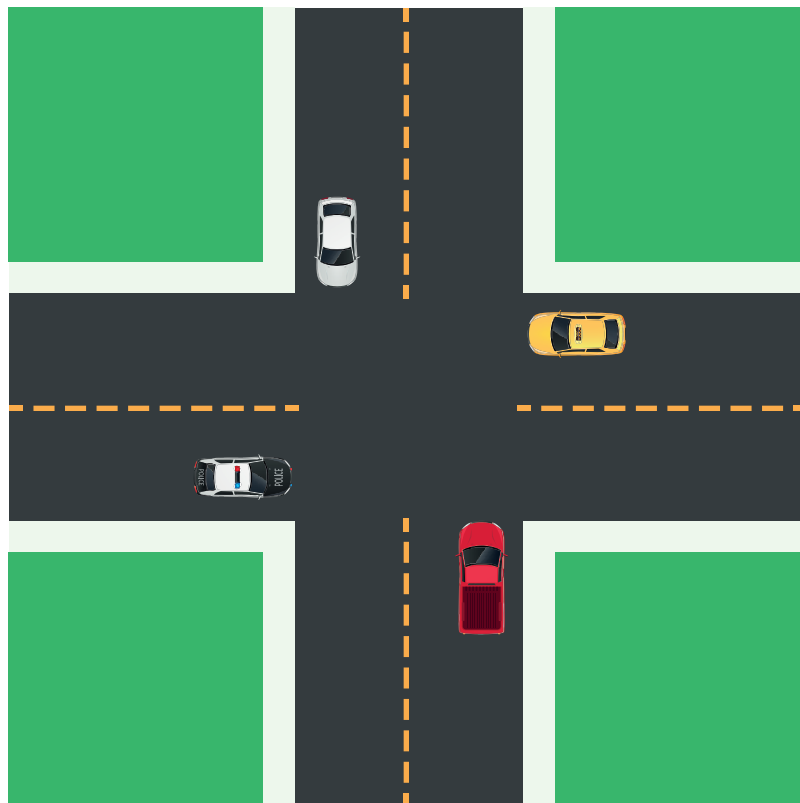
Porém, se o grupo tem em mãos uma bateria de 9 V a mesma poderia ser conectada diretamente no Arduino? Justifique a resposta.



Atividade 3: Maquete com 4 Semáforos Sincronizados

1. Desafio/Problema

DESENVOLVER UM CONJUNTO DE SEMÁFOROS PARA CONTROLAR O FLUXO DE VEÍCULOS NO CRUZAMENTO ILUSTRADO NA FIGURA 1.



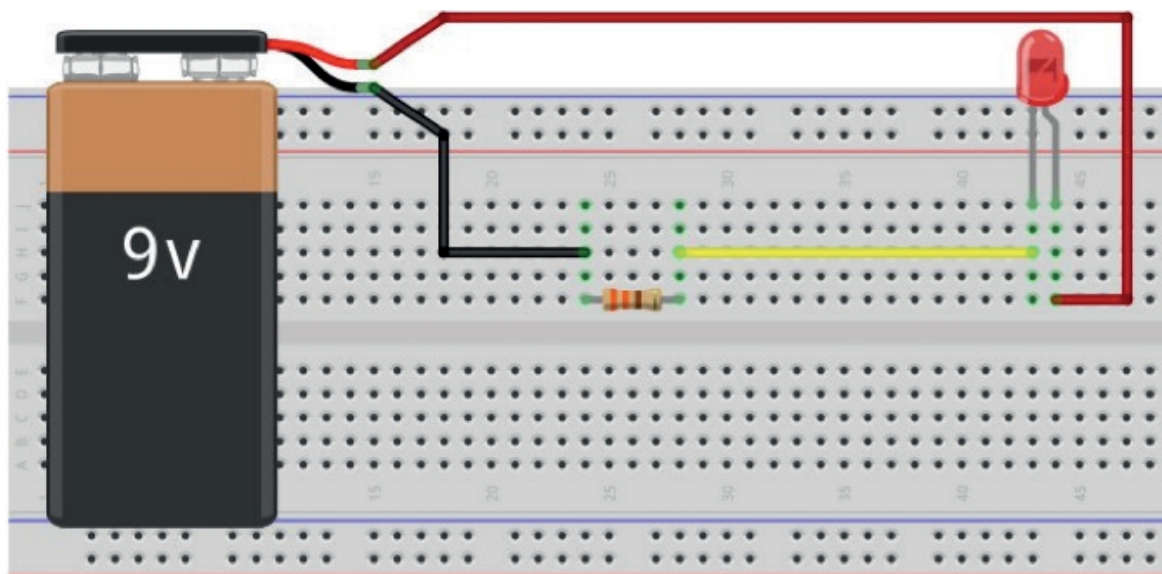
Fonte: O Autor

FIGURA 1

Atividade 4: Aprofundando o Conhecimento Sobre Circuitos Elétricos

As figuras, 2,3,4 e 5 ilustram 4 circuitos montados com componentes eletrônicos utilizados no conjunto de oficinas Pisca Led, Semáforo de 3 tempos e maquete de 4 Semáforos Sincronizados.

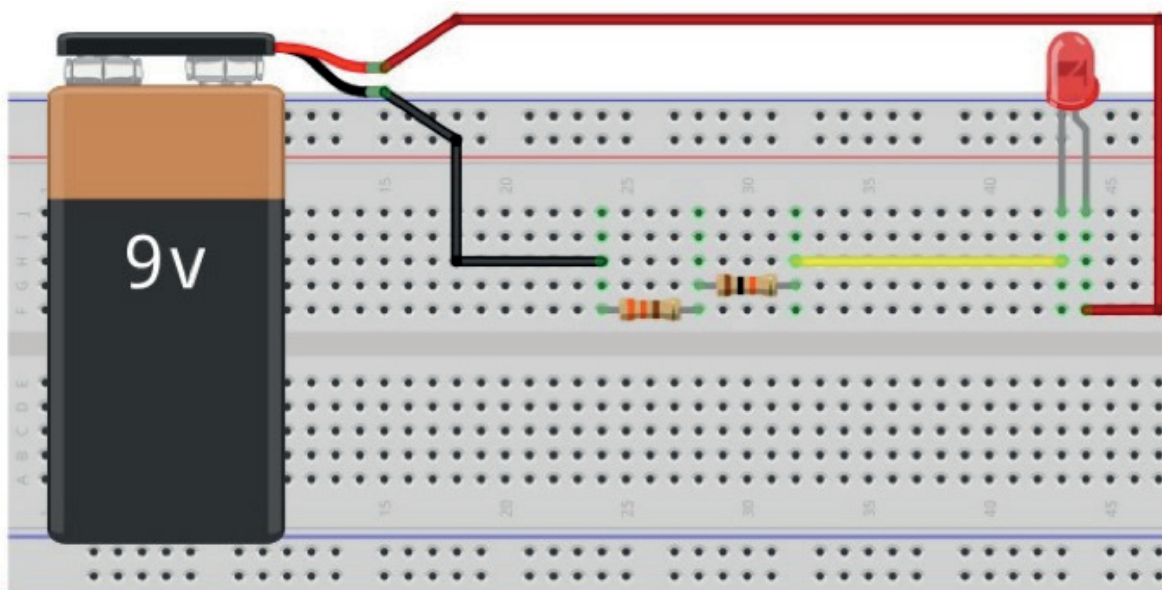
CIRCUITO 1



Fonte: O Autor

FIGURA 2

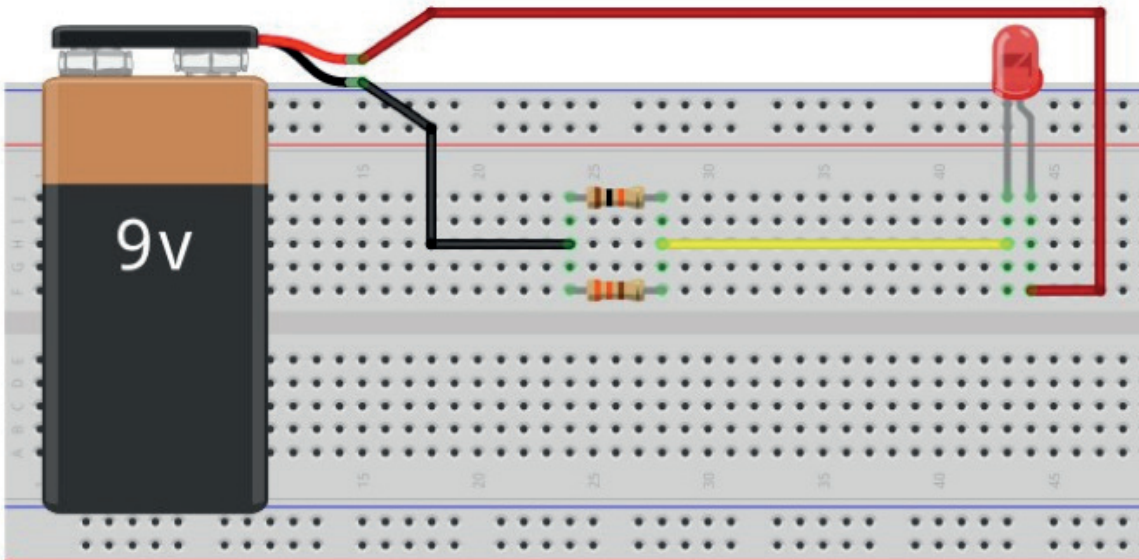
CIRCUITO 2



Fonte: O Autor

FIGURA 3

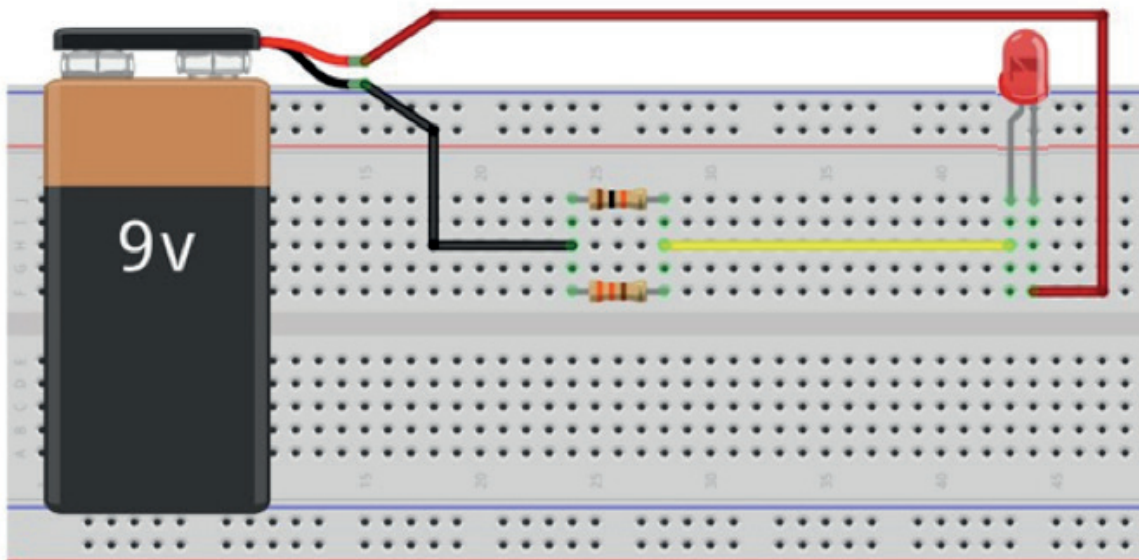
CIRCUITO 3



Fonte: O Autor

FIGURA 4

CIRCUITO 4



Fonte: O Autor

FIGURA 5

- 1) No circuito 1 temos um resistor de _____ Ω , no circuito 2 temos resistores de _____ Ω e _____ Ω , no circuito 3 temos resistores de _____ Ω e de _____ Ω e no circuito 4 temos resistores de _____ Ω e de _____ Ω .
- 2) Em todos os circuitos o Led acenderá? Justifique a sua resposta.
- 3) Em qual (is) circuito(s) o brilho do Led será maior? Justifique a sua resposta.
- 4) Em qual (is) circuito(s) o brilho do Led será menor? Justifique a sua resposta.
- 5) O brilho do Led será igual em alguns dos circuitos? Justifique a sua resposta.
- 6) Se no circuito 1 fizermos a troca de posição entre o Led e o resistor, mantendo-se corretas as ligações para condução, o brilho do Led irá mudar? Justifique a sua resposta.
- 7) Se no circuito 2 fizermos a troca de posição entre o Led e o resistor de maior resistência, mantendo-se corretas as ligações para condução, o brilho do Led irá mudar? Justifique a sua resposta.

