



**ROBÓTICA APLICADA NO ESTUDO DOS CONCEITOS BÁSICOS  
DE ELETRICIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL I: 1º AO  
5º ANO**

**Lídia da Rocha Silva**

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

Orientador(a)  
**Profa. Dra. Bianca Martins Santos**

Rio Branco - AC  
Janeiro - 2023

# **ROBÓTICA APLICADA NO ESTUDO DOS CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL I: 1º AO 5º ANO**

**Lídia da Rocha Silva**

Orientador(a):  
**Profa. Dra. Bianca Martins Santos**

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

Aprovada por:

---

Dra. Bianca Martins Santos

---

Dr. Nome do Membro da Banca Interno

---

Dr. Nome do Membro da Banca Externo

Rio Branco - AC  
Janeiro - 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

- S586r Silva, Lídia da Rocha, 1995 -  
Robótica aplicada no estudo dos conceitos básicos de eletricidade para o ensino fundamental I: 1º ao 5º ano / Lídia da Rocha Silva; orientador: Prof. Drª. Bianca Martins Santos. – 2023.  
163 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2023.  
Inclui referências bibliográficas e apêndice.
1. Conteúdos de Física. 2. Ensino de eletricidade. 3. Robótica. I. Santos, Bianca Martins (Orientador). II. Título.

CDD: 530

---

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Acre (UFAC), ao programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), aos professores e colegas de curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que fomenta ações no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Em especial à minha inestimável família e à orientadora, professora Dra. Bianca Martins Santos por me acompanhar ao longo deste processo.

Expresso minha sincera gratidão!

## RESUMO

O trabalho propõe a inserção gradual dos conteúdos de Física, ainda no ensino fundamental, por meio da robótica, para que através desta experiência os alunos sejam capazes de entender os conceitos de eletricidade, desenvolver pensamento lógico e utilizar esses conceitos na montagem de circuitos e aplicação de sensores. São utilizados para fundamentar o trabalho, o currículo em espiral de Bruner e a teoria de Jean Piaget para o desenvolvimento infantil. Para a proposta de ensino, desenvolvem-se os conteúdos de física em paralelo com o uso das ferramentas de robótica. No primeiro ano foi trabalhado o conceito de eletricidade através do site Scratch. No segundo ano, o conceito de tensão elétrica através da bomba hidráulica submersível. No terceiro ano, o conceito de condutores e não condutores elétricos através do interruptor magnético Reed Switch. No quarto ano, o conceito de corrente elétrica através da programação no IDE do Arduino. E no quinto ano, o conceito de resistência elétrica através do sensor LDR. Todas as atividades são orientadas através de roteiro guiado. Como resultado é apresentado o relato da experiência didática sobre a aplicação das atividades propostas para as turmas de cada ano do ensino fundamental durante o ano de 2021, em uma escola particular da cidade de Rio Branco/AC. Ao final, são apresentadas conclusões sobre o trabalho, destacando-se que por meio do emprego das tecnologias é possível aprimorar o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes envolvidos, bem como o interesse pela física ainda no ensino fundamental I.

Palavras-chave: Conteúdos de Física, Ensino de Eletricidade, Robótica.

## **ABSTRACT**

The work proposes the gradual insertion of Physics content, still in elementary school, through robotics, so, through this experience, students are able to understand the concepts of electricity, develop logical thinking and use these concepts in the assembly of circuits and application of sensors. To support the work, Bruner's Spiral Curriculum and Jean Piaget's Theory of Child Development are used. For the teaching proposal, the Physics contents are developed in parallel with the use of robotics tools. In the first year, the concept of electricity was worked on through the Scratch site. In the second year, the concept of electrical voltage through the submersible hydraulic pump. In the third year, the concept of electrical conductors and non-conductors through magnetic switch Reed Switch. In the fourth year, the concept of electric current through programming in the Arduino IDE. And in the fifth year, the concept of electrical resistance through the LDR sensor. All activities are guided through a road map. As a result, the report of the didactic experience on the application of the activities proposed for the classes of each year of elementary school during the year 2021, in a private school in the city of Rio Branco / AC, is presented. At the end, conclusions about the work are presented, highlighting that, through the use of technologies, it is able to improve cognitive and social development, thus generating a better understanding of Physics.

**Keywords:** Physics Contents, Electricity Teaching, Robotics.

## Lista de Quadros

Quadro 1: Resumo dos tópicos abordados em cada sequência didática para séries iniciais do Fundamental.....	77
Quadro 2: Sequência para o 1º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples.....	78
Quadro 3: Sequência para o 2º ano do fundamental I sobre tensão elétrica e diferença de potencial.....	83
Quadro 4: Sequência para o 3º ano do fundamental I sobre condutores e não condutores elétricos.....	87
Quadro 5: Sequência para o 4º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples.....	92
Quadro 6: Sequência para o 5º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples.....	96

## Lista de Figuras

Figura 1: (a) Carga líquida na Superfície. (b) Campo elétrico perpendicular à superfície. .....	27
Figura 2: Distribuição de velocidades de Fermi.....	28
Figura 3: Bateria ligada a um dispositivo elétrico.....	29
Figura 4: Fluxo de corrente.....	30
Figura 5: Ambiente de criação de animação.....	36
Figura 6: Bomba submersível centrífuga.....	39
Figura 7: Reed Switch.....	41
Figura 8: Sensor LDR.....	46
Figura 9: Sensor LDR no circuito.....	46
Figura 10: Placa Arduino UNO.....	49
Figura 11: Arquitetura do Arduino.....	50
Figura 12: Espiral de Bruner.....	63
Figura 13: Laboratório Maker.....	77
Figura 14: Exemplo de código em bloco Scratch.....	81
Figura 15: Exemplo de circuito simples.....	83
Figura 16: Analogia entre o circuito hidráulico e elétrico.....	86
Figura 17: Exemplo atividade de montagem de circuitos simples.....	87
Figura 18: Circuito de aplicação do interruptor magnético.....	90
Figura 19: Projeto eletrônico de sinalização veicular com sensor LDR.....	95
Figura 20: Projeto de aplicação para sensor LDR.....	99
Figura 21: Desenvolvimento de prática Scratch e circuito.....	102
Figura 22: Espaço e aplicação do roteiro didático.....	105
Figura 23: Registro da aplicação sobre condutores e não condutores elétricos.....	107
Figura 24: Produção e análise de estrutura lógica de programação.....	108
Figura 25: Desenvolvimento do projeto e resolução do roteiro.....	110

## Sumário

Introdução.....	12
Capítulo 1 Possibilidades para o ensino de eletricidade e robótica no Fundamental I... 15	15
1.1 Orientações para o ensino Fundamental I.....	15
1.2 Eletricidade básica para o ensino Fundamental I .....	20
1.2.1 Energia elétrica .....	20
1.2.2 Tensão elétrica.....	22
1.2.3 Condutores e não condutores elétricos .....	25
1.2.4 Corrente Elétrica.....	28
1.2.5 Resistência elétrica .....	31
1.3 Conceitos de Robótica para o ensino Fundamental I .....	33
1.3.1 Scratch – Lógica criativa .....	35
1.3.2 Bomba hidráulica – Fluxo .....	37
1.3.3 Interruptor magnético – Reed Switch.....	40
1.3.4 Estrutura lógica de programação: Delay e Millis .....	42
1.3.5 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> ( LDR).....	45
1.3.6 Placa Arduino UNO.....	48
1.4 Ensino de eletricidade para séries iniciais do Fundamental .....	51
Capítulo 2 Fundamentação teórica .....	54
2.1 A utilização de tecnologias no ensino: alguns aspectos sobre a relação professor e aluno .....	54
2.2 Aspectos da teoria de Bruner utilizados .....	61
2.3 Aspectos da teoria de Piaget utilizados .....	65
2.4 Considerações sobre a pesquisa aplicada ao ensino .....	68
Capítulo 3 Procedimentos metodológicos .....	73
3.1 Delineamento do trabalho.....	73
3.2 Público alvo .....	76
3.3 Aplicação do Guia Didático .....	77
3.3.1 SD para o 1º ano do Ensino Fundamental I .....	77
Aula 01 – Apresentação de conceitos para desenvolvimento da lógica criativa	80
Aula 02 – Prática: Animações no Scratch .....	82
Aula 03 – Inclusão de conceitos de eletricidade.....	82
Aula 04 – Prática: Circuitos simples .....	83
3.3.2 SD para o 2º ano do Ensino Fundamental I .....	83
Aula 01 – Apresentação da bomba hidráulica submersível.....	85
Aula 02 - Inclusão dos conceitos de eletricidade .....	86
Aula 03 – Prática: análise da bomba hidráulica posterior a explicação e montagem de circuitos simples.....	87
Aula 04 – Prática: Circuitos simples .....	87
3.3.3 SD para o 3º ano do Ensino Fundamental I .....	87
Aula 01 e 02 – Apresentações de conceitos .....	89
Aula 03 – Prática: Interruptor magnético .....	90
Aula 04 – Prática: Montagem final do projeto .....	92
3.3.4 SD para o 4º ano do Ensino Fundamental I .....	92
Aula 01 – Apresentação do projeto .....	94
Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico.....	94
Aula 03 – Apresentação das variáveis para controle das cores no código .....	95
Aula 04 – Prática: Montagem do projeto.....	96

3.3.5 SD para o 5° ano do Ensino Fundamental I .....	96
Aula 01 – Apresentação do projeto .....	98
Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico.....	99
Aula 03 – Prática: Apresentação das variáveis para controle das cores no código .....	99
3.3.6 Roteiros de avaliação.....	101
Capítulo 4 Resultados e discussões .....	102
4.1 Aplicação da SD para o 1° ano do Fundamental I.....	102
4.2 Aplicação da SD para o 2° ano do Fundamental I.....	104
4.3 Aplicação da SD para o 3° ano do Fundamental I.....	106
4.4 Aplicação da SD para o 4° ano do Fundamental I.....	108
4.5 Aplicação da SD para o 5° ano do Fundamental I.....	109
4.6 Experiência na regência de robótica para o público infantil .....	111
Considerações Finais .....	112
Referências .....	115
Apêndice 1 Produto educacional .....	124

# Introdução

Vivemos em uma era na qual a tecnologia ocupa, a cada segundo, um novo espaço na sociedade. Neste contexto, a escola que possui o papel de introduzir os conhecimentos científicos de maneira sistematizada, tem encontrado desafios frente a essa realidade. Em particular, no ensino de Física em nível de educação básica, os alunos têm apresentado dificuldades em relacionar a base teórico-científica com reflexões sob a perspectiva prática e experimental. O conteúdo de eletricidade, por exemplo, é um exemplo claro de que se trabalhados de forma unidirecional e sem participação ativa do sujeito, pode não ter significado para o aluno.

Os fatores relacionados às dificuldades apresentadas no ensino de eletricidade nem sempre são claros, mas é possível apontar que a caracterização da energia elétrica em si, sendo um meio imaterial de conceituação teórica, pode ser um deles. A falta de motivação e interesse na disciplina de Física pode estar associada à atribuição de sentido no que se refere aos conteúdos.

Outro fator que pode ser analisado trata-se da intensificação do uso das tecnologias em escala global. Neste ponto, destaca-se que a instrumentalização tecnológica promove maior capacidade do indivíduo se relacionar com o mundo a sua volta, seja por meio de produtos ou serviços. Essa possibilidade traz expectativas que demonstra interesse por parte dos alunos. Cabe ao professor fazer a utilização dos recursos tecnológicos disponíveis de modo que possa contribuir com os objetivos da aula.

Nesta direção, a robótica, campo da tecnologia que contempla a computação, a eletrônica e a mecânica utilizam-se dos fundamentos de física para desenvolver projetos e resolver problemas apresentados em situações reais. Seu ensino aos poucos vem ganhando espaço nos currículos escolares. Neste trabalho a robótica é apresentada como uma aliada no processo de ensino para o ensino fundamental I, em turmas do 1º ao 5º ano. Por se tratar de uma aplicação da eletrônica que permite análise dos conceitos de eletricidade de forma experimental, proporciona ao sujeito interação direta com o objeto de estudo facilitando a construção de significados.

Destaca-se aqui que o desenvolvimento dos conteúdos durante ensino fundamental deve acompanhar o desenvolvimento progressivo do aluno, no qual cada estágio se torna essencial para contemplar as características do posterior. Desse modo,

para formar cidadãos que tenham mais autonomia, são necessárias metodologias e estratégias que outrora viabilizavam educação através de inferências e mudanças para acompanhar a necessidade emergente sobre o uso de tecnologias. Nesta direção o presente estudo, parte do seguinte problema de pesquisa: Como a Robótica pode ser aplicada no estudo dos conceitos básicos de eletricidade para o ensino fundamental I: 1º ano ao 5º ano?

Dessa forma, o principal objetivo do trabalho é propor a inserção gradual dos conceitos de eletricidade ainda no ensino fundamental por meio da robótica, para que através desta experiência os alunos sejam capazes de entender os conceitos de eletricidade, desenvolver pensamento lógico e utilizar esses conceitos na montagem de circuitos e aplicação de sensores. Assim, apresenta-se como objetivo geral do trabalho: elaborar, descrever e aplicar uma proposta de ensino sobre os conceitos básicos de eletricidade através da robótica para o ensino fundamental I, do 1º ano ao 5º ano. E relatar a experiência didática vivenciada. O produto educacional desenvolvido consiste em cinco sequencias didáticas (SD), uma para cada série do Fundamental I que envolve tópicos de eletricidade com a inserção da robótica. As cinco SD reunidas compõem o produto educacional denominado de Guia Didático.