ESTUDO DO CIRCUITO 1

Neste circuito temos um único caminho fechado para a corrente elétrica e deste modo temos o circuito série. Para a medida desta corrente usamos o multímetro com a função amperímetro. Anteriormente a inserção do mesmo no circuito É MUITO IMPORTANTE calcularmos o valor próximo da corrente para não provocarmos danos ao equipamento.

Para o cálculo deste valor podemos usar a expressão

$$i_{\text{led}} = \frac{V_{\text{fonte}} - V_{\text{led}}}{R}$$

A resistência elétrica é conhecida e vale _____ Ω . Mas, quais são os valores de V_{fonte} e V_{led} ?

Bom, temos escrito na fonte 9 V, porém ela aplica este valor no circuito? Para termos certeza deste valor utilizamos o multímetro como voltímetro com escala _____V e obtemos o valor $V_{\text{fonte}} =$ _____V.

Para a medida do V_{led} temos _____V.

Substituindo os valores na equação acima obtemos o valor $i_{\text{led}} =$ _____A. A partir deste valor podemos selecionar a chave _____A do multímetro e com a inserção do mesmo em série a corrente medida é de _____A e a corrente em qualquer elemento do circuito é de _____A.

Também podemos medir a tensão no resistor e obtemos _____V. Os resultados de corrente e tensões levam as conclusões:

ESTUDO DO CIRCUITO 2

Neste circuito observa-se que o brilho do Led, em comparação ao circuito 1, _____, pois _____. A corrente não se divide no circuito e por isso novamente temos um circuito série. Neste tipo de circuito a resistência equivalente, ou seja, a resistência total dos resistores é calculada por

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Como temos dois resistores a resistência equivalente pode ser calculada por

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

e é igual a _____ Ω . Agora para a medida da corrente elétrica, com essa resistência equivalente, devemos selecionar a chave _____A do multímetro e obtemos o valor _____A. Na bateria temos _____V, no Led _____V, no resistor de maior resistência _____V e no resistor de menor resistência _____V.

Os resultados levam a conclusão que a medida que inserimos resistores num circuito em série a resistência equivalente _____ e a corrente elétrica _____. A _____ aplicada pela bateria se divide ao longo do circuito.

Adotando o sentido convencional da corrente, ou seja, sentido do pólo positivo (vermelho) para o pólo negativo (preto) a corrente atravessa primeiro o Led e depois as duas resistências. Se o Led fosse posicionado após as duas resistências o seu brilho seria alterado? Argumente. Se o Led fosse posicionado entre as resistências o seu brilho seria alterado? Argumente.

ESTUDO DO CIRCUITO 3

Com a montagem do circuito 3 observa-se que o brilho do Led, em relação ao circuito 2, _____, pois _____. Em relação ao circuito 1, o brilho do Led _____, pois_____.

Nota-se que as extremidades dos resistores do circuito 3 estão conectadas as mesmas linhas, ou ainda, aos mesmos pontos do circuito e assim estão conectados em paralelo. Com o uso do multímetro para a medida de tensão e com a escala _____V podemos medir a tensão em cada um destes resistores e assim obtemos _____V no resistor de maior resistência e _____V no resistor de menor resistência. Estes resultados levam a conclusão que a tensão é _____ nos dois resistores.

Na ligação em paralelo a resistência equivalente, ou seja, a resistência total dos resistores é calculada por

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Especificamente no circuito 3 temos $R_1 = \text{_____} \Omega$ e $R_2 = \text{_____} \Omega$ o que leva ao resultado $R_{eq} = \text{_____} \Omega$. Conhecendo a resistência equivalente, a tensão na fonte e a tensão no Led podemos determinar a corrente elétrica no Led através da equação

$$i_{led} = \frac{V_{fonte} - V_{led}}{R_{eq}}$$

e obtemos $i_{led} = \text{_____} A$. Com o uso do multímetro como amperímetro podemos medir este valor ao selecionarmos a chave _____A e obtemos $i_{led} = \text{_____} A$. Essa corrente ao atravessar o fio amarelo se divide, sendo que parte atravessa o resistor de maior resistência e a outra parte atravessa o resistor de menor resistência. Com o uso do multímetro como amperímetro obtemos o valor de _____A para a corrente que atravessa o resistor de menor resistência e _____A para a corrente que atravessa o resistor de maior resistência. Os resultados de correntes e tensões levam, para o circuito em paralelo, as conclusões _____

Rediscussão das questões sobre os circuitos

Com o estudo dos circuitos 1, 2 e 3 rediscuta as questões 3, 4 e 5 para a conclusão final das suas respostas.

Atividade 5: Botão

1. Desafio/Problema

ACIONAR UM LED POR 10 SEGUNDOS ATRAVÉS DE UM BOTÃO

2. Etapa de Design/Solução

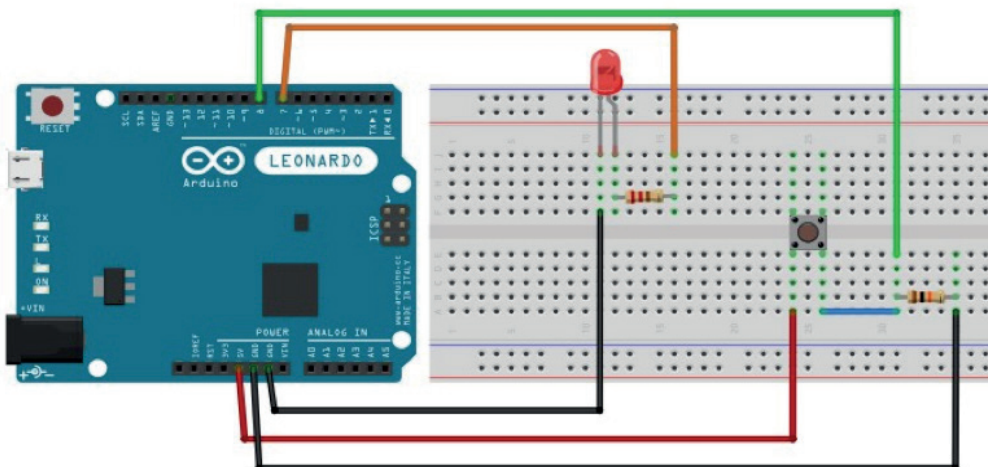
2.1-Sub-Etapa de Investigação

Através dos conhecimentos trabalhados nas oficinas e com o conhecimento prévio do funcionamento do botão responda as questões abaixo:

1. Que materiais são necessários para resolver o desafio problema?
2. No Fritzing faça o projeto deste circuito?
3. Como seria a lógica de funcionamento deste circuito



Uma possibilidade de circuito para resolver o desafio/problema está ilustrada na Figura 6.



Fonte: O Autor

FIGURA 6

A porta 8 está sendo usada como uma entrada de dados do botão, sendo possível identificar se o mesmo encontra-se aberto ou fechado. Ou seja, a mesma interpreta informações do meio externo.

Se o botão estiver fechado faça uma ilustração do circuito relacionado a esta porta? Teremos fluxo de corrente elétrica neste circuito? Em caso negativo argumente. Em caso afirmativo como será este fluxo ?

Com o botão aberto faça uma ilustração do circuito relacionado a esta porta? Teremos fluxo de corrente elétrica neste circuito? Em caso negativo argumente. Em caso afirmativo como será este fluxo?

Com o botão fechado qual seria a tensão na porta 8? Com o botão aberto qual seria a tensão na porta 8 ?

O circuito associado a porta 7 tem a função de acionar um Led, assim como trabalhamos na atividade Pisca Led. Então a mesma envia informações, ao meio externo.

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Com base na Figura 6 construa o dispositivo.



2.3 Sub-Etapa de programação

Agora escreva a lógica utilizada para realizar o desafio/problema levando em consideração o circuito apresentado.



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



5. Etapa de Aprofundamento do Conhecimento

Como possibilidade de variação do funcionamento do circuito altere o tempo que o Led permanece ligado para 5 s.

Como outra possibilidade de variação do funcionamento do circuito programe para que o Led acenda quando o botão é acionado e só apague quando o botão for acionado novamente.



Atividade 6: Resistência Elétrica de um Resistor Cerâmico e Led

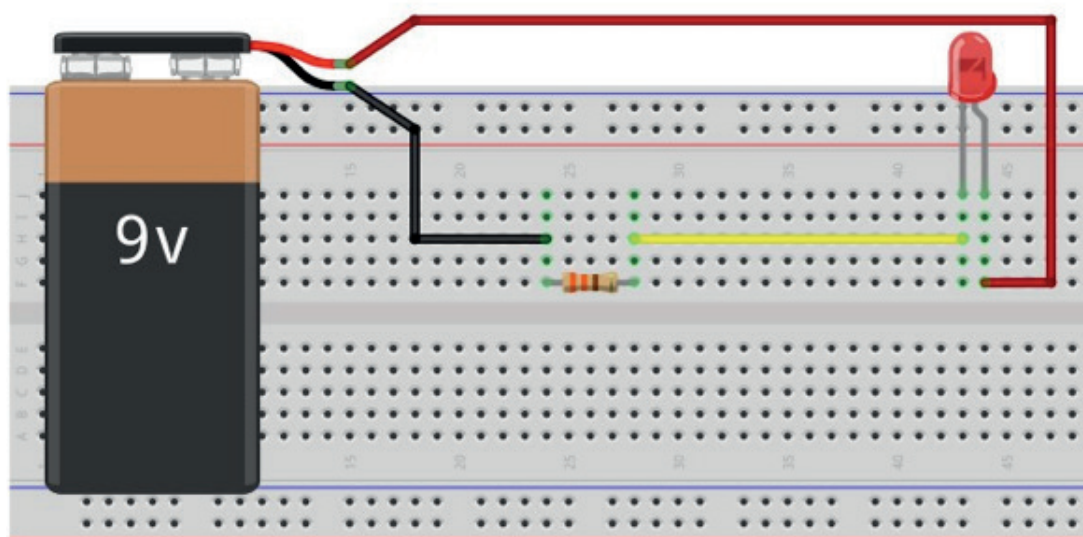
Material Utilizado para a parte da estrutura física do protótipo.

- 1 fonte de tensão variável;
- 1 protoboard;
- 1 resistor cerâmico;
- Fios de conexão;
- 2 multímetros;
- 1 led vermelho;

Desenvolvimento para o resistor cerâmico

Na Oficina Aprofundando o Conhecimento sobre circuitos elétricos foram estudados os seguintes circuitos:

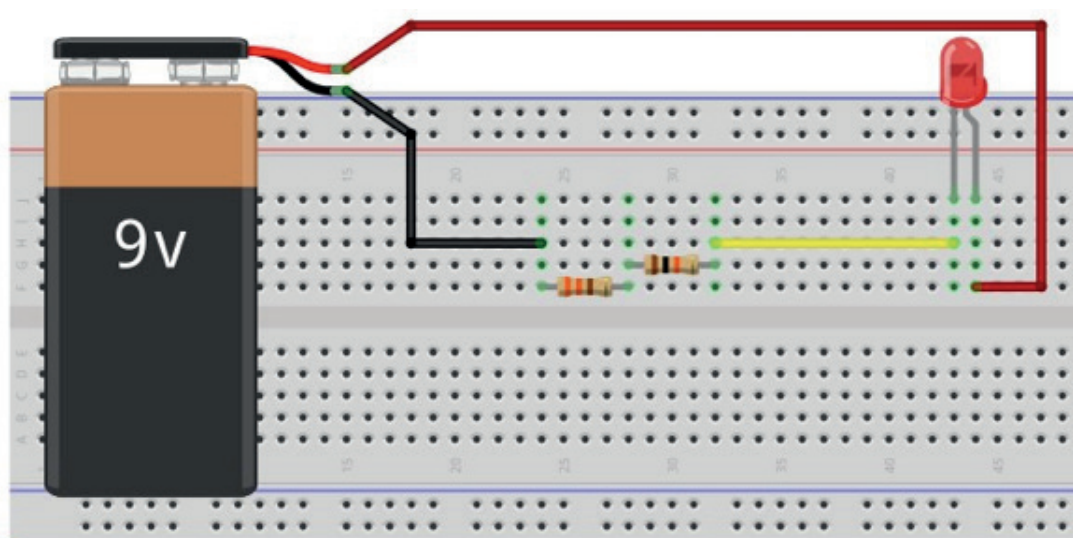
CIRCUITO 1



Fonte: O Autor

FIGURA 7

CIRCUITO 2



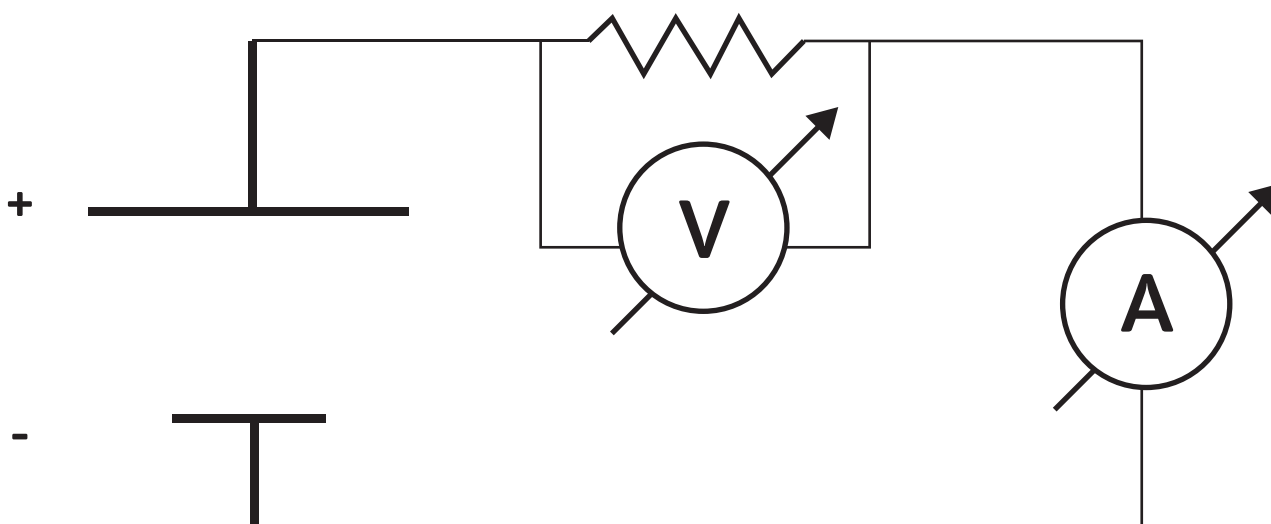
Fonte: O Autor

FIGURA 8

Estudamos que no circuito 1, para uma tensão próxima de 9 V, a corrente elétrica é próxima de 20 mA. Para o circuito 2, para a mesma tensão, a corrente elétrica é menor que 1 mA, já que a resistência equivalente do circuito 2 é bem maior que a resistência elétrica do circuito 1. Portanto, nos circuitos 1 e 2 o resistor cerâmico com código das cores laranja, laranja, marrom e dourado conduz valores bem diferentes de corrente elétrica. Neste contexto, cabe o seguinte questionamento:

O que acontece com o valor da resistência elétrica de um resistor cerâmico à medida que o mesmo conduz um valor maior de corrente elétrica?

Para construirmos conhecimento em relação a esse questionamento monte o circuito abaixo com um resistor de código das cores marrom, preto, vermelho e dourado.



Aplique no circuito cada um dos valores de tensão sugeridos na tabela abaixo e meça os respectivos valores corrente elétrica, utilizando sempre a escala mais adequada.

Tensão no Resistor (V)	Corrente elétrica no Resistor (mA)
0	
2	
4	
6	
8	
10	

A equação $R=V/i$ é a definição de resistência elétrica. Agora, determine a resistência elétrica do resistor para diferentes estágios de condução e conclua se a resistência elétrica de um resistor cerâmico depende dos valores de tensão e corrente elétrica.

DESENVOLVIMENTO PARA O LED

A corrente elétrica que atravessa o resistor cerâmico com código das cores laranja, laranja, marrom e dourado presente nos circuitos 1 e 2 é diferente e por consequência a corrente elétrica que atravessa o Led de cada circuito também é diferente.

O que acontece com o valor da resistência elétrica de um Led à medida que o mesmo conduz um valor maior de corrente elétrica?

Para construirmos conhecimento em relação a esse questionamento projete e monte um circuito para completar a tabela abaixo:

Tensão no Led (V)	Corrente elétrica no Led (mA)
0	
0,2	
0,4	
0,6	
0,8	
1	
0	
1,2	
1,4	
1,6	
1,8	
2	

Agora, determine a resistência elétrica do Led para diferentes estágios de condução e conclua se a resistência elétrica de um Led depende dos valores de tensão e corrente elétrica.

Atividade 7: Potenciômetro

1. Desafio/Problema

ACIONAR UM LED POR UM RESISTOR VARIÁVEL QUANDO A RESISTÊNCIA ESTIVER NO INTERVALO DE 2,0KΩ A 3KΩ

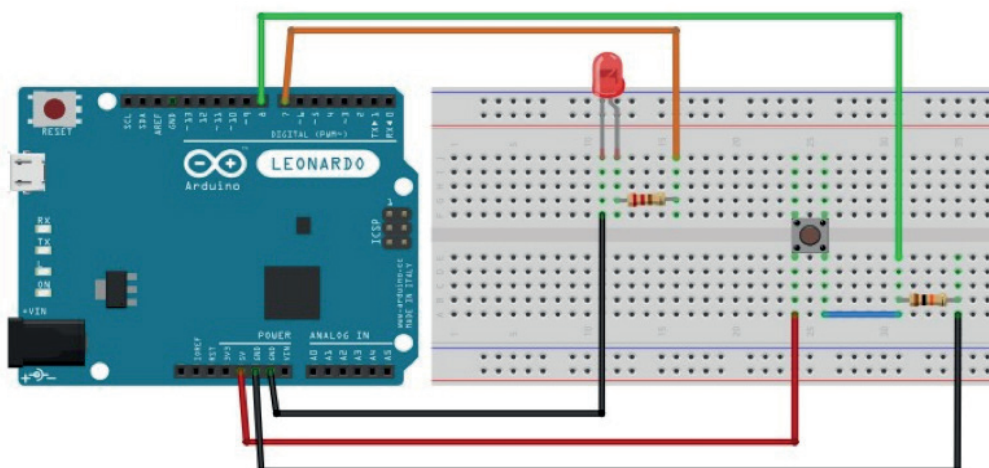
Material Utilizado para a parte da estrutura física do protótipo.

- 1 placa Arduino;
- 1 LED vermelho;
- 1 resistor de 220 Ω;
- Fios de conexão;
- 1 cabo USB para Arduino;
- 1 computador;
- 1 resistor variável (potenciômetro);
- 1 multímetro;

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

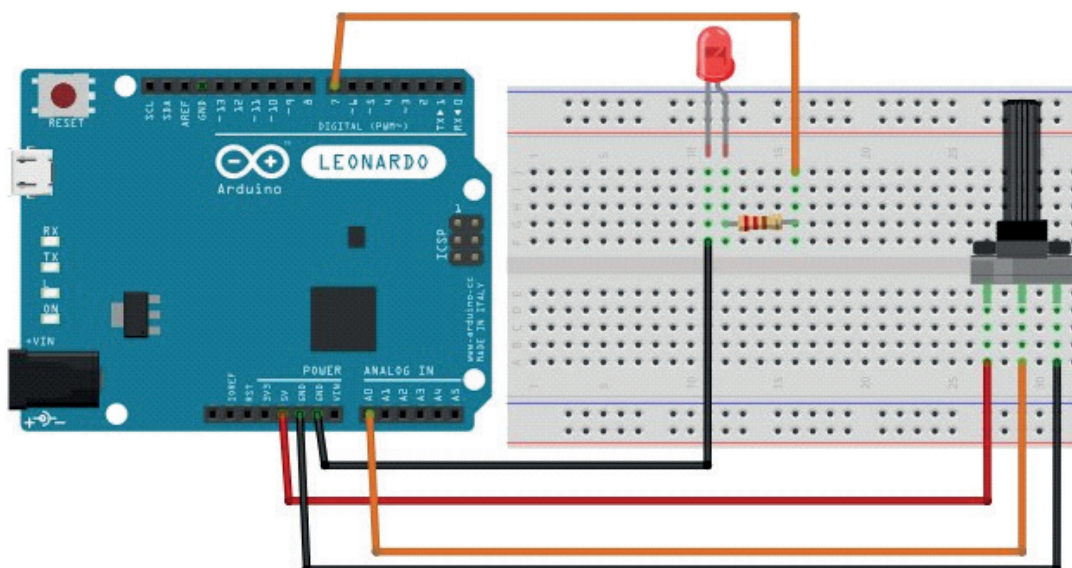
Na oficina Botão estudamos a estrutura física ilustrada a seguir:



Fonte: O Autor

FIGURA 6

Na aula de hoje estudaremos a estrutura física ilustrada a seguir:



Fonte: O Autor

FIGURA 9

Observando as duas estruturas responda as questões a seguir:

- Quais são as suas semelhanças?
- Quais são as suas diferenças?
- Quais são as suas dúvidas em relação à estrutura estudada na oficina de hoje?

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Com base na ilustração construa o dispositivo.



2.3 Sub-Etapa de programação

Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do Teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



Atividade 8: Sensor de Luminosidade

1. Desafio/Problema

ACIONAR UM LED POR UM SENSOR DE LUMINOSIDADE (LDR) QUANDO A INCIDÊNCIA DE LUZ É REDUZIDA.

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Na oficina da aula passada acionamos um Led através do protótipo, ilustrado na Figura 9, para a situação que a resistência do potenciômetro assume um valor entre $2\text{ k}\Omega$ e $3\text{ k}\Omega$



Com objetivo de verificarmos a relação do aspecto físico e aspecto esquemático do protótipo associe os componentes ilustrados nas Figuras A e B com os componentes ilustrados na Figura 9.

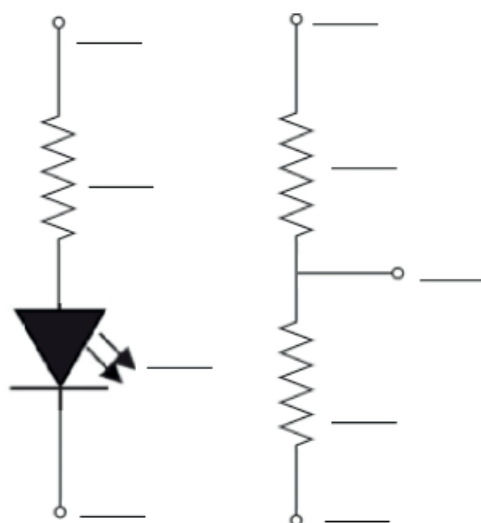


Figura A

Figura B

Fonte: O Autor

- 1) Podermos dizer que o circuito do Led e o circuito do Potenciômetro são independentes? Justifique.
- 2) A porta ilustrada na Figura A faz a leitura do que? Com ela é possível medir um único valor ou uma faixa de valores ? Justifique.
- 3) A porta ilustrada na Figura B faz a leitura do que? Com ela é possível medir um único valor ou uma faixa de valores ? Justifique

Na aula de hoje acionaremos um Led através da incidência de luz num sensor de luminosidade, o qual se encontra disponível na bancada do seu grupo.

Na opinião de vocês o que se altera no LDR à medida que a incidência de luz varia no mesmo? Como vocês poderiam justificar experimentalmente essa hipótese?

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Com base nos conhecimentos sobre resistor, led, proto-board, porta analógica, porta digital e LDR projete um circuito no Fritizing levando em consideração o desafio problema da aula de hoje.



2.3 Sub-Etapa de programação

Qual a lógica empregada para realizar o desafio/ problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



Atividade 9: Sensor de Temperatura

1. Desafio/Problema

ACIONAR UMA BUZINA POR UM SENSOR DE TEMPERATURA (LM 35) QUANDO A TEMPERATURA É SUPERIOR A 50 °C.

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Na primeira parte da oficina da aula de hoje acionaremos um buzzer para a situação que a temperatura num sensor de temperatura (LM 35) é superior a 50 °C. Observe que estes componentes estão disponíveis na bancada do seu grupo. Através da discussão em grupo elabore respostas que sistematizam as questões a seguir:



1) O buzzer apresenta similaridade com algum componente já utilizado nas oficinas?
Justifique.

2) Para a utilização no Arduino é necessário utilizarmos um resistor em série com o buzzer disponibilizado? Justifique.

3) O LM 35 apresenta similaridade com algum componente já utilizado nas oficinas?
Justifique.

4) Para a utilização do LDR com o Arduino foi necessário um resistor para termos uma leitura de dados analógica através de um divisor de tensão. Para a utilização com o Arduino é necessário um resistor para fazermos a leitura de dados com o LM 35 disponibilizado? Justifique.

5) O circuito que envolverá o Buzzer terá relação com portas digitais ou analógicas? Justifique.