A presente dissertação está organizada em capítulos. O capítulo 1 apresenta as seguintes seções: Orientações para o ensino Fundamental I; Eletricidade básica para o ensino Fundamental I; Conceitos de Robótica para o ensino Fundamental I; Ensino de eletricidade para séries iniciais do Fundamental. Pretende-se neste capítulo trazer alguns direcionamentos sobre como o tema eletricidade e robótica podem ser abordados ou inseridos no ensino Fundamental I.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica do trabalho quanto à parte de ensino e aprendizagem utilizados na dissertação. Para isso, são apresentadas quatro seções: A utilização de tecnologias no ensino: alguns aspectos sobre a relação professor e aluno; Aspectos da teoria de Bruner utilizados; Aspectos da teoria de Piaget utilizados; e Considerações sobre a pesquisa aplicada ao ensino.

O capítulo 3 é destinado aos procedimentos metodológicos que serão utilizados. Composto pelas seções: Delineamento do trabalho, Público-alvo e Aplicação do Guia Didático que contém detalhes das cinco sequências didáticas utilizadas. Neste capítulo é especificado o que será aplicado em sala de aula, como aplicar e quais instrumentos utilizados para avaliação.

O capítulo 4, Resultados e discussões, apresenta o relato de experiência didática após a aplicação das sequências em cada série do ensino fundamental I, bem como a experiência na regência de robótica para o público infantil. Além de fazer um diálogo da aplicação com o referencial teórico.

# Capítulo 1

## Possibilidades para o ensino de eletricidade e robótica no Fundamental I

O capítulo apresenta as seguintes seções: Orientações para o ensino Fundamental I; Eletricidade básica para o ensino Fundamental I; Conceitos de Robótica para o ensino Fundamental I; Ensino de eletricidade para séries iniciais do Fundamental. Pretende-se neste capítulo trazer alguns direcionamentos sobre como o tema eletricidade e robótica podem ser abordados ou inseridos no ensino Fundamental I

### 1.1 Orientações para o ensino Fundamental I

Por muito tempo o conhecimento científico trabalhado nas escolas da educação básica não estava associado com a realidade cotidiana dos discentes. As metodologias utilizadas dentro de sala de aula geralmente são pautadas apenas em questionários ou resolução de exercícios, nos quais os alunos devem responder de acordo com a posição do professor em aula e o livro didático escolhido. Configurando-se no ensino com ideologias tradicionais pautada na reprodução.

Após a década de 1970 houve o crescimento industrial de forma desordenada, ocorrendo agressões ao meio ambiente. Em contrapartida, surgiu a necessidade dos indivíduos terem acesso à educação ambiental. Nesta direção o ensino de ciências conquista mais um objetivo, o de discutir as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Com a Lei 5.692/71 o ensino de ciências passa a ser obrigatório, e a partir de 1971 a disciplina “Ciências Naturais” é implementada nas oito séries do ensino no nível de primeiro grau. Com essa lei, o ensino de ciências se desenvolveu muito, pois havia despreparo dos professores para trabalhar com a disciplina de ciência da forma crítico e reflexivo.

Observa-se que a construção do conhecimento científico acompanha a evolução da humanidade. Durante algumas décadas, a metodologia empregada no ensino de ciências era a tradicional, focado na transmissão de conceitos e teorias. Através dos avanços científicos, a escola sente a necessidade de reformular o seu currículo, e o

ensino da ciência passa a ser investigativo com viés no ensino experimental (CAMARGO; BLASZKO; UJIE,2015).

O ensino de ciências empregado qualitativamente é considerado fundamentalmente importante para a evolução de uma criança. A escola possui o papel de introduzir os conhecimentos científicos de maneira sistematizada, porém as atividades desenvolvidas devem ser planejadas adequadamente, para que os conhecimentos prévios dos alunos possam ser considerados.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) “É importante, no entanto, que o professor tenha claro que o ensino de ciências não se resume à apresentação de definições científicas, em geral fora do alcance da compreensão da criança”. (BRASIL, 1997, p. 34).

As atividades de ensino devem ser bem planejadas de modo que as ideias, as teorias e os conhecimentos que os alunos já trazem de “bagagem”, possam ser aproveitadas, completadas na escola e desenvolvidas.

Portanto, de acordo com Carvalho (1998, p.22) a inserção do ensino de ciências desde os primeiros anos do ensino fundamental, torna-se cada vez mais essencial “(...) a importância que os conhecimentos científicos têm para a vida das crianças principalmente quanto às demandas sociais em decorrência do desenvolvimento tecnológico e científico”. As inferências dos autores intensificam a dimensão tecnológica nos mais diversos aspectos sociais, como o educacional, levantando assim, um leque de discussões quanto à importância do ensino de ciências na atualidade.

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2018).

É importante salientar, as principais temáticas que os documentos curriculares normatizam para a aplicabilidade do ensino de ciências no ensino fundamental. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta algumas unidades temáticas para a oferta e objetivos a serem alcançados para o ensino de ciências, vamos destacar a unidade matéria e energia.

A unidade temática Matéria e energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia. Dessa maneira, nessa unidade estão envolvidos estudos referentes à ocorrência, à utilização e ao processamento de recursos naturais e energéticos empregados na geração de diferentes tipos de energia e na produção e no uso responsável de materiais diversos. Discute-se, também, a perspectiva histórica da apropriação humana desses recursos, com base, por exemplo, na identificação do uso de materiais em diferentes ambientes e épocas e sua relação com a sociedade e a tecnologia (BRASIL, 2018, p. 325).

A BNCC considera a vivência e os aspectos empíricos das crianças no processo de ensino e aprendizagem, destacando a relação diária do aluno com a construção de conhecimento, referenciando ainda, a importância do diálogo destas características com as habilidades que se pretendem desenvolver no ensino de ciências. Considera-se que as experiências dos educandos na vida cotidiana “são o ponto de partida para possibilitar a construção das primeiras noções sobre os materiais, seus usos e suas propriedades, bem como sobre suas interações com luz, som, calor, eletricidade e umidade, entre outros elementos” (BRASIL, 2018, p. 327).

Antes da inserção no processo de escolarização, as crianças (alunos) presenciam diariamente e vivenciam os mais diversos conhecimentos científicos, como o tecnológico, portanto, a adaptação deste, de maneira significativa contribuirá na construção de conceitos e habilidades para a oferta deste ensino.

Nesse sentido, não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 331).

Ainda, no que tange a oferta do ensino de ciências, além do que destacamos quanto referenciar este ensino pautado nas evidências do conhecimento científico no cotidiano, abordamos, portanto, uma concepção que destaca a necessidade do processo da alfabetização científica no contexto social e educacional. Para LORENZETTI (2000, p. 86) “[...] a alfabetização científica nas Séries Iniciais é o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Neste mesmo sentido, com o viés no processo de compreensão sobre a alfabetização e letramento científico os autores KRASILCHIK e MARANDINO (2004) salientam que:

O significado da expressão alfabetização científica engloba a ideia de letramento, capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também, participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individualmente e coletivamente, considerar oportuno. (p. 26).

Denominamos assim, a alfabetização científica para a compreensão dos aspectos e conhecimentos que são frutos de investigações científicas, como as que potencializam o desenvolvimento de novas tecnologias.

Em 2001, foi aprovada a Lei n.10.172, que institui o primeiro Plano Nacional de Educação (PNE – 2001/2010), previsto na LDB de 1961, na Constituição Federal de 1988 e na LDB de 1996. O PNE agrega um conjunto de diretrizes e metas educacionais para o país, a serem atingidas no período de dez anos. Este documento também serve de base norteadora para a elaboração de políticas educacionais, a fim de concretizar as metas educacionais estabelecidas no referido documento (GARVÃO; SLONGO, 2019).

Além da Base Nacional Comum Curricular, temos como documento norteador do ensino de ciências o Plano Nacional de Educação (PNE), o qual agrega metas para a aplicabilidade deste ensino. Em uma investigação bibliográfica ao documento, evidenciamos alguns apontamentos que se fazem importantes para a presente dissertação.

Dos anos 80 até hoje têm sido grande a produção acadêmica de pesquisas voltadas à investigação das concepções de crianças e adolescentes sobre os fenômenos naturais e suas relações com os conceitos científicos. Uma importante linha de pesquisa acerca dos conceitos intuitivos é aquela que, norteadora por ideias piagetianas, se desenvolve acompanhada por estudos sobre História das Ciências, dentro e fora do Brasil. Tem-se verificado que as concepções espontâneas das crianças e adolescentes se assemelham a concepções científicas de outros tempos (BRASIL, 1997).

Segundo o PNE é necessário mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola em nível fundamental. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a

ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1997).

O PNE aborda alguns eixos temáticos, vamos destacar o bloco classificado como recursos tecnológicos, este tem como foco:

[...] as transformações dos recursos materiais e energéticos em produtos necessários à vida humana, aparelhos, máquinas, instrumentos e processos que possibilitam essas transformações e as implicações sociais do desenvolvimento e do uso de tecnologias. Para a elaboração deste bloco não há discussão acumulada expressiva, ao contrário do que ocorre com a educação ambiental e educação para a saúde. Sua presença neste documento decorre da necessidade de formar alunos capacitados para compreender e utilizar recursos tecnológicos, cuja oferta e aplicação se ampliam significativamente na sociedade brasileira e mundial. É interessante lembrar que o conhecimento da história da humanidade, da pré-história aos dias atuais, nas diferentes culturas, tem como referência importante a tecnologia (BRASIL, 1997,p.27).

Temos um cuidado importante quanto o direcionamento e escolha de conteúdo, de forma que atenda os critérios estabelecidos no PNE para atender o processo formativo dos educandos atendo e estimulando o processo de aprendizagem.

Dentre os documentos que também serviram de base epistemológica para compor a aplicabilidade do processo de ensino, temos os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências (PCNs), este documento é direcionado aos professores no processo de planejamento educacional. Assim, visamos este documento direcionado ao apoio ao currículo formal e oculto docente<sup>1</sup>. Acredita-se que os encaminhamentos do que tange a prática docente aliada aos PCNs de ciências fomenta a construção do conhecimento científico e significativo para os discentes.

Os PCN colocam que

“a ciência e tecnologia são herança cultural, conhecimento e recriação da natureza. Ao lado da mitologia, das artes e da linguagem, a tecnologia é um traço fundamental das culturas. A associação entre Ciência e Tecnologia se amplia, tornando-se mais presente no cotidiano e modificando, cada vez mais, o mundo e o próprio ser humano. Portanto, a divisão que muitas vezes se faz entre o conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologia para a produção e para outros aspectos da vida é geralmente imprecisa” (BRASIL, 1998, p.23).

---

<sup>1</sup> Segundo Silva (2003), “[...] o currículo oculto é constituído por todos aqueles aspectos do ambiente escolar que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito, contribuem, de forma implícita, para aprendizagens sociais relevantes” (p. 78).

Nesta perspectiva, a presente dissertação se insere no conteúdo de noções básicas de eletricidade com o uso da robótica para ser trabalhado nas séries iniciais do ensino fundamental, com objetivo de colaborar para que os estudantes desenvolvam o contato com alguns recursos tecnológicos ainda na infância.

## **1.2 Eletricidade básica para o ensino Fundamental I**

Esta seção está reservada para fundamentar o presente estudo trazendo conceitos físicos sobre o tema eletricidade, estabelecendo paralelamente uma linguagem apropriada para o assunto ser trabalhado nas séries iniciais do ensino fundamental I. Para melhor exposição dos assuntos envolvidos, abrem-se algumas seções: Energia; Tensão elétrica; Condutores e não condutores elétricos; Corrente Elétrica e Resistência elétrica. Destaca-se que estes temas foram escolhidos em particular, pois serão estes assuntos trabalhados no produto educacional desenvolvido.

### **1.2.1 Energia elétrica**

Eletricidade é nome dado a um amplo conjunto de fenômenos que estão subjacentes a quase tudo na sociedade moderna (HEWITT, 2011). Desde um relâmpago no céu, a junção dos átomos na formação das moléculas até o funcionamento de aparelhos eletrônicos inteligentes. Ela é a espinha dorsal de nossa economia, permitindo muitas comodidades. Esta seção introduzirá o conceito de eletricidade através das abordagens de Halliday, Resnick, Krane (2008) e (2010).

A compreensão da eletricidade requer uma abordagem em estágio que parte de conceitos que formam o alicerce para os subsequentes e avança para propriedades e elementos que atuam nos circuitos. Esta segunda abordagem estará presente nas seções seguintes. Aqui dedicaremos aos conceitos introdutórios.

Debates sobre eficiência energética vem se tornando mais frequentes. Nesse sentido, concessionárias e agências governamentais buscam formas de viabilizar sistemas mais eficientes de produção e distribuição de energia elétrica que interferem nos hábitos dos consumidores.

Para Halliday, Resnick, Krane (2010), quando obtemos energia a partir da queima do carvão em uma fornalha ou através do consumo do urânio em um reator

nuclear, o que está ocorrendo é uma reforma dos átomos, através da reorganização dos elétrons em combinações mais estáveis.

Os elétrons são mantidos nos átomos pelas forças de coulomb e bastam alguns poucos *elétrons-volt* para remover um dos elétrons exteriores. Por outro lado, núcleons são mantidos no núcleo pela grande força nuclear, e são necessários uns poucos *milhões* de elétrons-volt para liberar um deles. Este fator também se reflete na capacidade de se obter, aproximadamente, um milhão de vezes mais energia de um quilograma de urânio, do que de um quilograma de carvão. (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2010, p. 297).