6) O circuito que envolverá o LM 35 terá relação com portas digitais ou analógicas? Justifique.

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Com base nos conhecimentos sobre buzzer, protoboard, porta analógica, porta digital e LM 35 projete um circuito no Fritzing levando em consideração o desafio problema da aula de hoje.



2.3 Sub-Etapa de programação

7) Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



Atividade 9.1: Liquid Crystal Display (LCD)

1. Desafio/Problema

ADICIONAR NO PROTÓTIPO ANTERIOR UM LCD PARA A LEITURA DA TEMPERATURA.

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Na primeira parte da oficina da aula de hoje acionamos um buzzer para a situação que a temperatura num sensor de temperatura (LM 35) é superior a 50 °C..

Com o protótipo atual, o que indica que a temperatura no LM 35 é superior a 50 °C.?

Com a programação atual podemos afirmar o valor da temperatura num momento em que o Buzzer está acionado ou desacionado?

O que devemos inserir na programação atual, através de conhecimentos já trabalhados, para termos o valor da temperatura num dado momento?

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Para informar a temperatura num dado momento, sem a necessidade de leitura da mesma na tela do computador, utilizaremos um LCD. Com esse objetivo vamos estudar o protótipo a seguir:

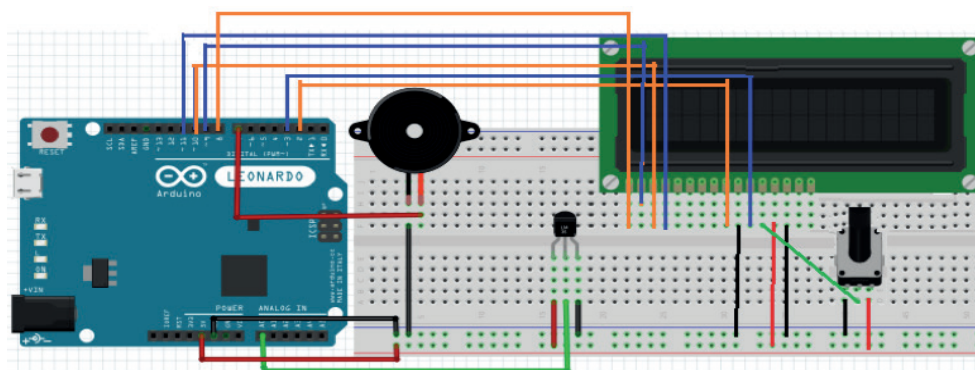


FIGURA 10

Fonte: O Autor

2.3 Sub-Etapa de programação

Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



1. Desafio/Problema

ACIONAR UMA LÂMPADA INCANDESCENTE DE 6,2 V – 3 W POR BLUETOOTH

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Devido ao seu baixo rendimento a União Europeia decidiu abolir as lâmpadas incandescentes a partir de 2012. Neste mesmo sentido, o Brasil comercializará as mesmas até 2016. Neste momento, podemos nos questionar: Por que fazer um projeto com lâmpada incandescente se as mesmas estão em processo extinção?

Numa lâmpada incandescente temos a especificação da tensão e da potência, por exemplo, 6,2 V e 3 W que será utilizada na oficina de hoje.

1) Através dos valores de potência e tensão podemos determinar outras grandezas físicas elétricas que não estão explícitas na lâmpada incandescente?

2) As portas digitais do Arduino funcionam com o máximo de 40 mA. Com este valor poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência?

3) Como temos 14 portas digitais o máximo de corrente é próximo de 500 mA. Com esse procedimento poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência? Como seria a lógica de programação?

4) Outra possibilidade de obtenção de máxima corrente é a utilização da porta 5 V que funciona com o máximo de 500 mA. Deste modo, poderíamos acionar a lâmpada com a máxima potência? Como seria a lógica de programação?

5) Para a lâmpada funcionar na máxima potência necessitamos de uma corrente calculada no item 1. Sabemos que este valor não pode ser obtido diretamente do Arduino. Então qual procedimento poderíamos adotar para garantirmos as condições especificadas na lâmpada?



2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Para expandir a funcionalidade do Arduino é muito comum a utilização de módulos. Estes são placas adicionais que se conectam ao Arduino. Para a aula de hoje utilizaremos dois módulos. Um deles é o módulo Relé. O outro é o módulo Bluetooth. Com o objetivo de agilizarmos a atividade disponibilizaremos a placa de circuito impresso (PCI) onde serão inseridos os componentes para a construção do módulo Relé. Como uma das atividades será a soldagem destes componentes discutiremos as questões a seguir a partir da Figura 11.

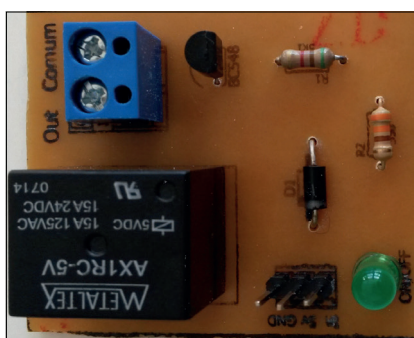


FIGURA 11

Fonte: O Autor

- Quais componentes deste circuito vocês conhecem?
- Quais componentes deste circuito vocês desconhecem?

Após a construção da placa temos que pensar na comunicação entre o Arduino e o celular. Neste caso, é muito comum a utilização do Bluetooth para o envio de dados (músicas, imagens, etc). Na Figura 12 temos a imagem que ilustra as conexões com o módulo Bluetooth e as suas funcionalidades.

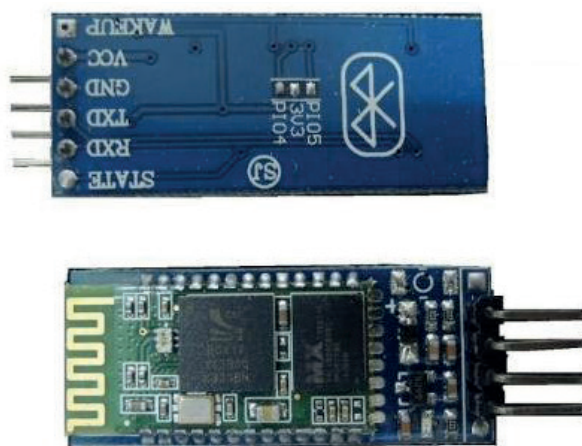


FIGURA 12

Fonte: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-705659133-modulo-bluetooth-hc-06-rs232-para-arduino-_JM

Como auxílio para a Etapa de Montagem sugerimos a utilização da Figura 13. Com ela é possível o planejamento da conexão entre os componentes do desafio/problema.

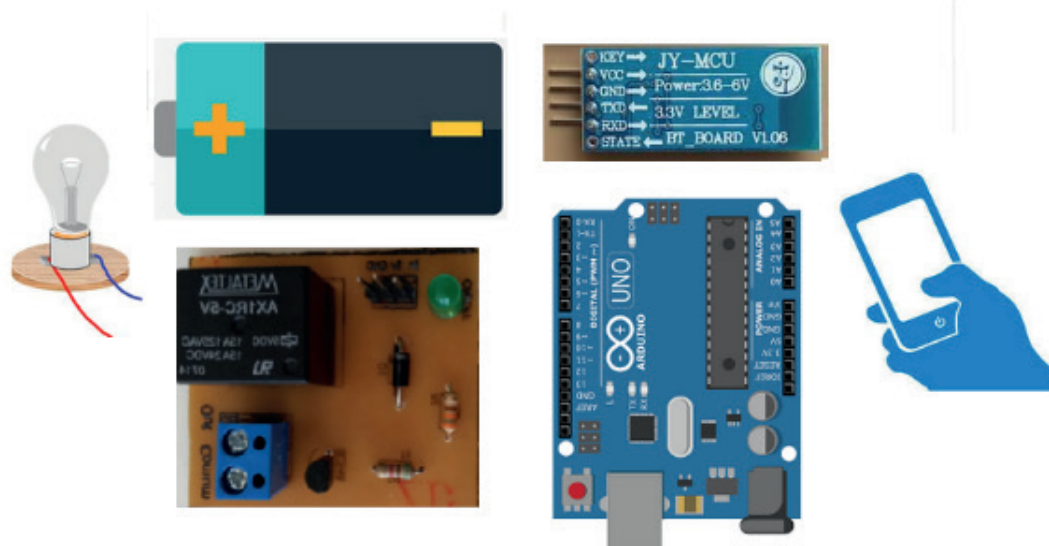


FIGURA 13

Fonte: O Autor

2.3 Sub-Etapa de programação

Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.

Atividade 11: Ponte H - Controle de Motores

1. Desafio/Problema

ACIONAR UMA RODA POR UM MOTOR PARA QUE A MESMA GIRE POR 15 SEGUNDOS EM UM SENTIDO E 15 SEGUNDOS NO SENTIDO OPOSTO.

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Na nossa infância é muito comum brincarmos com motores elétricos. Para avançarmos em relação ao funcionamento deste componente é importante que vocês digam o que sabem sobre o mesmo. Com esta finalidade discuta as questões abaixo com o seu grupo:

1) Como você acha que funciona um motor elétrico?

2) Com a posse de um motor elétrico, roda, bateria e fios de conexão você é capaz de acionar o motor? Em caso afirmativo como? Em caso negativo quais são as suas dúvidas?

3) Como é possível inverter o giro do motor?

4) Na próxima aula iremos montar um robô com duas rodas que será controlado pelo Bluetooth. Se o mesmo andar para frente às duas rodas devem girar para o mesmo lado. Se o mesmo andar para trás as duas rodas devem girar para o mesmo lado com sentido contrário ao anterior. Qual procedimento deverá ser adotado para esta reversão? Como pode ser realizado esse procedimento?

5) A corrente elétrica das portas digitais ou da porta 5 V do Arduino é suficiente para o acionamento do motor?



2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Para controlar um motor é muito comum a utilização da ponte H (veja Figura 14).

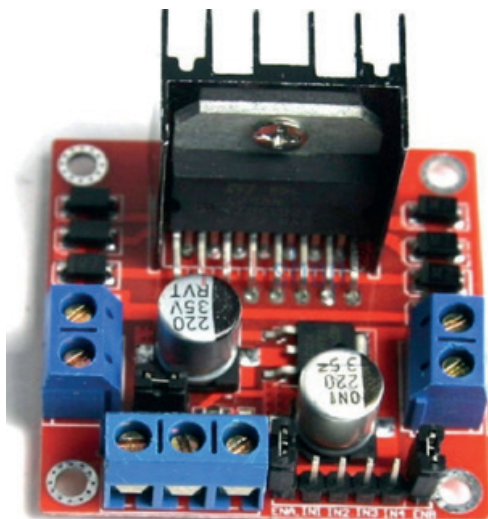


FIGURA 14

Fonte: <http://www.baudaeletronica.com.br/driver-motor-ponte-h->

Agora, através da apresentação das partes principais deste componente, com auxílio do data-show e da ponte H disponibilizada na sua bancada, identifique estas partes na figura 14.

O pino IN1 é uma possibilidade de chaveamento da ponte H e o motor gira para um determinado sentido. Vamos discutir essa frase a partir da Figura 15.