Em ambos os casos, o aparecimento da energia está acompanhado da redução da energia em repouso. Logo, existe energia potencial associada ao posicionamento das partículas que compõem o átomo. Muitos fenômenos elétricos estão relacionados com a transferência de energia. Para entender, a primeira coisa a se considerar é a associação dela com as forças elétricas. Para Halliday, Resnick e Krane (2008, p.75):

A lei da força elétrica é muito semelhante à lei da força gravitacional. As duas forças dependem do inverso do quadrado da distância de separação entre dois objetos. Quando um objeto desloca-se de uma posição para outra sob a ação da força gravitacional de outro objeto (o qual supõe-se permanecer em repouso), o trabalho realizado pela força gravitacional sobre o primeiro objeto depende apenas dos pontos inicial e final, e não depende do caminho percorrido entre os pontos. Uma força que tem essa propriedade especial foi descrita como uma força *conservativa*, e conclui-se que para uma força conservativa podia-se definir uma *energia potencial*. A diferença de energia potencial de um sistema  $\Delta U$  à medida que um objeto move-se de sua posição inicial para sua posição final é igual ao trabalho com sinal negativo realizado pela força Eq. 01.

$$\Delta U = U_f - U_i = -W_{if} = - \int_i^f F \cdot ds \quad (1)$$

A equação fornece o trabalho realizado pela força quando um objeto se move de uma posição inicial  $i$  para posição final  $f$ . De forma similar é possível calcular a força gravitacional, quando um objeto de massa  $m_2$  move-se de uma distância  $r_i$  de massa  $m_1$  para uma distância  $r_f$  de  $m_1$ . Essa similaridade entre as leis da força eletrostática e gravitacional permite concluir que: “A força eletrostática é conservativa e, portanto, existe uma energia potencial associada com a configuração (posição relativa dos objetos) de um sistema no qual forças eletrostáticas agem” (HALLIDAY, RESNICK, KRANE (2008, p.75).

A força gravitacional se difere da força elétrica em uma característica importante: a gravitacional ser sempre atrativa, enquanto (dependendo do sinal relativo

das cargas) as forças eletrostáticas podem ser tanto atrativas quanto repulsivas. Essa diferença pode afetar o sinal da energia potencial.

A unidade de energia elétrica é dada por (GUSSOW, 2009, p.57):

O quilowatt-hora (kWh) é uma unidade normalmente usada para designar grandes quantidades de energia elétrica ou trabalho. A grandeza quilowatt-hora é calculada fazendo-se o produto da potência em quilowatts (kW) pelo tempo, em horas (h), no qual a potência é utilizada.

O kWh refere-se ao consumo do equipamento quando fica ligado. É específico de cada aparelho por levar em conta a potência.

As condições de custo de produção juntamente com impostos e outros determinam as tarifas de eletricidade de cada região. O uso consciente, entender o funcionamento dos dispositivos elétricos e como a energia é operada o ajudará a adotar hábitos de melhor consumo. Atitudes como apagar as luzes e desligar aparelhos quando não estão sendo usados, interferem diretamente em variáveis físicas como o tempo de uso e quantidade de trabalho realizado pelos dispositivos que terão um valor final.

No produto educacional proposto e aplicado, a noção de energia é trabalhada com os alunos do 1º ano do ensino fundamental através da plataforma Scratch, detalhada no item 1.3.1.

## 1.2.2 Tensão elétrica

A tensão elétrica, também chamada de diferença de potencial em virtude da energia potencial acumulada a partir da localização de uma partícula em um sistema de cargas, será explicada de acordo com a abordagem feita na referência (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2012).

Considere um sistema de cargas ( $q_1$ ,  $q_2$ , e  $q_3$ ), separadas por distâncias infinitas umas das outras. Nesta configuração a energia potencial é  $U = 0$ . Quando nenhuma das cargas interage com as outras não há mudança da energia potencial.

Uma vez que se deseja encontrar a energia potencial resultante, as cargas devem ser aproximadas umas das outras. Traz-se  $q_1$  do infinito e ela é colocada em repouso. Trazendo  $q_2$  do infinito e colocando a uma distância  $r_{12}$  de  $q_1$ , e  $q_3$ , também posicionada a uma  $r_{13}$  de  $q_1$  e  $r_{23}$  de  $q_2$  e sendo  $\epsilon_0$  a constante de permissividade do vácuo, a energia potencial elétrica do sistema como um todo é

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \quad (2)$$

Como a Eq. 2 deixa claro, a energia potencial é uma propriedade do sistema e não de qualquer carga individual. Para os autores Halliday, Resnick e Krane,

A energia potencial elétrica de um sistema de cargas pontuais fixas em repouso é igual ao trabalho que deve ser realizado por um agente externo para reunir o sistema, trazendo cada carga de uma distância infinita. (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2012, p. 78).

Do mesmo modo que um objeto possui energia potencial gravitacional em virtude da sua localização no interior do campo gravitacional, analogamente um objeto eletrizado possui energia potencial em virtude de sua localização no interior de um campo elétrico.

Da mesma forma como é necessário realizar trabalho para erguer um objeto de grande massa contra o campo gravitacional da terra, também é necessário realizar trabalho para empurrar uma partícula carregada contra o campo elétrico gerado por outro corpo eletrizado. Esse trabalho altera a energia potencial elétrica da partícula (HEWITT, 2011).

Segundo a abordagem feita por Halliday, Resnick e Krane (2012), para uma carga  $q$  fixada na origem de um sistema de coordenadas, toma-se outra carga  $q_0$ , que é chamada de “carga de teste”, e move-se de  $r_a$  para  $r_b$  sob a influência da força devido a  $q$ . A variação da energia potencial  $\Delta U$  é dado pela Eq. 3.

$$\Delta U = U_b - U_a = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right) \quad (3)$$

Se empurrarmos uma partícula com duas vezes mais carga, realizamos duas vezes mais trabalho sobre ela, de modo que uma partícula cuja carga foi dobrada, estando na mesma posição espacial, terá duas vezes mais energia potencial elétrica. Logo, em vez de tratar a energia potencial de um corpo eletrizado, ao tratar de partículas carregadas em um campo elétrico, é mais conveniente considerar a energia potencial elétrica por *unidade de carga* (HEWITT, 2011, p.400).

Define-se a diferença de potencial elétrico  $\Delta V$  como a diferença da energia potencial elétrica por unidade de carga teste:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} \quad (4)$$

$$V_b - V_a = \frac{U_b - U_a}{q_0} \quad (5)$$

Deste modo, a variação da energia potencial é diretamente proporcional ao tamanho da carga de teste  $\Delta U/q_0$  e é uma característica apenas da carga central  $q$ . A

unidade de carga elétrica é o coulomb. De modo que ao considerarmos a energia potencial *por coulomb* de carga, diz-se que

[...] em qualquer posição a energia potencial será a mesma – sem que importe quanta carga existe. Por exemplo, um objeto com 10 coulomb de carga em uma posição específica possui 10 vezes mais energia potencial elétrica do que um objeto carregado com um coulomb. Porém 10 vezes mais energia potencial elétrica para 10 vezes mais carga resulta no mesmo valor de energia potencial por 1 coulomb de carga. (HEWITT, 2011 p.401)

O conceito de energia potencial por unidade de carga é denominado potencial elétrico, ou seja,

$$\text{Potencial elétrico} = \frac{\text{Energia potencial elétrica}}{\text{Carga elétrica}} \quad (6)$$

A unidade empregada para medir o potencial elétrico é o volt. Um potencial de 1 volt (V) é igual a 1 joule (J) de energia por 1 coulomb (C) de carga (HEWITT, 2011).

$$1 \text{ volt} = \frac{\text{joule}}{\text{coulomb}} \quad (7)$$

O potencial não tem qualquer significado físico, já que em qualquer ponto dado podemos ajustar seu valor realocando/definindo posições. De acordo com Griffiths (2011, p. 57),

[...] ele é semelhante a altitude: se eu lhe perguntar qual a altitude de Denver, você provavelmente irá me responder a altura acima do nível do mar, porque é um ponto de referência conveniente e tradicional. Mas podemos muito bem concordar em medir a altitude acima de Washington D.C., de Greenwich, ou do que for.

Do mesmo modo, existe um ponto ‘natural’ a ser usado para o potencial – de forma análoga ao nível do mar para a altitude – e é um ponto infinitamente distante da carga. “A quantia dessas leituras não muda nada no mundo real, a única quantidade de interesse intrínseco é a *diferença* em altitude entre dois pontos” (GRIFFITHS, 2011, p. 57). Logo, a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um gerador, sustentará um fluxo de cargas.

O potencial elétrico desempenha o mesmo papel para cargas que a pressão no caso dos fluidos. Quando existe uma diferença de pressão entre duas extremidades de um tubo, o fluido flui da extremidade de maior pressão para a de menor (HEWITT, 2011). Desta forma, as cargas reagem a diferença de potencial de maneira similar, persistindo o fluxo até que não haja mais diferença de potencial.

Hewitt (2011 p.409) diz que:

Para obter um fluxo ininterrupto de carga em um condutor, é preciso que algum arranjo seja providenciado para manter a diferença de potencial enquanto as cargas fluem de uma extremidade para outra. A situação é análoga ao fluxo de água de um reservatório mais alto para outro mais baixo. A água fluirá através de um tubo que conecta os dois reservatórios apenas enquanto existir um desnível da água.

A analogia feita por Hewitt (2011) será a mesma utilizada na prática educacional. O item 1.3.2 Bomba hidráulica – Fluxo, apresenta o arranjo que será utilizado para trabalhar o conceito de diferença de potencial com os alunos.

### **1.2.3 Condutores e não condutores elétricos**

Os materiais têm características que dependem de sua estrutura atômica, podem ser classificados como condutores e não condutores elétricos. Para esclarecer a diferença entre estes, ao longo deste tópico iremos ver as definições dos materiais através das ideias de Nussenzveig (2015) e Hewitt (2011). Propriedades básicas, por Griffiths (2011). O potencial de um condutor carregado, por Halliday, Resnick, Krane (2008) e uma análise quântica da condução elétrica por Halliday, Resnick, Krane (2010).

“Em 1729, Stephen Gray, descobriu, que as cargas elétricas podiam se deslocar e ser transmitidas através de diferentes materiais ao passo que tendiam a permanecer retidas em outros” (NUSSENZVEIG, 2015). Para ele, alguns efeitos da condução de eletricidade podem ser notados em atividades comuns:

Nos países frios, o aquecimento no inverno seca o ar, e é comum que o corpo fique eletrizado, quando se caminha sobre um tapete espesso, a ponto de soltar faíscas ao tocar um objeto metálico. [...] Quando encostamos a mão num objeto carregado, a carga se escoia para a terra através de nosso corpo: a pele, umedecida pela transpiração, é boa condutora. O escoamento através de um bom condutor é extremamente rápido, ao passo que um bom isolante pode permanecer carregado por muitas horas ou dias. (NUSSENZVEIG, 2015 p.14).

Outra possibilidade a ser analisada são as mudanças provocadas nas propriedades condutoras ou isolantes de um material que podem ser alteradas através de características como a umidade na atmosfera. Em determinadas regiões, o ar seco (baixa umidade), ou a camada fina de água que recobre objetos (alta umidade) atuam neste sentido.

Nos metais um ou mais elétrons das camadas mais externas do átomo não estão firmemente presos aos núcleos, estão livre para vagar. Assim os metais são bons condutores de corrente elétrica pela mesma razão que são bons condutores de calor.

Metals caros como a prata, o ouro e a platina estão entre os melhores condutores, não sofrem corrosão e são comumente usados em pequenas quantidades em produtos de grande valor. O cobre e o alumínio são comumente usados em sistemas de fiação elétrica por causa de seus bons desempenhos e de seus baixos custos. (HEWITT, 2011 p.392).

Diferente dos condutores, nos materiais em que os elétrons estão firmemente ligados e pertencem de fato a átomos individuais, eles não são livres para vagar por entre outros átomos, conseqüentemente são maus condutores de corrente elétrica e são chamamos de isolantes elétricos (HEWITT, 2011). Assim ordenamos as substâncias de acordo com a facilidade de conduzir corrente elétrica. Como exemplo de isolantes temos vidro, borracha e plástico.

Segundo Griffiths (2011), um condutor *perfeito* seria um material que contivesse um suprimento *ilimitado* de cargas completamente livres. Apesar de não existir condutores perfeitos, sua definição será usada para definir as propriedades básicas dos condutores ideais.

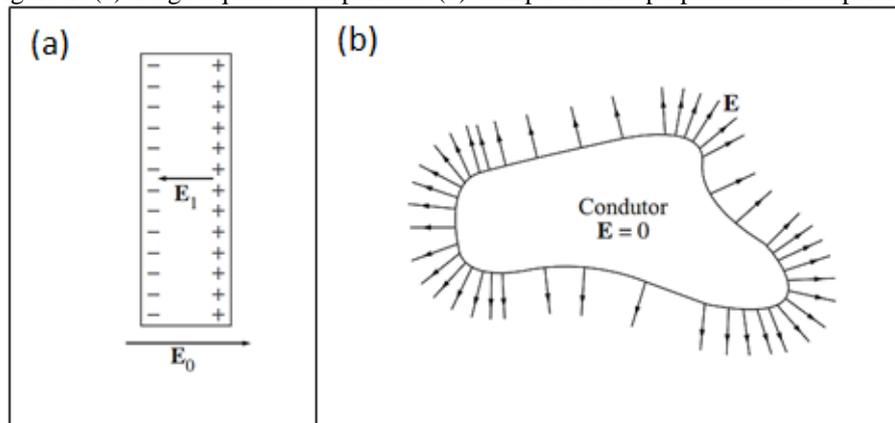
(i)  $E=0$  dentro de um condutor. [...] quando colocamos um condutor em um campo elétrico externo, inicialmente, isso vai levar todas as cargas livres positivas para a direita e as negativas para esquerda. (ii)  $\rho=0$  dentro de um condutor. [...] a densidade líquida de carga no interior é zero. (iii) Qualquer carga líquida fica na superfície. (iv) Um condutor é equipotencial. (v)  $E$  é perpendicular à superfície imediatamente fora de um condutor. Caso contrário, como em (i), a carga irá imediatamente fluir ao longo da superfície até anular a componente tangencial. (GRIFFITHS, 2011, p. 68-69).

Destaca-se que o campo elétrico dentro do condutor é zero. Ao entrar em contato com um campo elétrico externo na prática, são somente os elétrons que se movimentam, mas quando essas cargas negativas se afastam, o outro lado fica com carga líquida positiva, ambas se acumulando na superfície (Figura 1).

A densidade líquida de carga no interior do condutor é zero  $\rho = 0$  em decorrência da Lei de Gauss:  $\nabla \cdot E = \rho/\epsilon_0$ . Resulta em situações em que se pode deduzir o campo elétrico a partir do conhecimento do fluxo elétrico em certas simetrias (esféricas, cilíndricas o planas). Qualquer carga fica na superfície, pois a propriedade (i) condiciona, não podendo estar em outro lugar.

Outro conceito importante a ser citado é o fato de um condutor ser equipotencial, pois se **a** e **b** são dois pontos de um determinado condutor,  $V(b) - V(a) = - \int_a^b E \cdot dl = 0$ , e portanto,  $V(a) = V(b)$ . Se isto não acontecer, algumas partes da superfície estariam com maiores ou menores potenciais. As cargas positivas iriam migrar em direção as regiões de menores potenciais e as cargas negativas em direção as regiões de maiores potenciais. Porém isso contradiz a afirmação de que as cargas estão em equilíbrio (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008, p.90-91).

Figura 1: (a) Carga líquida na Superfície. (b) Campo elétrico perpendicular à superfície.



Fonte: (a) GRIFFITHS, 2011 p. 68. (b) GRIFFITHS, 2011 p.69.

Para Halliday, Resnick e Krane (2010) podemos desenvolver uma teoria da estrutura atômica baseada nas propriedades de um único átomo, de alguns elétrons na camada de valência. No caso de um gás, em que os elétrons estão bem localizados, cada propriedade atômica depende somente do arranjo destes elétrons.

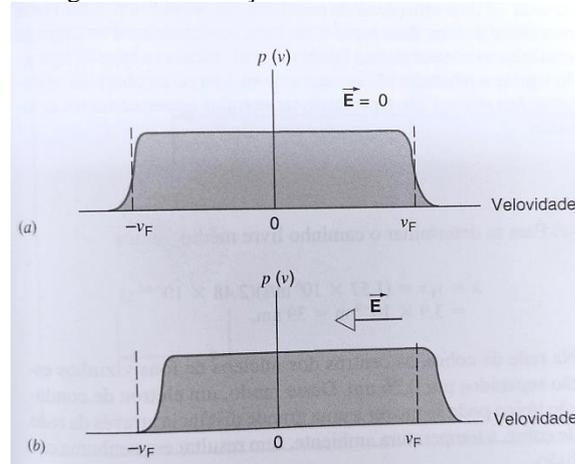
Em um sólido, os átomos estão tão próximos uns dos outros que os níveis de energia dos elétrons de um átomo são afetados pela presença de outros átomos. Isto tem efeito de mudar os níveis de energia bem definidos de um átomo isolado para bandas largas de energia. (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2010, p. 240).

Aplicando a Teoria quântica à estrutura dos sólidos de forma a compreender sua condutividade elétrica, vemos algumas diferenças. Não faz sentido acompanhar o movimento de um átomo individual pois os elétrons que mais contribuem para a condutividade não “pertence a” um átomo em particular, são compartilhados. A distribuição da velocidade das moléculas é feita através de métodos estatísticos.

A figura 2 mostra a distribuição da velocidade de Fermi em um metal. A *Velocidade de Fermi*  $v_F$  é a velocidade de um elétron cuja energia cinética é igual a  $E_F$ ,

a energia de Fermi. **(a)** Sem campo elétrico, os estados até a velocidade de Fermi  $v_F$  estão preenchidos. **(b)** Quando um campo elétrico  $E$  é aplicado no sentido mostrado, a distribuição se desloca para a direita à medida que os elétrons são acelerados pelo campo. (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2010, p. 245).

Figura 2: Distribuição de velocidades de Fermi.



Fonte: HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2010, p. 245.

Quando o campo elétrico é empregado, os elétrons são acelerados. A velocidade de deriva é determinada principalmente pelo pequeno número de elétrons que se movem de estados abaixo da velocidade de Fermi para estados acima sob ação do campo. O que não acontece quando o campo é estabelecido dentro de um material isolantes, não há como qualquer dos elétrons responder a este, logo não haverá corrente (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2010).

As características apresentadas nesta seção serão abordadas no produto educacional utilizando o material apresentado na seção 1.3.3 Interruptor magnético – Reed Switch. O método utilizado está descrito na terceira sequência do capítulo 3.

### 1.2.4 Corrente Elétrica

A compreensão do processo que envolve a corrente elétrica é importante para o entendimento da teoria e funcionamento de várias tecnologias. Esta seção explica o que é a corrente elétrica através da abordagem feita por Halliday, Resnick e Krane (2008), Hewitt (2011) e Nussenzveig (2015).

A corrente elétrica é um fator que provoca a transferência de energia em um circuito. A frequência destas mudanças é determinada pela relação entre a tensão e a corrente que se estabelece no circuito criado. O fluxo de cargas elétricas nos condutores,

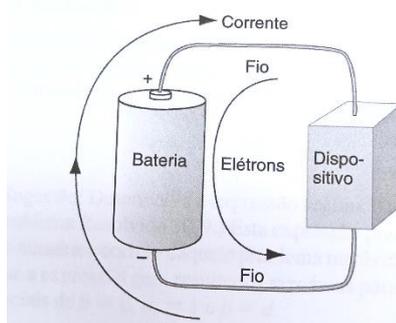
apresentados na seção 1.2.3 se relaciona diretamente com a diferença de potencial, apresentado na seção 1.2.2.

Segundo Halliday, Resnick e Krane (2008, p.148) “A corrente elétrica  $i$  é a quantidade de carga resultante por unidade de tempo que passa através de um elemento de área em qualquer posição no condutor”. As cargas são postas em movimento por uma diferença de potencial criada por algum elemento e dificultada pela resistência.

Em circuitos formados por fios de metal, são os elétrons que formam a corrente. Isso porque um ou mais elétrons de cada átomo do metal estão livres para se mover através da rede atômica. Esses portadores de carga são chamados de *elétrons de condução*. Os prótons por outro lado, não se movimentam, pois estão firmemente ligados aos núcleos dos átomos que estão mais ou menos presos a posições fixas. (HEWITT, 2011, p.409).

A carga que flui<sup>2</sup> através de um caminho condutivo, persiste até que exista diferença de potencial. Se você tem uma bateria, gerador ou tomada que fornece energia, você tem a capacidade de fornecer corrente elétrica. De acordo com o exemplo de Halliday, Resnick, Krane (2008, p.148), a figura 3 ilustra uma bateria conectada a um “dispositivo” a través de fios, as conclusões da eletrostática não são mais válidas.

Figura 3: Bateria ligada a um dispositivo elétrico.



Fonte: HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008, p.148.

No caso eletrostático no qual os condutores são equipotenciais, o potencial  $V_+$  no terminal positivo da bateria caracterizaria todo o fio que conecta a parte superior do dispositivo à bateria:

[...] a diferença de potencial  $V_+ - V_-$  entre os terminais iria também surgir entre os terminais superiores e inferiores do dispositivo. Sabe-se que quando a corrente  $i$  flui em um condutor existe uma diferença de potencial  $\Delta V = i \cdot R$  entre os terminais do condutor. Porém, a resistência dos fios é normalmente

---

<sup>2</sup> Quando dizemos que a carga flui, queremos dizer que as partículas carregadas do meio fluem. A carga é uma propriedade de determinadas partículas, as mais significativas sendo elétrons, prótons e íons. (HEWITT, 2011, p. 409).

muito pequena se comparada à resistência do dispositivo do circuito, portanto, justifica-se a não inclusão dos efeitos dos fios. [...] a diferença de potencial total dos terminais da bateria surge entre os terminais do dispositivo. (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008, p.148).

A bateria não é uma fonte de elétrons, a função dela no circuito é manter a diferença de potencial que permita o fluxo das cargas. Segundo Halliday, Resnick, Krane, (2008, p.149), por simplicidade e consistência algébrica, adota-se a seguinte convenção: “O sentido da corrente é o sentido em que as cargas positivas se deslocariam, mesmo que os reais portadores de cargas sejam negativos”. Logo, as cargas negativas movendo-se para esquerda contam o mesmo que cargas positivas movendo-se para a direita.

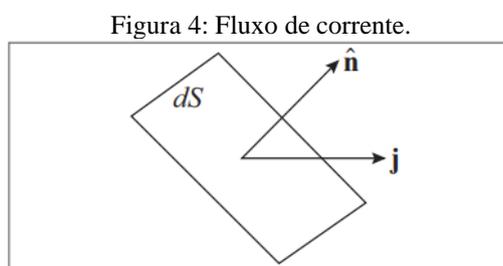
A partir deste ponto, vamos analisar as equações descritas por Nussenzveig (2015, p. 101-102). A intensidade  $i$  da corrente através de uma dada secção do fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa esta seção por unidade de tempo:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (8)$$

Considerando um elemento de área  $dS$  cujo versor da normal  $\hat{n}$  define essa orientação, a corrente  $di$  que o atravessa pode ser considerada como o fluxo através de  $dS$  de um vetor  $\vec{j}$  (Figura 4),

$$di = \vec{j} \cdot \hat{n} dS \quad (9)$$

Onde  $J$  tem a direção e o sentido que corresponderiam ao movimento das cargas positivas. O vetor  $J$  recebe o nome de *densidade de corrente* que se associa à corrente por unidade de área.



Fonte: NUSSENZVEIG, 2015, p.102.

Supomos que os portadores sejam todos do mesmo tipo e se desloquem à mesma velocidade  $v$ . Nesse caso, a carga total que atravessará  $dS$  durante um intervalo de tempo  $dt$  é a carga contida num cilindro de base  $dS$  e geratrizes  $vdt$ , cujo volume é:

$$dv = vdt \cdot \hat{n} dS \quad (10)$$

Sendo  $\rho$  a densidade volumétrica de carga associada aos portadores, a carga total contida em  $dv$  é  $dq = \rho dv$ . Logo a contribuição a corrente será:

$$di = \rho v \cdot \hat{n} dS \quad (11)$$

A unidade de corrente é *amperes*. Um ampere é uma taxa de fluxo igual a 1 coulomb de carga por segundo. 1 coulomb é a unidade padrão de carga, é a carga elétrica de  $6,25 \times 10^{18}$  elétrons. Você não pode ver a corrente elétrica, mas pode ver seus efeitos.

O conteúdo apresentado nesta seção será abordado no produto educacional utilizando o material apresentado na seção “1.3.4 Estrutura lógica de programação: Delay e Millis”. O método utilizado está descrito na quarta sequência do capítulo 3.

### 1.2.5 Resistência elétrica

A resistência é a tendência de um objeto ou substância de se opor ou retardar uma mudança no movimento. Ela torna-se mais aparente quanto menor a condutividade de um material. Os elementos de resistência são usados na eletrônica, especialmente em circuitos integrados e digitais.

Já sabemos que uma bateria ou mesmo outro gerador é responsável por criar a diferença de potencial necessária para estabelecer o deslocamento das cargas elétricas. A quantidade de corrente que haverá depende não apenas da tensão estabelecida, mas também da resistência elétrica que o condutor oferece. Esta seção explica a resistência elétrica no circuito através das abordagens feitas por Hewitt (2011) e Halliday, Resnick e Krane (2008).

Para Hewitt (2011, p.411):

Isto é semelhante ao fluxo de água em um cano, que depende não apenas da diferença de pressão entre as extremidades do cano, mas também da resistência que o próprio cano oferece. Um cano curto oferece menos resistência ao fluxo de água do que um tudo comprido, e quanto mais largo for o cano, menor será a resistência. Isso funciona da mesma forma com a resistência dos fios pelos quais flui uma corrente.

A resistência de um fio depende da sua espessura, comprimento e da sua condutividade específica. A velocidade com que as cargas se movem, depende da natureza do material. É possível analisar com mais detalhes em materiais ôhmicos, em

que muitos materiais homogêneos, condutores ou não, obedecem à lei de Ohm. Para isso, vamos voltar a estrutura atômica dos materiais.

Entre as colisões com os íons da rede cristalina, os elétrons em um material condutor são acelerados pelo campo elétrico e assim, a sua velocidade de deriva é proporcional ao campo. A densidade de corrente também é proporcional velocidade de deriva. Esse comportamento é observado para ampla classe de materiais, estabelecendo uma constante de proporcionalidade entre a densidade de corrente e o campo elétrico: a condutividade elétrica do material  $\sigma$  (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008).