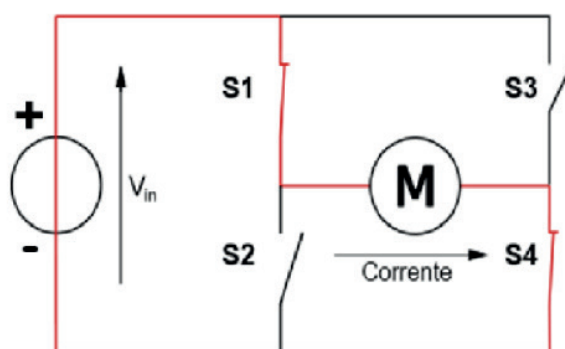


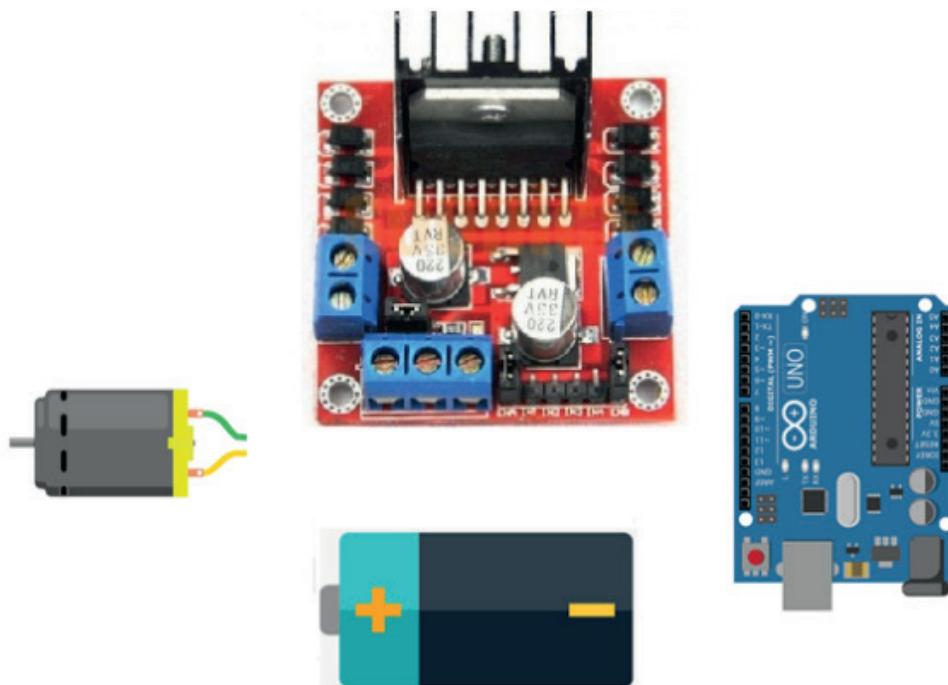
FIGURA 15

Fonte: <http://www.arduinoocia.com.br/2014/04/controle-de-motor-cc-com-o-l293d-ponte-h.html>

O pino IN2 é uma outra possibilidade de chaveamento. Neste caso, estarão conectadas quais chaves? O motor irá girar no mesmo sentido do anterior?

Agora, com os conhecimentos trabalhados até o momento, monte o circuito para acionar o motor e resolver o desafio problema. Aqui cabe ressaltar que utilizaremos 4,5 V para o funcionamento do motor.

Como auxílio para a Etapa de Montagem sugerimos a utilização da Figura 16. Com ela é possível o planejamento da conexão entre os componentes do desafio/problema.



Fonte: O Autor

FIGURA 16

2.3 Sub-Etapa de programação

Qual a lógica empregada para realizar o desafio/problema?



3. Etapa do teste

Verifique se o protótipo cumpre com o objetivo do início da atividade.



4. Etapa de Reconstrução caso necessária

Em caso de possíveis erros refaça o percurso que está com problemas.



Atividade 12: Robô Controlado pelo Bluetooth

1. Desafio/Problema

CONSTRUIR UM ROBÔ GUIADO POR BLUETOOTH COM AS SEGUINTE FUNÇÕES

- 1) andar em linha reta para frente;
- 2) girar para a esquerda e acender continuamente um led amarelo como sinalização;
- 3) girar para a direita e acender continuamente um led amarelo como sinalização;
- 4) andar em linha reta para trás. Como sinalização para esse caso acender continuamente dois leds vermelhos e acionar continuamente uma buzina;

2. Etapa de Design/Solução

2.1-Sub-Etapa de Investigação

Para a construção do robô, de uma maneira que os conhecimentos utilizados pelos grupos sejam comuns, assim como suas dúvidas, estruturamos essa oficina através de 5 momentos:

Momento 1: Apresentação do desafio-problema com um robô em funcionamento;

Momento 2: Montagem do robô através da observação de um modelo;

Nessa etapa o seu grupo irá observar o modelo para a montagem da estrutura física em termos do chassi, motores, interruptor, rodas e roda boba. Posteriormente o grupo irá discutir as seguintes perguntas:

1) Qual a fonte de alimentação dos motores? Fonte de alimentação do Arduino? Fonte de alimentação do buzzer? Fonte de alimentação dos leds vermelhos? Fonte de alimentação dos leds amarelos? Fonte de alimentação do Bluetooth?



- 2) Por que a utilização dos resistores para os Leds e Buzzer? Para soldarmos o resistor no Led e Buzzer devemos levar em consideração a polaridade dos mesmos?
- 3) Quantas portas digitais são necessárias para controlar os motores?
- 4) Quantas portas digitais são necessárias para os Leds e Buzzer?
- 5) Quais são as dúvidas para montagem?

2.2 Sub-Etapa físico/montagem

Momento 3:

Montagem da Estrutura da Lógica

Escreva uma lógica para o funcionamento do robô

Escreva os comandos necessários para o desenvolvimento desta lógica

Momento 4:

Elaboração do programa






Momento 5:

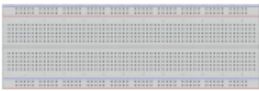






Funcionamento do robô



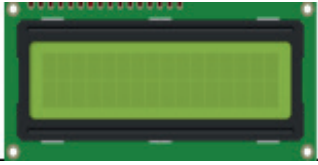




ANEXOS

Avaliação de Conhecimentos Construídos nas Oficinas

O questionário tem o objetivo de verificar os conhecimentos dos participantes no início e no fechamento da oficina. Você irá interagir com a tabela a seguir, a qual relaciona nas duas primeiras colunas números aos respectivos aspectos físicos dos componentes básicos utilizados na oficina. Através das definições estabelecidas nas mesmas complete a terceira coluna que relaciona o nome do componente a seu aspecto físico. Na quarta coluna complete com a relação entre o aspecto físico e a respectiva função do componente. Cabe ressaltar, que cada resposta está associada ao nível de confiança Alto (A), Intermediário (I) e Baixo (B) que deve ser assinalado logo abaixo da mesma.

Número Atribuído	Aspecto Físico	Relação do Nome do Componente e Número Atribuído	Relação da Função do Componente e Número Atribuído
1		<input type="checkbox"/> Plataforma Arduino Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Conectar Componentes Eletrônicos Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
2		<input type="checkbox"/> Botão Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Espaço para desenvolvimento da programação Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
3		<input type="checkbox"/> Buzzer Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Informar a temperatura ao sistema de controle do protótipo Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
4		<input type="checkbox"/> Resistor Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Oposição à passagem da corrente elétrica de uma maneira variável Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
5		<input type="checkbox"/> Cabo USB Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Controle de protótipos através de programação Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B

6		<input type="checkbox"/> Display LCD Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Máquina de projetar e programar circuitos Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
7		<input type="checkbox"/> Soldador Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Variar a resistência elétrica com a intensidade da luz emitida sobre ele Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
8		<input type="checkbox"/> IDE Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Oposição à passagem de corrente elétrica de uma maneira fixa Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
9		<input type="checkbox"/> Bateria Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Permitir ou interromper a passagem da corrente elétrica Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
10		<input type="checkbox"/> Multiteste Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Gerar sinais sonoros Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
11		<input type="checkbox"/> Fio de conexão Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Mostrar resultados, frases e dados Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
12		<input type="checkbox"/> Lâmpada Incandescente Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Transmitir dados entre o programa e a plataforma Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B

13		<input type="checkbox"/> Motor Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Fornecer energia, de maneira regulável, para o circuito elétrico Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
14		<input type="checkbox"/> Sensor de temperatura Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Permitir a passagem da corrente elétrica em apenas um sentido Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
15		<input type="checkbox"/> Fonte de tensão ajustável Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Sinalizar e iluminar com baixa dissipação de calor Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
16		<input type="checkbox"/> Réle Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Fornecer e armazenar energia através de reação química. Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
17		<input type="checkbox"/> Sensor de Luminosidade (LDR) Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Soldar componentes eletrônicos Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
18		<input type="checkbox"/> Potenciômetro Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Medir tensão, corrente, resistência e outras grandezas. Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B
19		<input type="checkbox"/> Diodo Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Base para montagem do circuito elétrico Nível de confiança da resposta <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> B

3) Você possui notebook?

sim não

4) Para que você utiliza o computador atualmente?

jogos

acesso as redes sociais

pesquisas

escrita de textos

construção de gráficos

edição de vídeos

elaboração de slides

edição de imagens

tratamento de dados em planilhas

desenvolvimento de programas envolvendo linguagem de programação.

outros:_____

4) Para a realização das atividades assinaladas anteriormente marque os programas que você utiliza

Microsoft Power Point

Microsoft Excel

Microsoft Word

Paint

Windows Media Player

Corel Draw

Photoshop

Fritizing

outros:_____



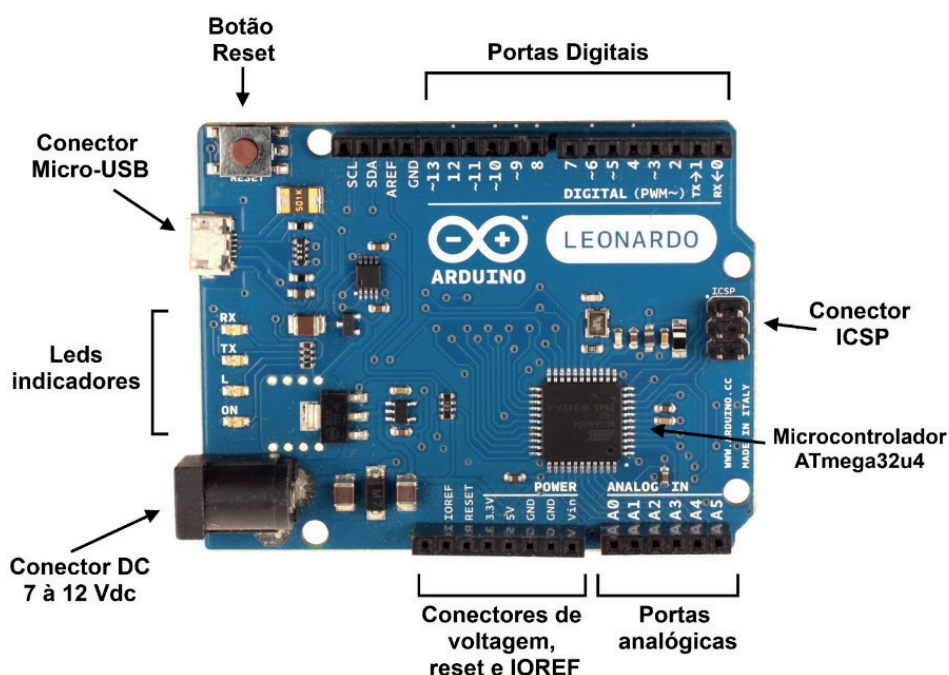
O QUE É ARDUINO?

Arduino é uma plataforma de prototipagem de código aberto baseado em hardware e software de fácil utilização.

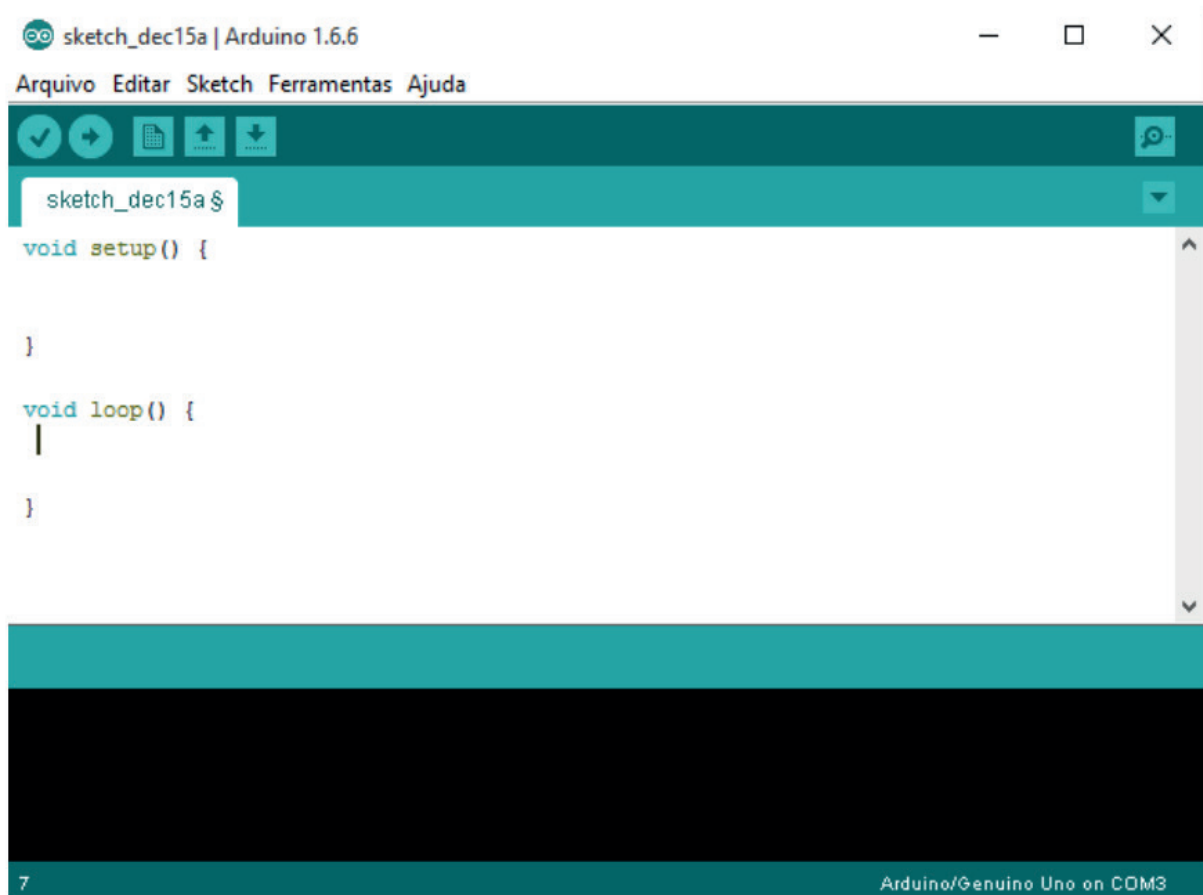
Placas Arduino são capazes de controlar saídas (ativação de um motor, ligar um LED, controlar cargas, etc.).