Para Halliday, Resnick e Krane (2008), um valor grande de  $\sigma$  indica que o material é um bom condutor de corrente elétrica, essa propriedade é dada em unidades do Sistema Internacional em *siemens por metro* (S/m), onde 1 siemens = 1 ampère/volt. Apesar da condutividade ser uma propriedade dos materiais, é mais comum os materiais serem caracterizados pela sua *resistividade*  $\rho$ , que é o inverso da condutividade:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (12)$$

A unidade de resistividade  $\rho$  é o ohm.metro, onde 1 ohm (símbolo  $\Omega$ ) é definido como 1 volt/ampère. Note que os isolantes são condutores fracos.

A resistividade (ou condutividade) de um material é independente da intensidade, direção e sentido do campo elétrico para alguns materiais. O gráfico do campo elétrico contra a densidade de corrente fornece uma linha reta. “Para alguns materiais, observa-se que a resistividade não depende da intensidade do campo aplicado para uma ampla faixa de campos. [...] Estes materiais são conhecidos como materiais *ôhmicos*”. (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008, p.111).

Os valores de resistividade são propriedades dos materiais. Para determinar a *resistência* de um objeto particular vamos analisar o exemplo de um condutor homogêneo de comprimento  $L$  e com área de seção transversal  $A$ , ao qual aplicou-se uma diferença de potencial  $\Delta V$  para a densidade de corrente uniforme:

A resistência  $R$  é característica de um objeto em particular e depende do material de que ele é feito, assim como também seu comprimento e área de seção transversal; a resistividade  $\rho$  é característica de um material em geral. A unidade de resistência é o ohm ( $\Omega$ ). [...] Para um determinado objeto, pode-se medir a corrente  $i$  para diversas diferenças de potenciais aplicadas e desenhar um gráfico com  $i$  em função de  $\Delta V$ . Se o gráfico fornecer uma linha reta, então o objeto é ôhmico[...]. (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2008, p.111).

A citação fornece o enunciado que embasa as equações:

$$R = \frac{\Delta V}{i} \quad (13)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (14)$$

A equação surge para o condutor homogêneo em que existe um campo elétrico uniforme  $E = \Delta V/L$ . Para a densidade de corrente uniforme ao longo da área, em que  $j = i/A$ . A resistividade será dada pela relação de  $\rho = E/j$  combinada com a expressão de Resistência  $\Delta V/i$ .

É possível ainda que dispositivos ofereçam resistência e mesmo assim não sejam ôhmicos. É o caso dos semicondutores: diodos e transistores. Assim, o gráfico de  $i$  em função de  $\Delta V$  para eles não será uma reta. Apesar de que os resistores comuns encontrados em circuitos elétricos são ôhmicos para as faixas de diferença de potencial normalmente utilizadas em circuitos.

Outro fator que pode influenciar na resistência é a temperatura. Para a maioria dos condutores, um aumento de temperatura significa um aumento de resistência, o que significa que quanto maior a agitação dos átomos dentro de um condutor, maior a resistência que ele oferece ao fluxo de cargas (HEWITT, 2011).

Um elemento resistor é frequentemente associado com outros elemento de circuito interno de acordo com finalidades específicas. É um componente essencial em qualquer circuito eletrônico. Uma vez conhecidos os valores das resistências pelo valor chamado "classificação de resistência" dado na escala logarítmica, ele pode ser usado para controlar a tensão, ajustar a corrente ou proteger outros componentes.

O conceito de resistência será abordado no produto educacional utilizando o material apresentado na seção “1.3.5 Sensor Light Dependent Resistor (LDR)”. O método utilizado está descrito na quinta sequência do capítulo 3.

### **1.3 Conceitos de Robótica para o ensino Fundamental I**

A robótica é um campo da tecnologia que contempla a computação, a eletrônica e a mecânica. Atualmente aborda os sistemas formados pelas máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas através dos circuitos integrados<sup>3</sup>, fazendo com que se tenham sistemas mecânicos motorizados e devidamente controlados de modo automático por circuitos elétricos ou então de forma manual (MATARIC, 2014).

---

<sup>3</sup> De acordo com Melo (1976), “A concepção básica, inerente aos circuitos integrados, é a construção de todos os componentes de um circuito (componentes passivos e ativos) numa mesma estrutura”. (p. 2).

Desse modo, vale mencionar que as máquinas são consideradas, por muitos como sendo vivas, porém, atuam imitando a vida e consistem em mecanismos e sensores unidos, tais componentes juntos constituem o robô. Esses elementos têm sido cada vez mais utilizados para a realização das atividades do ser humano. Os robôs consistem somente em máquinas, com isso não ficam cansados. Por essa razão tem-se adotado tal tecnologia em muitas indústrias e fábricas que tem relatado diversos benefícios como a eliminação de problemas trabalhistas, o incremento de produtividade e a diminuição de custos (CAMPOS, 2017).

A robótica é um campo relativamente novo que tem permitido às organizações que a utilizam diminuir os custos com mão de obra, ao mesmo tempo em que se assegura a elevação da produtividade. Várias nações ao redor do mundo já investem nessa estratégia, porém, o Japão é o que mais se destaca, pois, grande parte das suas fábricas conta com robôs para substituir as atividades desempenhadas pelo ser humano (AROCA, 2012).

De forma geral, pode-se apontar que a robótica resulta em impactos sociais positivos, uma vez que esse instrumento atua como uma forma de substituir o ser humano com o intuito de preservar a sua saúde e segurança, que é o caso de robôs cirurgiões, submarinos, bombeiros, entre outros tipos (MIRANDA *et al.*, 2011).

Destaca-se ainda que através deles conseguem-se promover a reintegração de algum colaborador que teve algum dano que impactou a sua capacidade motora devido a acidentes ou doenças, por exemplo. Tais elementos atuam de modo a ajudar o profissional em sua deficiência a fim de contribuir para a sua inserção no mercado (CAMPOS, 2011).

A robótica educacional já é amplamente difundida em todo o mundo, tem-se utilizado desse instrumento há cerca de 30 anos. Destaca-se que esse campo transcende o uso de computadores, pois se tem um modo de ampliar e diversificar as chamadas tecnologias digitais que começou na década de 1980 com a inserção de computadores no campo educacional (SILVA; BLIKSTEIN, 2019).

Apointa-se que no Brasil muitas escolas têm adotado essa estratégia, porém, ainda são poucas que a implementaram nos seus sistemas de ensino. Tem-se desenvolvido esforços para democratizar o ensino de robótica, tudo isso para fazer com que se possam formar cidadãos que tenham mais autonomia, que interajam mais uns com os outros, entre outras coisas. Assim, é importante que as escolas se engajem para

propiciar a adoção desse recurso que coloca o sujeito como o agente principal no processo de ensino-aprendizagem (CAMPOS, 2019).

Pensando na utilização da robótica como recurso educacional, os subtópicos 1.3.1 Scratch – Lógica criativa, 1.3.2 Bomba hidráulica – Fluxo, 1.3.3 Interruptor magnético – Reed Switch, 1.3.4 Estrutura lógica de programação: Delay e Millis e 1.3.5 Sensor Light Dependent Resistor (LDR) detalham os materiais específicos que serão utilizados no trabalho para ensino dos conteúdos de eletricidade básica, apresentados no item 1.2.

### **1.3.1 Scratch – Lógica criativa**

O *Scratch* consiste em um ambiente de programação destinado a ajudar as crianças na aprendizagem em programação por meio do desenvolvimento de histórias, jogos, entre outras coisas. Esse projeto foi criado no ano de 2003 por um grupo de estudantes do Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) (MARTINS, 2012).

Nos dias de hoje o programa é fornecido de forma gratuita e para baixá-lo deve-se acessar o site<sup>4</sup>, porém, existe outra possibilidade que é o seu uso *online* em que se realizam os projetos sem que haja o *download* e a instalação do programa. Destaca-se que o *Scratch* pode ser utilizado por qualquer um, independentemente da idade, mesmo sendo desenvolvido de forma específica para as crianças e adolescentes de 8 a 17 anos (VIEIRA, 2020).

O programa foi idealizado como sendo uma maneira de se proporcionar um ambiente completamente voltado à construção, a fim de promover a fluência tecnológica nos jovens. Isso tudo visando propiciar o avanço no entendimento acerca da inovação e da eficácia da utilização de tecnologias para que se consiga aprender, em contextos e domínios distintos. De modo a se ter inventores e criadores ao mesmo tempo em que se fomenta a aprendizagem cooperativa (RIOS; CURY, 2016).

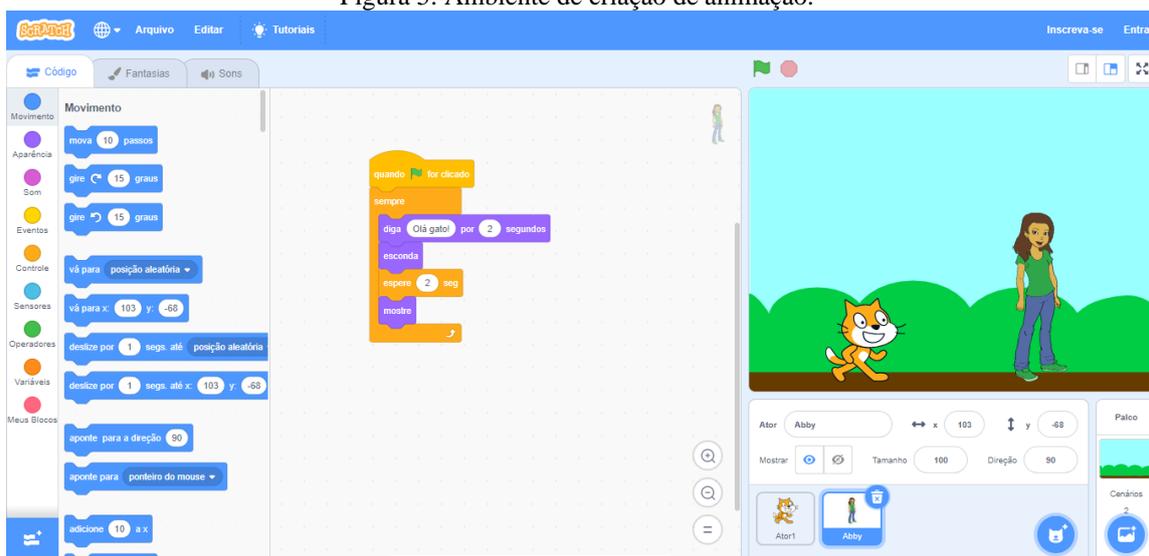
O programa conta com uma linguagem de programação clara, por meio desse recurso consegue-se desenvolver projetos que ajudam a entender e a criar habilidades computacionais e matemáticas que podem complementar os conteúdos trabalhados na sala de aula. Vale frisar que a criação de jogos e de animação no *Scratch* é relativamente simples, pois não precisa de um conhecimento prévio acerca de outras linguagens de programação (VIEIRA; SABBATINI, 2021).

---

<sup>4</sup> <https://scratch.mit.edu/download>

De acordo com Bressan e Amaral (2015) para elaborar animações é preciso seguir duas etapas básicas, a primeira é definir quais são os atores/intervenientes, que são todos os agentes que integram a animação. O *software* conta com uma biblioteca, mas é possível inserir outros. A segunda é a animação em que após inseridas, dar vida aos personagens. Existem diversos elementos no programa que possibilitam isso, entre os principais pode-se destacar: movimento, aparência, som, caneta, dados, eventos, controles e sensores que podem ser observados na figura 5.

Figura 5: Ambiente de criação de animação.



Fonte: Scratch, 2021.

A dinâmica nesses casos é um tanto acessível, pois há uma infinidade de operadores que podem ser utilizados para a realização de animações que são mais complexas, como exemplo, posicionar o ator distante de um objeto ou acima de uma determinada cor. Consegue-se também adicionar sons, tanto o do programa, como outros externos (VENTURA *et al.*, 2019).

Tudo isso é possibilitado, pois se faz o uso da linguagem de programação em blocos, que constitui uma ótima opção para quem deseja ensinar e aprender um pouco mais sobre a programação. É importante mencionar que essa linguagem ou tipo de programação, pode ser levado ao pé da letra, uma vez que é muito parecida com os blocos de um lego que são devidamente conectados a fim de constituir uma estrutura de programação (VIEIRA; SABBATINI, 2020).

Segundo CASTRO e KOSCIANSKI (2017) o desenvolvimento de tal linguagem se deu a fim de promover a democratização da programação, bem como facilitar que crianças e adolescentes utilizem esses modelos. Além disso, buscou criar conceitos de

pensamento computacional, de lógica e de programação. Nos dias de hoje consegue-se encontrar uma série de ferramentas que fazem o uso da programação por blocos para desenvolver: aplicativos para celular, controlar o Arduino, programar robôs, elaborar histórias, desenvolver jogos e criar animações.

Assim, uma ótima opção de se enviar os comandos para um robô é por meio da programação em blocos que é constituída por tais elementos em que os usuários irão determinar quais desejam utilizar para elaborar a sua animação. Com isso, consegue-se aproveitar a grande variedade de blocos que são, geralmente, divididos em condicionais, de movimentação e delimitadores (CASTRO, 2017).

No ambiente do Scratch, o principal elemento a ser explorado é a imaginação. Aliado a ela o usuário deve pensar de forma lógica em como dar vida a suas ideias de forma criativa. Um recurso bastante intuitivo é apresentado na tela inicial da plataforma, pelo nome: “Comece a criar” e é dentro dele que iremos ensinar e propor a criação de projetos no formato de histórias animadas.

Assim como uma planta necessita de energia para continuar seu ciclo natural saudável, uma história criada no *Scratch* precisa de um “personagem animado” na qual em torno dele ocorrerá a trama, e um circuito elétrico precisa de componentes básicos que exercem funções específicas. Deste modo, utilizando a base formada no *Scratch* será feita a substituição dos conceitos criativos das histórias por conceitos físicos de energia apresentados no item 1.2.1 do capítulo 1, transformação de energia, bem como feita a apresentação das partes básicas de um circuito. O procedimento a ser utilizado está descrito na SD 1 do produto educacional.

### **1.3.2 Bomba hidráulica – Fluxo**

As bombas hidráulicas consistem em máquinas operatrizes hidráulicas, os seja, dispositivos que recebem a energia potencial, isto é, a força motriz de uma turbina ou motor, e a converte em energia de pressão/força e energia cinética/movimento. Desse modo, ambas as energias são cedidas ao fluido bombeado a fim de que ocorra o seu transporte de um ponto para outro ou ainda para promover a sua recirculação (ZOCOLER *et al.*, 2011).

A utilização das bombas hidráulicas sempre se dá a partir do momento em que se deseja elevar a pressão de trabalho de um determinado fluido em estado líquido e que se encontra presente em um sistema para velocidade de escoamento. A especificação

desses componentes, tradicionalmente se dá pelo tipo de deslocamento e a capacidade da pressão máxima operacional em litros por minuto, partindo de uma dada rotação por minuto (JIMENEZ, 2019).

Vale mencionar que as bombas hidráulicas consistem em dispositivos com a capacidade promover o transporte dos fluidos de uma região a outra contendo ou não sólidos em suspensão. Tradicionalmente são utilizados para a captação de água do lençol freático, para drenar terrenos, para bombear água dos poços artesianos e demais operações em que se deseja promover a elevação da velocidade de escoamento e da pressão de um dado sistema (CIPOLLA *et al.*, 2011).

Há uma série de modelos de bombas disponíveis no mercado que se dividem basicamente em duas estratégias de funcionamento, as centrífugas e as volumétricas. No primeiro caso, tem-se as chamadas bombas centrífugas, ou turbo bombas, responsáveis por promover a movimentação de um determinado fluido através da movimentação de um eixo a partir do seu centro, expulsando-o através da ação de uma força, denominada centrífuga. No caso das bombas volumétricas, ou de deslocamento positivo, observa-se a movimentação por impulsão que força o fluido a entrar e sair dos espaços existentes no seu interior (MOREIRA, 2015).

Através das bombas hidráulicas é possível trabalhar com pressões maiores em comparação com a pressão atmosférica. Em tais casos, em que se opera com pressões mais elevadas, há vazões menores – baixas velocidades – para que se consiga ter um ótimo controle de movimento (FIALHO, 2019).

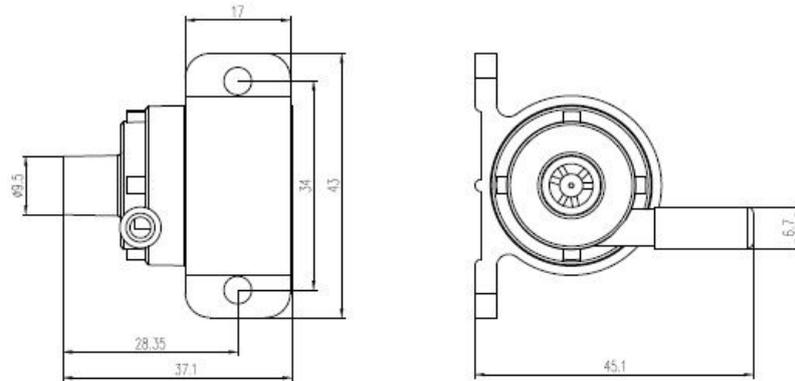
É possível ainda ter as bombas dinâmicas e hidrostáticas. Nas bombas dinâmicas, se trabalha com pressões menores e velocidades elevadas – vazões altas – no qual a energia cinética atua provocando a movimentação. No caso das hidrostáticas, aponta-se que a pressão é exercida no fundo de um determinado recipiente, sendo originária da altura de um fluido, apresentando assim energia potencial (MELCONIAN, 2018).

No presente trabalho será utilizada uma bomba submersível centrífuga com 12 Volts. Fialho (2019) afirma que esse equipamento é empregado em uma série de operações como bombeamento chaleiras, aquários, entre outros, devido à sua ótima estabilidade, eficiência e a capacidade de trabalhar de modo contínuo.

A ferramenta funciona gerando bolhas no aquário quando se puxa o ar por meio das bombas, resultando no deslocamento da água, o que faz com que haja a agitação da água que fará com que o dióxido de carbono se desloque para a superfície. As bombas

centrífugas submersíveis podem trabalhar de forma contínua para operações menores, sendo que sua elevação é de aproximadamente 50 centímetros. Esses componentes são blindados o que impede possíveis danos elétricos, assegurando seu funcionamento (FIALHO, 2019). Uma bomba submersível centrífuga pode ser vista com mais detalhes na figura 6.

Figura 6: Bomba submersível centrífuga.



Fonte: [https://is.alicdn.com/img/pb/161/099/663/663099161\\_488.jpg](https://is.alicdn.com/img/pb/161/099/663/663099161_488.jpg)

A bomba hidráulica submersível elétrica trabalha na tensão de 12 V e potência de 5W. Utilizando baixa pressão pode ter como material além da água, outros líquidos com pH<sup>5</sup> entre 5 para 8. E realiza trabalho contínuo de até 15000 h e tem taxa máxima de fluxo/vazão de 2 L/min (litros por minuto).

Esses dispositivos são responsáveis por converter a energia mecânica em energia hidráulica, durante o seu funcionamento tem duas funções sendo executadas. A primeira é uma ação mecânica responsável pela criação de vácuo na região de entrada da bomba que possibilitará o direcionamento do líquido do reservatório para a linha de entrada. A segunda é a ação mecânica que conduz o líquido para a parte da saída, forçando-o no sistema hidráulico (MELCONIAN, 2018).

Comparando o movimento do líquido na mangueira devido a diferença de potencial criada pela bomba hidráulica com um circuito elétrico, é possível usar a mesma analogia, sendo que o fluxo é de cargas elétricas e que também são movidas ao longo do condutor pela diferença de potencial em determinado circuito. A atividade proposta, será em um ambiente aberto, no quintal do colégio, onde os alunos poderão interagir com a bomba hidráulica em funcionamento e através dela será possível

---

<sup>5</sup> pH - medida do potencial hidrogeniônico que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio.

compreender o conteúdo de eletricidade apresentado no item 1.2.2 do capítulo 1. O detalhamento da aplicação está na sequência 3.3.2 da metodologia.

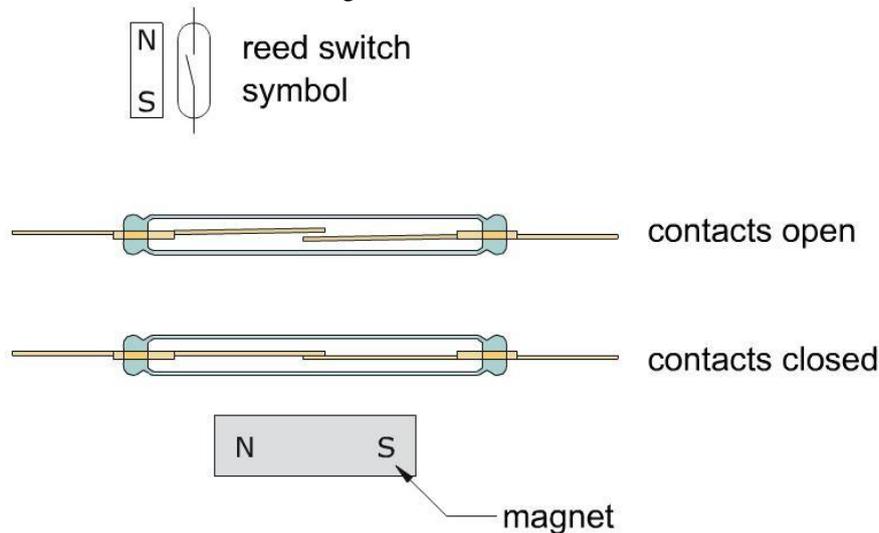
### **1.3.3 Interruptor magnético – Reed Switch**

Os interruptores magnéticos são responsáveis por acionar e por interromper cargas, mecanismos e ações em um determinado circuito elétrico. Diante disso emergem os chamados *reed switch* ou interruptores de lâmina que são pouco conhecidos, porém, amplamente versáteis no campo da elétrica. Esses dispositivos contam com características diferenciadas e específicas, além de serem altamente úteis quando usados de modo correto nos circuitos, trazendo assim uma série de benefícios que não podem ser obtidos ao se utilizar componentes parecidos (ALMEIDA *et al.*, 2021).

Do ponto de vista técnico os *reed switches* são denominados como sendo relés ou interruptores. Tais componentes possibilitam o controle da passagem de cargas entre diferentes pontos em um circuito no qual se encontram instalados, propiciando assim que se possa ligar e desligar o fluxo, quando for preciso. Esse é um dispositivo pouco conhecido pelos profissionais que trabalham no setor de elétrica, além disso, existem poucos relatos acerca das aplicações no desenvolvimento de robôs, uma vez que se tem poucas publicações sobre o tema (BRAGA, 2017).

Destaca-se que o *reed switch* consiste em uma variação bem específica dos mais variados tipos de relés, sendo constituídos por duas ou três lâminas metálicas e flexíveis que são envoltas por um tubo de vidro que está selado hermeticamente. Existe um contato em cada uma das hastes que irá ligar ou desligar em função do contato e da movimentação de tais dispositivos por meio da ação de um campo magnético (GARCIA, 2019). Frente ao exposto, a figura 7 mostra esse dispositivo.

Figura 7: Reed Switch.



<https://www.switchand.com/wp-content/uploads/2017/04/reed-switch-1.jpg>

Nesse sentido, pode-se mencionar que a ação do campo magnético no interruptor é possível somente pelo fato de se ter um elemento magnético que opera através da indução. Nas condições de operação normais as hastes permanecem afastadas e após a ação de uma bobina ou de um ímã é que se tem a sua movimentação (LAMAS, 2013).

Há uma grande variedade de modelos do *reed switches* que contam com uma série de modelos de contato, sensibilidade magnética, tensões, potências, entros. Porém, uma característica em comum de tais elementos é a sensibilidade elevada, requerendo que se tenha atenção quanto à intensidade da corrente e do campo magnético no circuito, em que os interruptores se encontram instalados (GONCALVES, 2014).

Visando sanar o problema supracitado, deve-se utilizar a associação em série dos resistores a fim de que se reduza a intensidade de cargas. No que tange ao campo magnético, deve-se estar atento à chave magnética, ou seja, um dispositivo que atua controlando e acionando o campo que incide nas hastes. Por causa da sensibilidade, consegue-se fazer o uso desse instrumento em diversos circuitos que requerem precisão (GONCALVES, 2019).

Portanto, são utilizados na robótica como chaves comutadoras, possibilitando dividir as fontes de alimentação dos circuitos consumidores com uma chave magnética ou um ímã preso no comando. Atuam ainda como um sensor de posição, sendo adotados como sendo um sensor de movimentos rotacionais, cíclicos ou não (OLIVEIRA, 2021).

São empregados como sensor de proximidade, bem como alarmes e demais dispositivos destinados a garantir a segurança. Outra possibilidade é como sensor de

corrente, por causa da geração dos campos magnéticos consegue-se promover a associação das bobinas destinadas a controlar os relés do tipo *reed* nos circuitos elétricos.

Voltando a estrutura física do interruptor magnético, podemos analisar uma disposição fundamental para seu funcionamento. Dentro da capsula de vidro, temos duas hastes metálicas separadas a certa distância e que devem se juntar por influência do campo magnético do ímã quando se aproxima (Figura 7). Quero chamar atenção para duas possibilidades de estudo. A primeira delas é a análise do campo magnético do ímã que irá se aproximar (condição necessária para o funcionamento) e seus efeitos em determinado circuito. E a segunda, especificamente, é a de maior interesse, no qual se relacionam as propriedades básicas dos materiais condutores e não condutores de eletricidade, apresentado no item 1.2.3 do capítulo 1.

Após a comutação das hastes metálicas, com o circuito fechado temos a circulação da corrente elétrica que pode ser transformada em energia sonora e luminosa, por exemplo. O ponto central do estudo se baseia no papel do interruptor magnético dentro do circuito, tendo como pergunta a ser respondida: Porque os sinais na qual o projeto foi programado para executar não são observados quando as hastes metálicas estão afastadas? A construção da resposta estará especificada na sequência didática do 3º ano que se encontra no produto educacional.

### **1.3.4 Estrutura lógica de programação: Delay e Millis**

Na programação em Arduino a variável `delay()`<sup>6</sup> é uma das mais empregadas e conhecidas, uma vez que possibilita realizar a interrupção do programa por um intervalo de tempo definido previamente no formato de um parâmetro dotado do valor almejado em milissegundos. Tal função pode receber um número por inteiro como um argumento, sendo que esse elemento indica o tempo que o programa precisa esperar para realizar a próxima linha de código, isto é, o tempo de pausa. Portanto, para desenvolver uma pausa com 3 segundos basta escrever `delay (3000)` (MARTIN, 2009).