Também são capazes de ler entradas (luz ou temperatura em um sensor, um dedo em um botão, etc.) e transformá-lo em uma saída

Você pode dizer ao seu Arduino o que fazer através do envio de um conjunto de instruções do computador para o mesmo. Para fazer isso é utilizada a linguagem de programação Arduino (baseada em C/C++).



Fonte: <http://blog.filipeflop.com/arduino/arduino-leonardo.html>



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "sketch_dec15a | Arduino 1.6.6". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". The toolbar contains icons for checkmark, refresh, file, upload, and download. The file name "sketch_dec15a" is displayed in the top left of the editor area. The code in the editor is:

```
void setup() {  
  
}  
  
void loop() {  
|  
}
```

The status bar at the bottom left shows the number "7", and the bottom right shows "Arduino/Genuino Uno on COM3".

RESISTOR

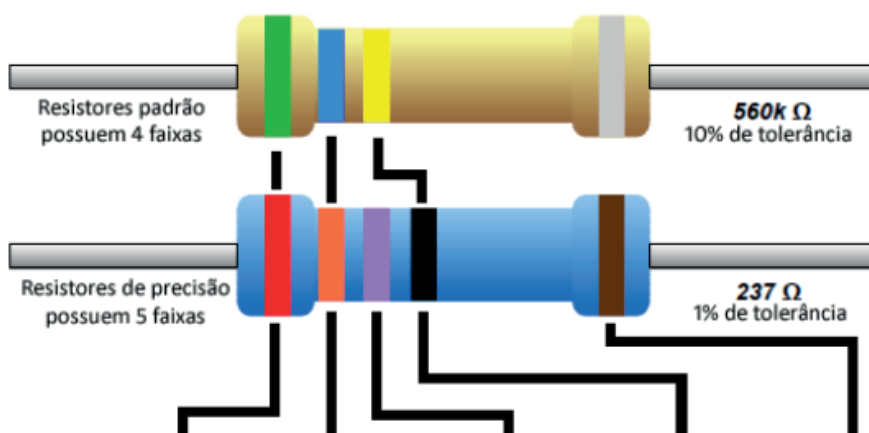
- Tem a função de limitar a passagem de corrente elétrica em determinado circuito;
- Possui uma resistência fixa, ou seja, impõe sempre a mesma resistência a circulação de corrente; Não possui polaridade;
- Para cálculo pode ser relacionado com a corrente elétrica(I) e com a tensão elétrica (V) aplicada sobre o mesmo

$$V = I \times R$$



Código de Cores

A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda

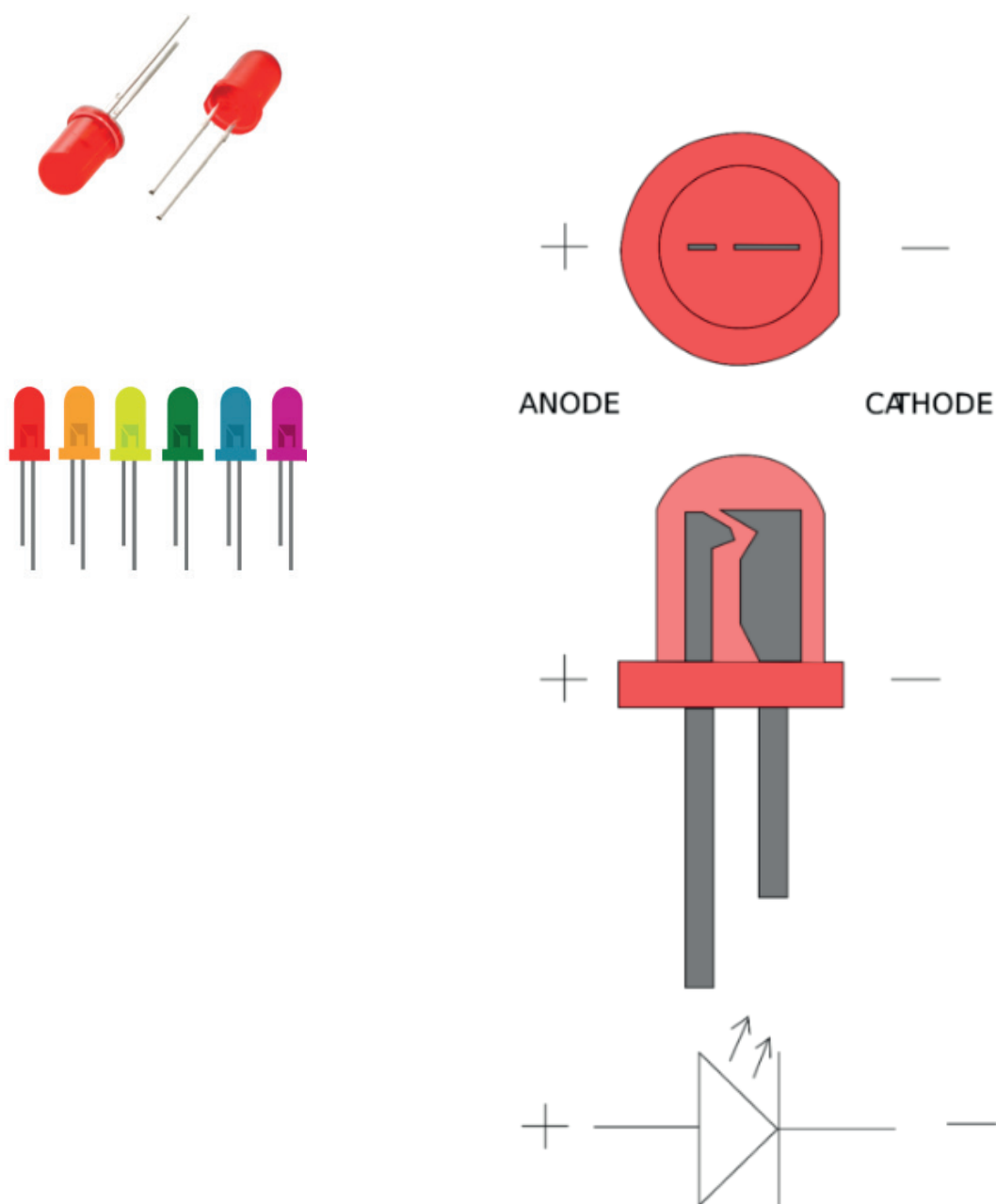


Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 Ω	
Marrom	1	1	1	x 10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x 100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x 1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x 10K Ω	
Verde	5	5	5	x 100K Ω	+/- .5%
Azul	6	6	6	x 1M Ω	+/- .25%
Violeta	7	7	7	x 10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado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

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

LED

- É um diodo que emite luz com alto nível de luminosidade e baixas perdas de energia;
- Possui uma polaridade fixa, ou seja, tem um terminal negativo e um positivo, caso ligado incorretamente não funcionará;
- O terminal negativo é o mais curto e se encontra no mesmo lado de um pequeno chanfro no encapsulamento.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz

TENSÃO E CORRENTE DE CADA COR DE LED

LEDs		
Cor do LED	Tensão em Volts (V)	Corrente em Miliamperes (mA)
Vermelho	1,8V – 2,0V	20 mA
Amarelo	1,8V – 2,0V	20 mA
Laranja	1,8V – 2,0V	20 mA
Verde	2,0V – 2,5V	20 mA
Azul	2,5V – 3,0V	20 mA
Branco	2,5V – 3,0V	20 mA

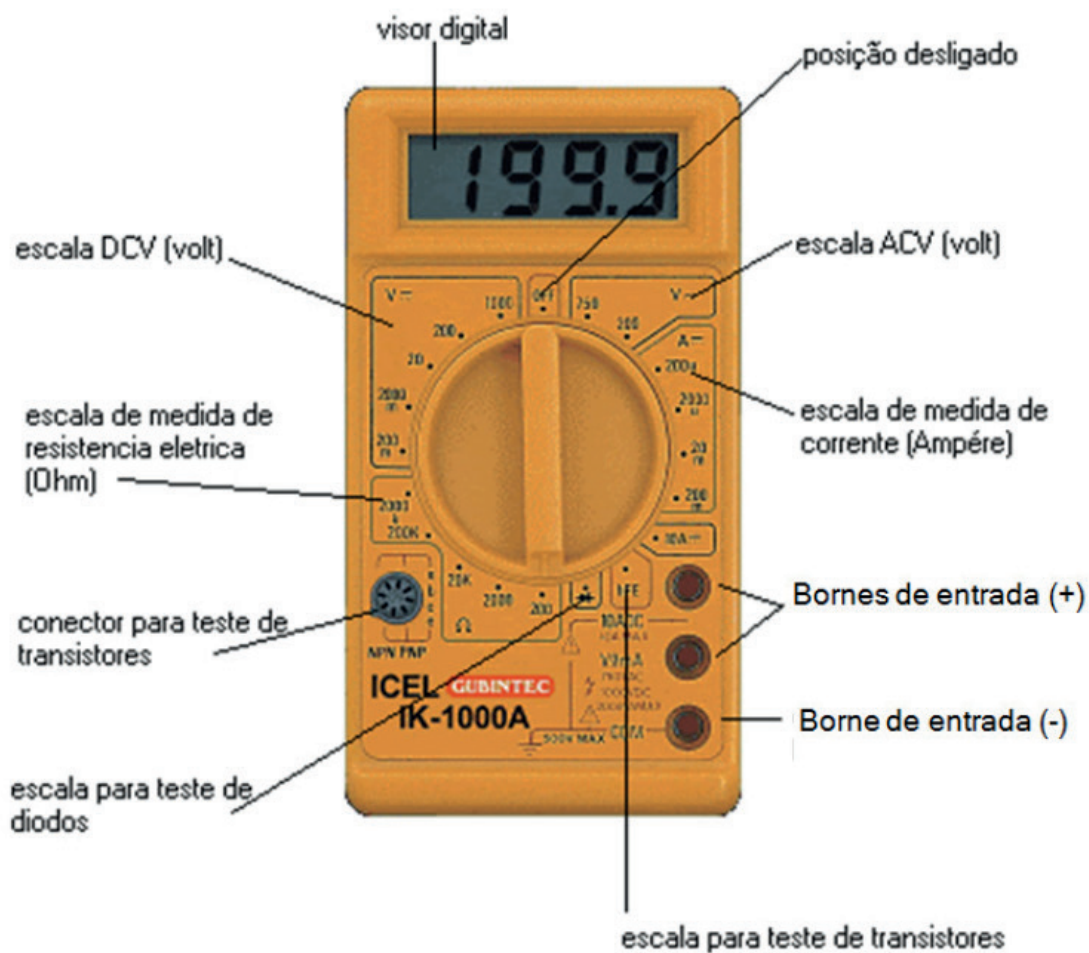
- Fonte: <http://www.comofazerascosas.com.br/como-calculer-o-resistor-adequado-para-um-led.html>

- Resistência para limitar a corrente no LED:

$$R = \frac{V_{Fonte} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

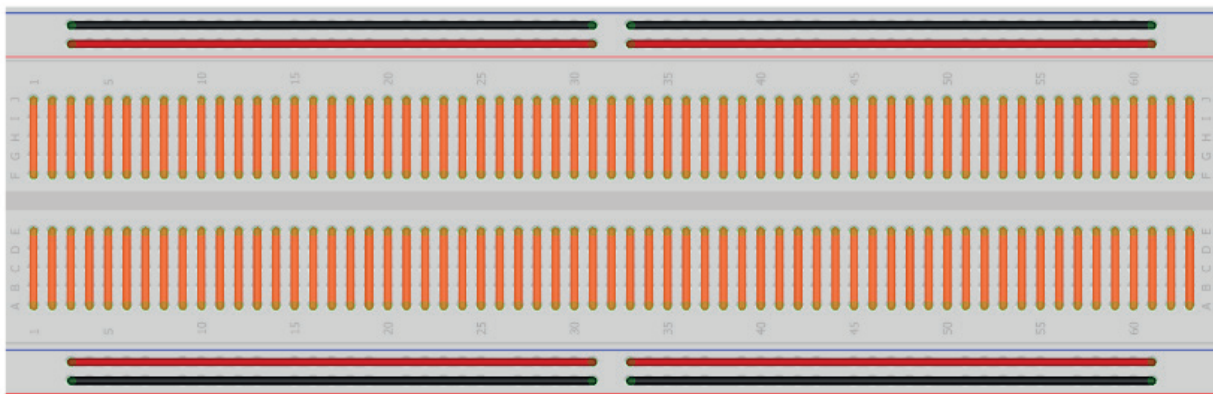
MULTÍMETRO

- Equipamento utilizado para realizar medições em circuitos elétricos e eletrônicos;
- Pode medir: resistência elétrica, tensão elétrica, corrente elétrica, testar LED's e cabos, entre outras grandezas;
- Por ser um equipamento aplicado em eletricidade deve ser utilizado com cuidado por quem manuseá-lo.