Mesmo tal estratégia sendo popular em algumas situações não é a mais indicada para todas as situações que envolvem a programação, nesses casos pode aparecer um enorme problema que é o bloqueio da execução. Com isso, a função passa a impedir a execução do programa por um tempo determinado em que não se consegue realizar

---

<sup>6</sup> Tempo de pausa do programa.

outra instrução no intervalo, fazendo com que se tenha uma grande ociosidade (DUCKETT, 2016).

De acordo com SOUZA *et al.* (2019) na maioria dos casos é necessário que se realize algumas rotinas específicas nesse intervalo de pausa. Para sanar esse problema deve-se fazer o uso do `millis()`<sup>7</sup> que irá retornar o número, em milissegundos, que se passaram desde o momento em que se teve o início do programa, isto é, desde que houve a sua ligação. Dessa forma consegue-se avaliar o relógio do sistema de forma periódica para que se saiba o período que passou a fim de calcular o tempo em que se pode pausar, concomitantemente com o bloqueio da execução dos códigos requeridos em *sketch*. Para que se consiga pausar um programa por um intervalo de tempo determinado pode-se executar a instrução apresentada por REIS (2019) no primeiro exemplo de código `millis`:

```
Unsigned long agora = 0;

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

void loop() {

  Serial.println("Mensagem escrita a cada 3 segundos");
  //Criar a pausa de 3 segundos
  agora = millis()
  while(millis() < agora + 3000) {
    //Pausa de 3 segundos. Nada a fazer
  }
}
```

PRESSMAN *et al.* (2021) afirmam que o código criado é mais trabalhoso e maior, no entanto, a pausa é realizada com um nível de precisão mais elevado. Outro exemplo de aplicação dessa estrutura é quando se quer executar uma dada instrução através de um intervalo específico em que não se visa bloquear a execução das funções

---

<sup>7</sup> O número de milissegundos passados desde que o programa iniciou (unsigned long).

presentes no programa como a identificação de interrupções. Nesse sentido, vale mencionar uma operação em que se deseja promover o acendimento de um dado diodo emissor de luz (LED) por cerca de 4 segundos e após isso apagá-lo, sendo que nesse intervalo é preciso executar outras tarefas. Nesse caso deve-se adotar o código de REIS (2019) presente no segundo exemplo de código millis:

```
/*  
Adaptado do exemplo "Blink without Delay"  
Código original em Domínio Público  
http://www.arduino.cc/Tutorial/BlinkWithoutDelay  
*/  
  
const int LED = 9;  
int estadoLED = LOW;  
  
unsigned long tempoAnterior = 0; //Armazena o último momento em que o LED  
foi atualizado  
const long PERIODO = 4000;  
  
void setup () {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(LED, OUTPUT);  
  
}  
void loop () {  
  unsigned long tempoAtual = millis();  
  
  if (tempoAtual - tempoAnterior >= PERIODO) {  
    tempoAnterior = tempoAtual;  
  
    if (estadoLED == LOW) {  
      estadoLED = HIGH;  
    }  
    else {
```

```

    estadoLED = LOW;
}
digitalWrite(LED, estadoLED);
}
Serial.println("executado sem interferir no acedimento do LED");
}

```

Assim, com o código apresentado anteriormente consegue-se sanar o problema de bloqueio do programa, uma vez que se passa a realizar outras funções enquanto o LED se encontra aceso ou apagado no intervalo de 4 segundos. Portanto o programa começa contar o tempo para a modificação do estado do LED, possibilitando a execução simultânea de outras rotinas (ASCENCIO; CAMPOS, 2012).

Apesar da grandeza tempo, dentro dos códigos, determinar várias possibilidades para diversas situações em que o programador irá se deparar, ele precisa estabelecer uma lógica em que o atuador, para o qual esse código for carregado, execute o que foi programado.

Como a robótica se apropria de dispositivos eletrônicos, esses códigos influenciarão diretamente no comportamento da corrente elétrica. A corrente elétrica apresentada no item 1.2.4 do capítulo 1, tem em sua equação e conceito, o tempo, que associado à movimentação de cargas elétricas em uma seção de material condutor pode determinar o fluxo. Dessa forma, o projeto de sinalização veicular (semáforo sincronizado com a faixa de pedestre), especificado na sequência didática do 4º ano do produto educacional, permitirá ao aluno analisar situação real de aplicação da sincronização das cores e seus significados, mas principalmente controlar o que não pode ser visto dentro do circuito, mas pode ser manipulada dentro do código, a corrente elétrica.

### **1.3.5 Sensor *Light Dependent Resistor* ( LDR)**

O LDR consiste em um componente eletrônico no qual a resistência elétrica irá diminuir quando uma energia luminosa incide sobre ele. Com isso é possível fazer o uso desse elemento para que se consiga elaborar um sensor que pode ser desativado ou ativado quando a energia luminosa atinge esse componente (MEDEIROS *et al.*, 2020). A figura 8 mostra esse componente.



Vale mencionar que a resistência do LDR reduz com a iluminação, pois há o deslocamento dos elétrons de uma camada de valência para uma de condução que se encontra mais distante do núcleo, o que propicia tal fenômeno. O aumento da intensidade de luz faz com que se eleve a quantidade de elétrons na estrutura por causa da energia que foi entregue pelos fótons, resultando no incremento da quantidade de elétrons livres (PESSANHA *et al.*, 2010).

O LDR pode ainda ser chamado de fotoresistência ou célula fotocondutiva, independentemente disso, tem-se um semiconductor com dois terminais em que a resistência irá oscilar de forma linear com a intensidade da luz que incide no dispositivo (CAMPOS, 2017). Esse fenômeno é regido pela Eq. 14.

$$\mathbf{R} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{a} \quad (15)$$

Em que:

**R** é a resistência do LDR;

(**C** e **a**)<sup>8</sup> corresponde a constante que depende do tipo de material empregado e do processo de fabricação;

**L** é igual à luminosidade, dada em Lux<sup>9</sup>.

Existem diversas aplicações para esses sensores como os postes de luz na cidade que ligam automaticamente com o anoitecer. Também é possível controlar a iluminação em um ambiente, controlar uma porta automaticamente e realizar a contagem em uma indústria, por exemplo (MARINHO, 2020).

O LDR também pode ser utilizado para facilitar o trabalho de pilotos. Imagine uma pista de pouso e decolagem sinalizada por sensor inteligente que delimita o trajeto dentro da pista a partir da aproximação do avião. Isso dispensaria o uso de sinalizadores manuais utilizados pelos fiscais de pátio. Para que isso ocorra é necessário que o avião envie um feixe de luz para acionar o sensor, que pela sua sensibilidade irá reduzir a resistência e permitir a passagem da corrente elétrica. Esta pode ser usada inclusive nas manobras eletrônicas para dar informações ao piloto por meio de sinais sonoros. O conceito de resistência elétrica está especificado no item 1.2.5 do capítulo 1 e o projeto

---

<sup>8</sup> Constantes dependentes do processo de fabricação e do material utilizado (sulfeto de cádmio ou sulfeto de chumbo).

<sup>9</sup> Grandeza luminotécnica denominada iluminação. Trata-se de um nível de iluminância que a luminária produz no ambiente.

de ensino proposto, na sequência didática do 5º ano que se encontra no produto educacional.

### 1.3.6 Placa Arduino UNO

O Arduino consiste em um tipo de plataforma de prototipagem eletrônica desenvolvida no ano de 2005 na Itália a fim de facilitar a vida de entusiastas e estudantes de eletrônica. Dessa forma criou-se um modelo que era versátil, acessível e barato para a realização de projetos nesse campo usando os microcontroladores. Além disso, utilizar esse instrumento é algo intuitivo, uma vez que não é preciso que se tenha conhecimentos avançados em programação ou eletrônica para fazer o uso da placa (ROBERTS *et al.*, 2015).

Desse modo o Arduino consiste em uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto dotada de um microcontrolador programável que atua como seu cérebro, permitindo a realização de uma série de atividades. Esse dispositivo é formado por um conjunto dotado de *software* e *hardware* que contam com inúmeras entradas e saídas para que possam enviar e receber informações para motores, sensores, teclados, entre outros tipos de dispositivos (EVANS *et al.*, 2013).

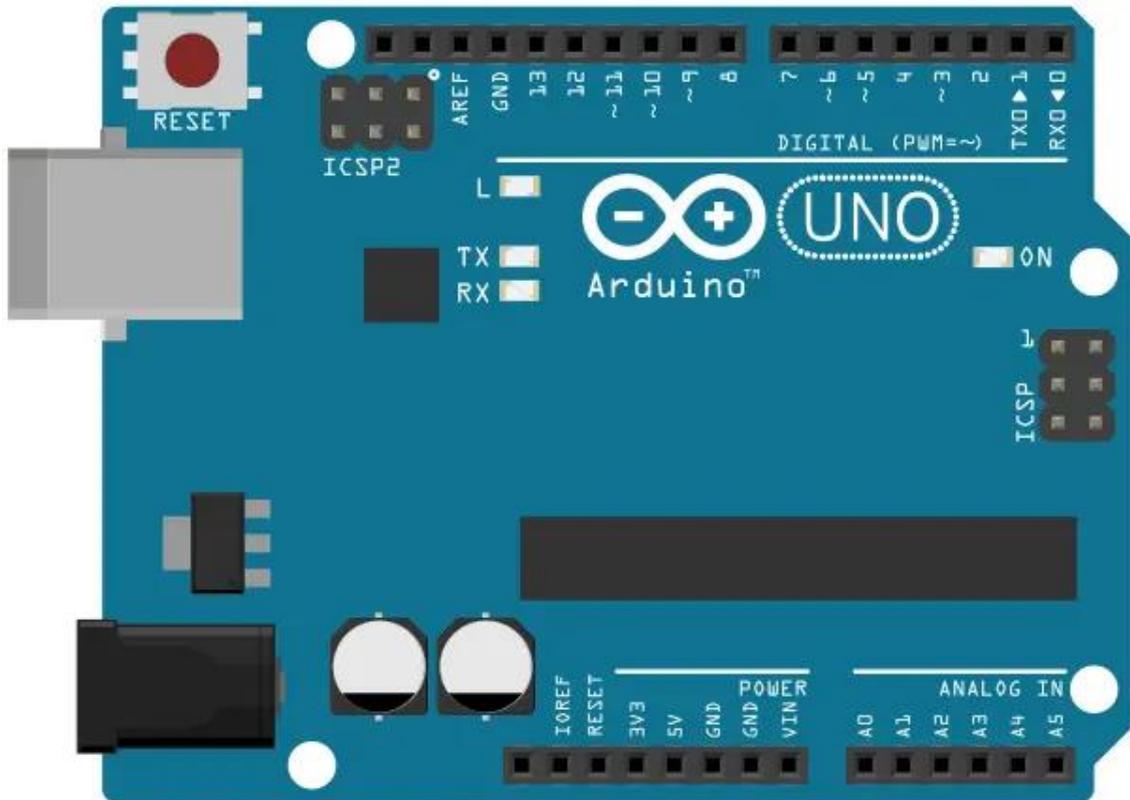
O ambiente de desenvolvimento do programa, ou seja, a IDE<sup>10</sup> do microcontrolador conta com uma série de bibliotecas para os módulos e os sensores que podem ser devidamente conectados à placa, permitindo que se possa comandar as ações necessárias para a realização do circuito. É importante mencionar ainda que a programação se dá na linguagem C (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

O fato de se ter uma placa que é do tipo *open-source* possibilita a realização de uma série de alterações ou então vendê-la sem que seja necessário remunerar seus criadores. Dessa forma, tem-se um instrumento altamente flexível para a criação de projetos. Para iniciar esse procedimento basta apenas adquirir a placa que apresenta variações na quantidade de portas, no poder de processamento e demais tipos de funcionalidades (MONK, 2017). Nesse sentido, a figura 10 mostra uma placa Arduino.

---

<sup>10</sup> Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

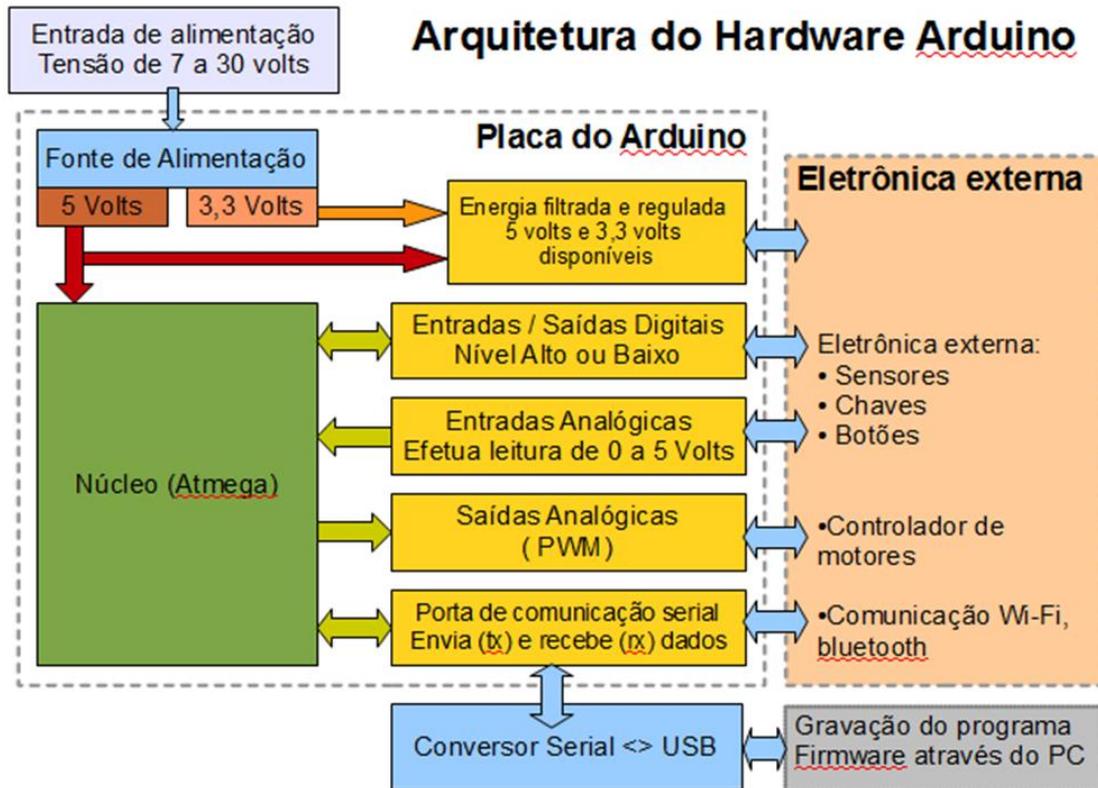
Figura 10: Placa Arduino UNO.