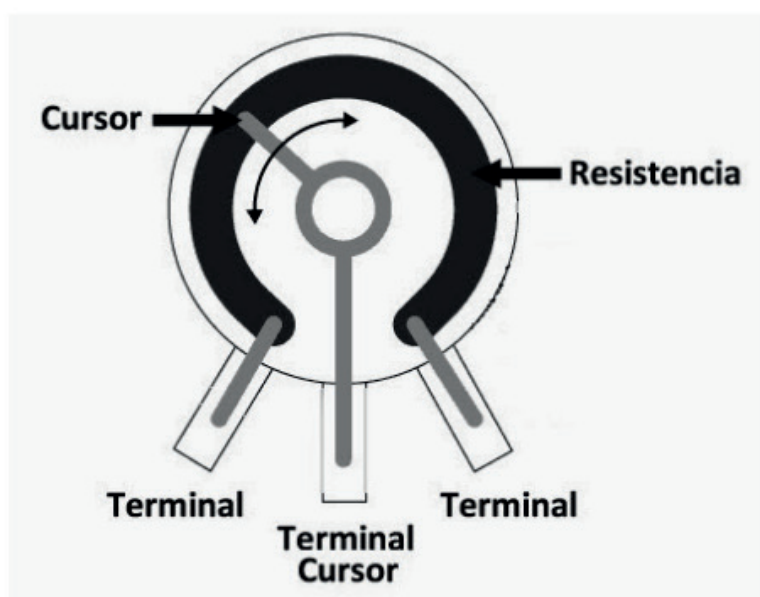
PROTOBOARD

- Tem a função de facilitar a conexão entre componentes eletrônicos, ou seja, facilitar a montagem de um circuito;
- Possui orifícios que são ligados internamente da seguinte forma:



POTENCIÔMETRO

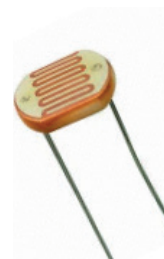
- Tem a função de limitar a passagem de corrente elétrica em determinado circuito;
- Possui uma resistência variável, ou seja, a resistência a circulação de corrente depende da posição do mesmo;
- Não possui polaridade;
- Muito utilizado quando se deseja controlar a tensão em um determinado ponto, variando as resistências e a tensão que se encontra sobre cada uma destas;
- Aplicado como sensor de posição.



<http://eletricaesusduvidas.blogspot.com.br/2014/02/o-que-e-um-potenciometro.html>

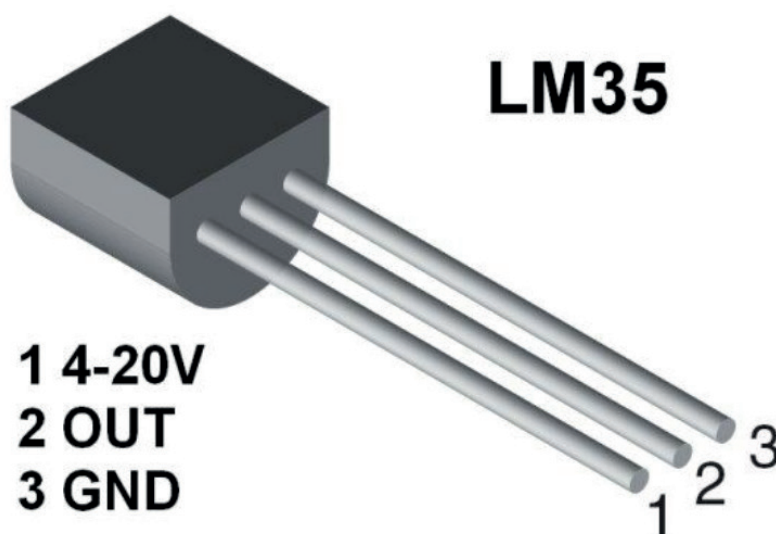
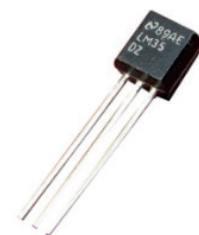
LDR – Sensor de Luminosidade

- Utiliza as características do material para variar a resistência de acordo com a luminosidade que está aplicada sobre o mesmo;
- Por ser uma resistência, não possui polaridade;
- Sua resistência diminui de acordo com o aumento da luminosidade, ou seja, quando a luz sobre o mesmo aumenta a resistência entre seus terminais diminui, quando a luz diminui a resistência aumenta;
- Exemplo de aplicação: Ligar iluminação pública ao anoitecer e desligar ao amanhecer.



LM35 – Sensor de Temperatura

- É constituído de material semicondutor (silício);
- Utiliza as características do material para variar a tensão de saída de acordo com a temperatura;
- Faz a leitura de -55°C a 150°C ;
- Possui uma polaridade fixa, ou seja, tem um terminal negativo, um positivo e uma saída de tensão;
- Sua saída possui uma relação de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$, ou seja, a cada grau celsius que aumenta a tensão aumenta 10mV , por exemplo, com uma temperatura de 22°C a saída será $22 \times 10\text{mV} = 220\text{mV} = 0,22\text{V}$;
- Pode ser alimentado, geralmente, com tensões entre 4V e 20V



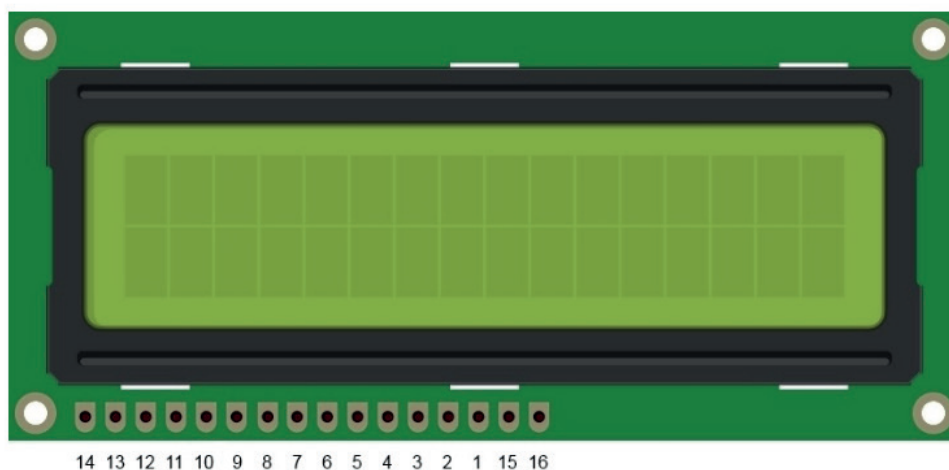
Fonte: <http://www.instructables.com/id/LM35-Temperature-Sensor/>

BUZZER

- É composto de duas camadas de metais e uma camada interna de cristal piezoelétrico, que ao ser submetido a uma diferença de potencial elétrico vibra emitindo som;
- Possui uma polaridade fixa, ou seja, tem um terminal negativo e um positivo, caso ligado incorretamente não funcionará. O símbolo "+" se encontra na parte superior do componente;
- Podem ser de diversas tensões, sendo mais comuns os de 5V e 12V;
- O terminal positivo é o mais comprido (caso os terminais sejam fios é o vermelho);

LCD 16x2

- Tem a função de exibir dados e variáveis, fazendo a interface entre o homem e o microcontrolador (Arduino);
- Tem capacidade de ser escrito em duas linhas e 16 colunas, ou seja, pode mostrar no máximo 32 caracteres;
- Pode exibir letras, números e caracteres especiais, mas NÃO tem capacidade de exibir acentos;
- Possui 16 pinos, dentre estes cada um desempenha uma função, sendo estas de alimentação, comunicação, controle de contraste, entre outras;
- É um componente sensível, portanto deve-se tomar cuidado com sua correta ligação para não danificar o mesmo.



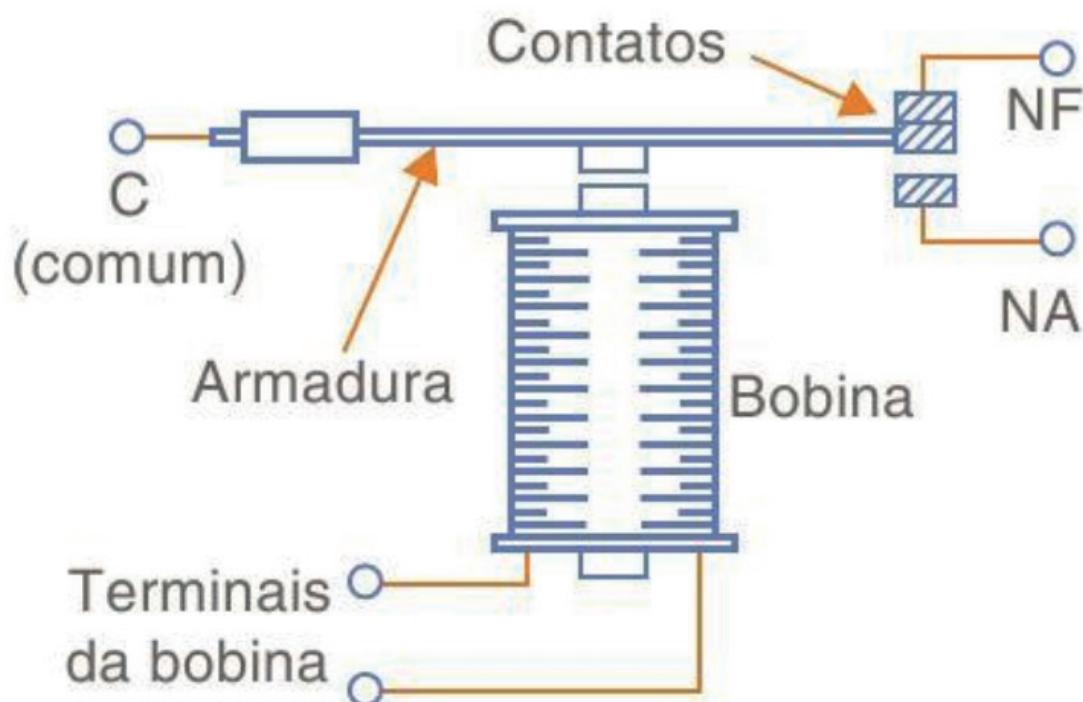
Pino LCD	Ligação
1	GND
2	VCC 5 V
3	Pino central do potenciômetro
4	Pino 3 do Arduino
5	GND
6	Pino 2 do Arduino
7	Não conectado
8	Não conectado
9	Não conectado
10	Não conectado
11	Pino 11 do Arduino
12	Pino 10 do Arduino
13	Pino 9 do Arduino
14	Pino 8 do Arduino

Fonte: <http://www.arduinoocia.com.br/2013/03/display-lcd-winstar-wh1602a.html>

Relé



- É um interruptor mecânico controlado eletromagneticamente;
- Possui uma bobina que ao ser submetida a uma diferença de potencial elétrico se torna um eletroímã, este por sua vez realiza o movimento de uma chapa elétrica fechando um contato e permitindo a passagem de corrente elétrica (como um interruptor);
- Não possui polaridade, mas possui tensão da bobina definida (5V, 12V, entre outras);
- Possui geralmente 5 terminais, sendo 3 de contatos e 2 da bobina;
- É utilizado para controlar cargas de maior corrente elétrica com uma corrente de baixa intensidade na bobina.

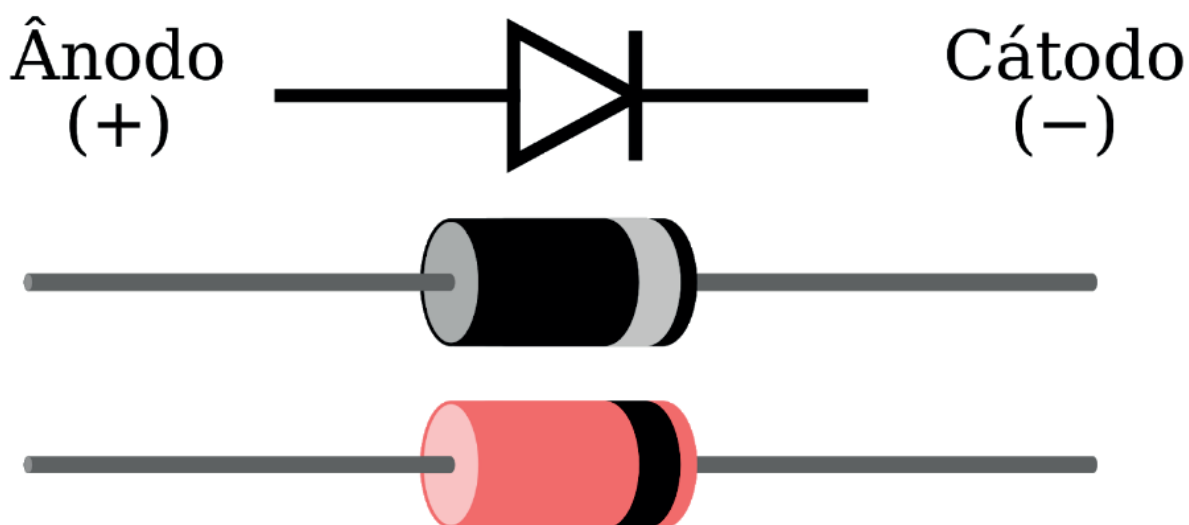


Fonte: <http://www.sabereletronica.com.br/artigos/1702-testando-rels>

Diodo

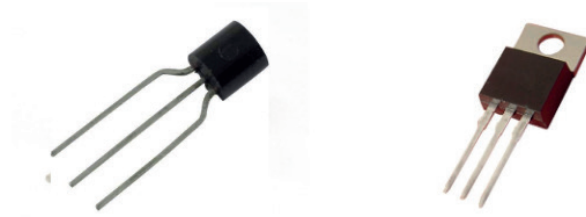


- Tem a função de impedir a passagem de corrente elétrica em determinado sentido no circuito;
- Só permite um fluxo de corrente se a tensão no terminal ânodo for maior que a tensão no terminal cátodo, ou seja, a corrente só pode fluir no sentido ânodo-cátodo;
- Possui polaridade, conforme a necessidade do circuito (sentido da corrente);

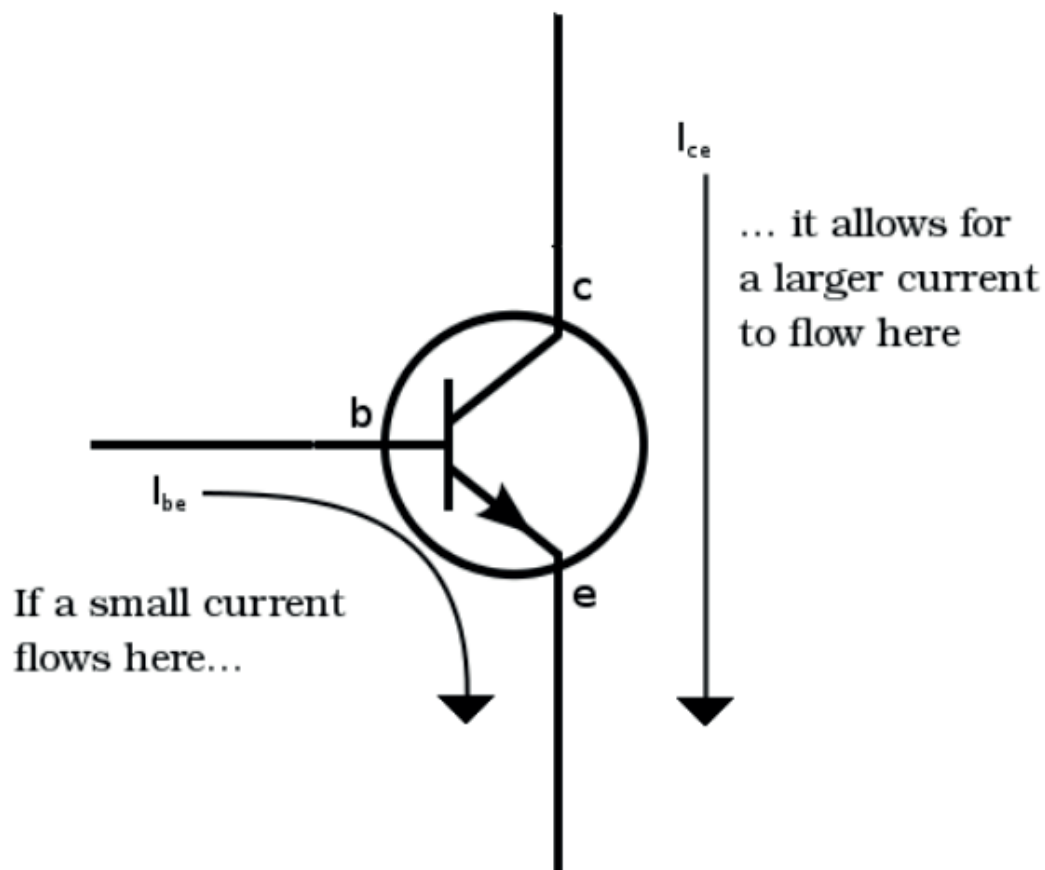


Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_semicondutor

TRANSISTOR

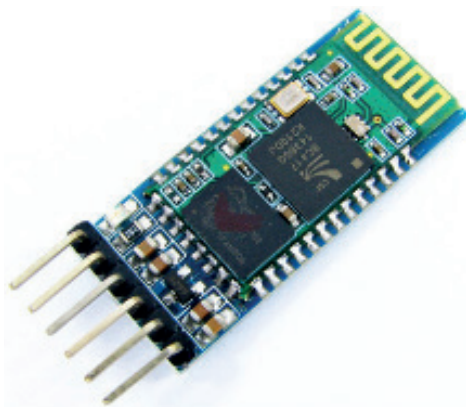


- É um semicondutor que pode ser utilizado como amplificador e como interruptor de um sinal elétrico;
- Utiliza um baixa corrente (terminal base) para controlar cargas de uma maior corrente (entre os terminais coletor e emissor);
- Possui 3 terminais (base, coletor e emissor);
- Possui diversos tamanhos, variando de acordo com a corrente e tensão em que vai trabalhar.

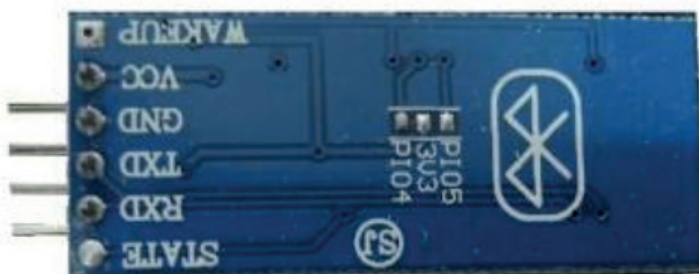


Fonte: <http://www.build-electronic-circuits.com/how-transistors-work/>

Módulo Bluetooth

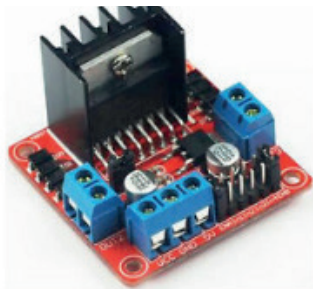


- Módulo com capacidade de se comunicar com outros dispositivos sem fios pela tecnologia bluetooth (celulares, smartphones, computadores);
- Utiliza um microcontrolador com bluetooth integrado, antena e todos os componentes necessários para um correto funcionamento no próprio módulo, que facilita a utilização do mesmo com o Arduino;
- Possui basicamente 4 pinos essenciais, 2 de alimentação e 2 de comunicação serial (RX e TX);
- Deve-se prestar atenção com as ligação para um correto funcionamento.

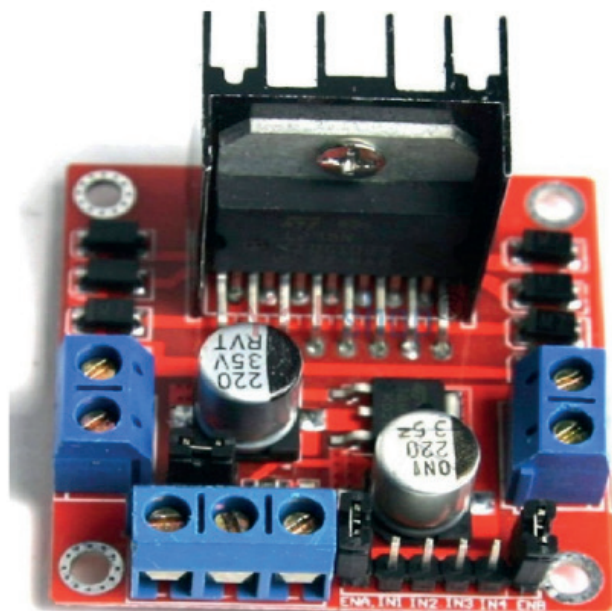


Fonte: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-705659133-modulo-bluetooth-hc-06-rs232-para-arduino-_JM

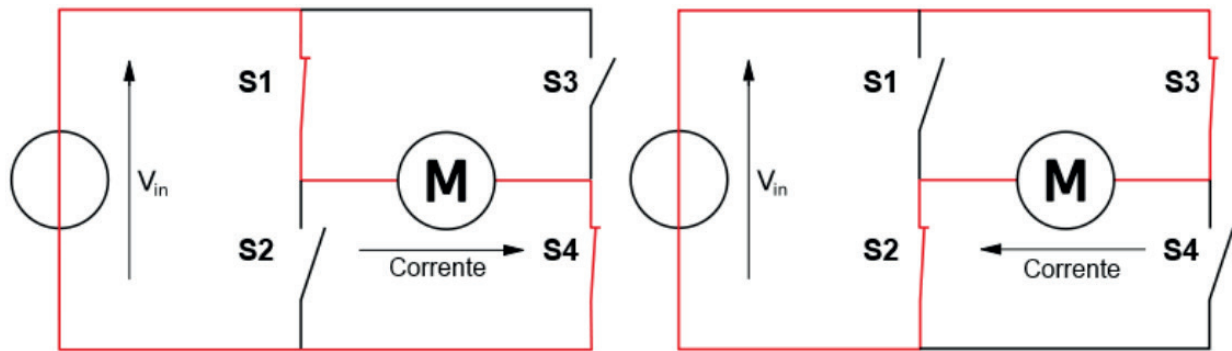
Ponte H



- É um circuito eletrônico que utiliza dois conjuntos de 4 interruptores a fim de controlar o sentido da corrente elétrica na carga controlada;
- É possível inverter a corrente elétrica no motor sem modificar as ligações do circuito, apenas controlando os interruptores;
- Interruptores são controlados eletronicamente, aplicando uma tensão elétrica no pino de controle o interruptor é fechado;
- Muito utilizados para controlar o sentido de rotação de motores de Corrente Contínua, pois basta inverter a corrente elétrica em seus terminais que o sentido de rotação de altera;
- Possui pinos de alimentação, das saídas dos interruptores e os pinos de controle dos interruptores.



http://www.baudaeletronica.com.br/driver-motor-ponte-h-l298n.html?gclid=CjwK-CAiAweXTBRAhEiwAmb3Xu3XYUU7la_BuaTDKMny_KI14bHpnXCiu91YqHr2_9FXBnvl-BkFAq2RoCZKwQAvD_BwE



Fonte: <http://www.arduinoecia.com.br/2014/04/control-de-motor-cc-com-o-l293d-ponte-h.html>

AUTOR
GLÁUCIO CARLOS LIBARDONI

AUTOR
GLÁUCIO CARLOS LIBARDONI