Fonte: <https://www.embarcados.com.br/wp-content/uploads/2013/12/uno.png.webp>

O processo de funcionamento é bem parecido com o de um computador, pois é programável e conta com entradas e saídas. Com isso tem-se uma unidade de processamento da placa dotada de dispositivos de entrada e saída de informações, unidade processamento aritmética, memória *Random Access Memory* (RAM) e *Read-Only Memory* (ROM), bem como uma unidade central de processamento (CPU) (OLIVEIRA, 2021). A figura 11 mostra a Arquitetura do Arduino.

Figura 11: Arquitetura do Arduino.



Fonte: <https://robotizando.com.br/pt-br/wp-content/uploads/2016/02/arquiteturaHardware.png>

Quando você está apenas começando a fazer projetos eletrônicos e não sabe por onde começar, um ótimo lugar para começar é com um microcontrolador. Estes são computadores baratos que você pode usar para controlar outros circuitos, conhecidos como sensores, que respondem a estímulos externos. Estes sensores podem ser qualquer coisa, desde um interruptor de luz a uma *webcam* até um acelerômetro para detectar movimento.

Um microcontrolador é um circuito especial que possui um microprocessador, memória e dispositivos de entrada/saída, como uma tela e um dispositivo de armazenamento, como um cartão microSD. Os microcontroladores vêm em uma variedade de formatos, tamanhos e sistemas operacionais. Você pode encontrar os mais comuns, conhecidos como placas Arduino, na forma de uma única placa microcontroladora, ou um sistema completo e autônomo de microcontroladores Arduino.

Um Arduino é uma plataforma para a prototipagem eletrônica. Isto inclui as peças como sensores, motores, displays, e muito mais. Mas o mais importante: É uma placa de desenvolvimento que pode ser ampliada com uma grande variedade de placas adicionais que permitem a conexão com muitos outros tipos de sistemas.

Uma variedade de sensores está disponível, como um sensor de temperatura, um sensor de luz, ou um sensor de movimento. Outros escudos permitem a conexão com outros sistemas, como uma tela LCD, um MP3 player, ou um computador. E por último, mas não menos importante: Uma grande variedade de placas adicionais, também conhecidas como escudos, expandem a funcionalidade da própria placa Arduino.

A placa Arduino tem uma série de portas que facilitam a conexão de sensores e placas com o Arduino. Há uma fonte de alimentação de 5V, GND, uma comunicação serial (para programação e depuração). A placa Arduino tem uma porta de comunicação serial que permite interagir com ela e programá-la através de um computador. É assim que o Arduino gera seu código de programa, além de receber novas atualizações de firmware.

Existe uma ampla gama de aplicações para o Arduino, consegue-se conectar a placa a motores, sensores e demais tipos de dispositivos que irão interagir com o ambiente. Desse modo, podem-se controlar as lâmpadas por meio de um sinal enviado pelo celular, por exemplo, devido à uma criação prévia de um código pautado na Internet das Coisas (IoT)<sup>11</sup>. Outra aplicação que tem se tornado popular é o desenvolvimento de robôs que podem ser operados de forma remota ou então autônoma (ROBERTS *et al.*, 2015).

Nesse sentido, os componentes apresentados nesta seção 1.3, com exceção o scratch e a bomba hidráulica, serão programados no IDE e na placa Arduino para desenvolvimento dos projetos que serão utilizados como base para o ensino dos conceitos de eletricidade.

## **1.4 Ensino de eletricidade para séries iniciais do Fundamental**

Pensar na inserção de conceitos como a eletricidade nos anos iniciais do ensino fundamental, fomenta a construção de seus aspectos mais complexos, relacionados, por exemplo, a física nas séries posteriores. Sabemos que no contexto educacional, em uma grande maioria, os adolescentes chegam no ensino médio apresentando dificuldades perceptíveis em disciplinas como a física, isto aponta para possível inexistência de uma base conceitual nas séries iniciais.

---

<sup>11</sup> Arquitetura do arduino: Promover a conexão dos itens utilizados pelo ser humano no seu cotidiano à rede mundial dos computadores.

Inicialmente, os primeiros anos do ensino fundamental, apresenta em sua estrutura curricular, a disciplina ciências, que para Lima e Grillo (2008) os conteúdos têm uma grande responsabilidade conceitual:

[...] os conteúdos selecionados para o ensino de ciências precisam levar em conta pelo menos três condições 1) a possibilidade de contribuir para a inserção do estudante no discurso contemporâneo, impregnado de informações científicas e tecnológicas 2) a capacidade de favorecer o reconhecimento da realidade social e cultural do estudante, da escola e da comunidade para os quais o currículo é dirigido; 3) a competência de propiciar elementos para a qualificação da vida não só em sentido escrito mas, também, coletivo (LIMA; GRILLO, 2008, p.137)

Assim, dentre os três eixos principais destacados pelo autor quanto ao ensino de ciências, a eletricidade deverá estar presente, tendo em vista, sua presença no dia a dia, e inserção em diversos aspectos do cotidiano do indivíduo. O importante neste contexto seria o direcionamento da prática docente, para tornar tais conceitos significativos ao educando. Portanto, os conceitos básicos sobre a eletricidade, nos primeiros anos do ensino fundamental, estão compostos a disciplina de ciências. Bento (2010) descreve que:

[...] a aprendizagem de ciências deve começar nos primeiros anos da escolaridade, mas a abordagem inicial dos conteúdos científicos deve ser feita de forma exploratória, conectada ao que os alunos conhecem do seu cotidiano e de maneira a iniciar a sistematização desses saberes e experiências vivenciais para permitir aprendizagens mais complexas posteriormente (BENTO, 2010, p.07)

O autor faz o destaque, ao que inferimos anteriormente, sobre o processo de ensino e aprendizagem, que fomente a sistematização dos conhecimentos científicos relacionados ao cotidiano, e que o educando consiga identificar os conceitos teóricos em sua vivência e experiências. Sobre o processo de ensino e aprendizagem pautado na eletricidade no contexto educacional.

O processo de formação de conceitos na idade dos alunos que correspondem aos anos iniciais do ensino fundamental, deve se basear em uma construção por descobertas, relacionados aos fatores experienciais e concretos. Nesta fase, há uma necessidade cognitiva da criança de estabelecer relações existenciais. Um exemplo prático desta aplicabilidade seria a utilização da robótica como ferramenta pedagógica em que ensino postulado partindo da descoberta e os aspectos práticos por meio do concreto, podendo assim, viabilizar o êxito na aprendizagem.

Assim, o Ministério da Educação (MEC) aponta a utilização da robótica como:

[...] ferramenta de ensino e como recurso para fomentar a aprendizagem dos conteúdos curriculares estimula a criatividade, a experimentação, a criticidade, a análise sistêmica e a inclusão de tecnologia digital com vistas à inovação dos métodos de ensino. O impacto das novas tecnologias no cotidiano de alunos e professores traz melhorias significativas nas relações aluno/professor, permitindo a democratização e o acesso aos novos recursos tecnológicos, a incorporação de novas possibilidades de trabalho docente, a dinamização do currículo escolar e o fortalecimento da relação teoria/prática no acesso ao conhecimento. (BRASIL, 2017. p.3-4)

As orientações educacionais preveem a inserção da robótica como perspectiva positiva na construção de conhecimentos (conceitos), mostrando diversos pontos que poderão auxiliar na estruturar curricular, estimulando e instigando a curiosidade, a comunicação, além de fomentar a relação entre a teoria e a prática.

Para sistematizar as concepções aqui classificadas, buscamos apresentar diferentes conceitos sobre robótica, assim, Gomes; et. al. (2010) denominam robótica pedagógica como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, em que os alunos têm acesso a computadores e softwares, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores, sucatas, rodas e um ambiente de programação mediado pelo professor.

Menezes e Santos (2015) afirmam que a robótica educacional se apresenta como ambiente de aprendizagem, possibilitando a utilização de diferentes materiais como, sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam a programação e o funcionamento dos modelos montados pelos alunos com o apoio do professor.

Silva; et. al. (2015), por exemplo, infere a robótica pedagógica como ferramenta multidisciplinar. Para Lopes (2008, p. 41) a robótica pedagógica pode ser entendida como “um conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado a outras áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robô”.

Por fim, destacamos que Ribeiro e Guarenti (2015, p. 364) defendem a robótica pedagógica “como a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens”. Nesta perspectiva, desenvolve-se aqui a abordagem de conceitos básicos de eletricidade para alunos das séries iniciais do ensino fundamental.

# Capítulo 2

## Fundamentação teórica

O capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho quanto à parte de ensino e aprendizagem utilizados na dissertação. Para isso, são apresentadas quatro seções: A utilização de tecnologias no ensino: alguns aspectos sobre a relação professor e aluno; Aspectos da teoria de Bruner utilizados; Aspectos da teoria de Piaget utilizados; e Considerações sobre a pesquisa aplicada ao ensino.

### 2.1 A utilização de tecnologias no ensino: alguns aspectos sobre a relação professor e aluno

O sistema educacional transcende uma nova era de ensino e aprendizagem, os objetivos, metodologias, estratégias que outrora viabilizavam a educação, necessitam de inferências e mudanças para acompanhar o desbravamento das novas tecnologias. Ao falarmos, em tecnologias, colaboramos para a inserção desta, nas mais diversas esferas sociais, em particular trata-se aqui do contexto da escola.

O avanço tecnológico representa uma transformação cultural, as novas mídias ocupam cada vez mais espaço, principalmente no contexto educacional. Os ambientes digitais de comunicação, informação e entretenimento inovam no aperfeiçoamento e direcionamento de novos conteúdos e de ferramentas digitais fomentando assim, a sua expansão de maneira acelerada. Segundo Barroto e Crespo (2013):

[...] a cultura é um reflexo da ação humana, a cultura se constitui de ação do homem, na sociedade; criando formas, objetos, dando vida e significação a tudo o que o cerca. É essa ação humana que permitiu o surgimento do computador e por conseguinte, o surgimento da cultura digital. E esta passa, em seguida, a fazer parte de vários aspectos da vida humana, na aprendizagem pedagógica, na vida afetiva, na vida profissional, na simbologia da comunicação humana. Desse modo, vimos surgir uma nova estruturação de pensamentos, práticas e conceitos. Cabe ressaltar aqui, que a cultura não se transforma em digital, mas sim, ela busca se adequar ao cenário digital, ao mundo virtual (BARROTO; CRESPO, 2013, p. 17).

É notória a relação estabelecida entre os recursos tecnológicos com os traços teóricos e metodológicos no âmbito educacional.

“A tecnologia oferece recursos e descortina possibilidades para se atingir objetivos específicos, gerando motivação, surpresa e superação de barreiras. É preciso analisar, pensar e destacar as efetivas contribuições da utilização do

aparato tecnológico na formação do futuro docente [...]” (SCHRAMM, 2009. p.28).

Nesta analogia precisamos traçar caminhos significantes quanto ao papel do professor desde sua formação inicial e do aluno na inserção, utilização e aplicabilidade da tecnologia no contexto educacional, como potencialidade objetiva no processo de ensino e aprendizagem.

Neste intuito, a formação docente destaca-se como instrumento propulsor e de fundamental importância, sendo esta baseada em uma reflexão sobre a atualidade. Para Tardif (2014), as formações com base nos saberes e na produção de saberes constituem polos inseparáveis. Destacamos dois pontos importantes neste momento, à formação e à produção de saberes, ambas destacadas pelo autor. Vimos que temos um intercâmbio, entre o processo formativo e de produção que se baseia na importância de construir novos saberes. Neste sentido, a cultura digital que permeia a sociedade traz a busca incessante de aprofundamentos em contestante aos conhecimentos tecnológicos.

Iniciamos este ponto do texto, com algumas reflexões que impulsionam questionamentos quanto os saberes e conhecimentos docentes. “Quais são os saberes que servem de base ao ofício de professor? [...] quais são os conhecimentos, o saber-fazer, as competências e as habilidades que os professores mobilizam diariamente [...] a fim de realizar concretamente as suas diversas tarefas?” (TARDIF, 2014, p. 9). Então, o que sabe um professor, o que ele deve saber? São diferentes, questionamentos, que mobilizam diversas concepções, principalmente em torno da formação destes profissionais.

Precisamos relacionar os saberes docentes diante a formação profissional. Para Tardif (2014, p. 228) “a relação dos docentes com os saberes não se reduz a uma função de transmissão de conhecimentos já constituídos”. O autor nos abre espaço para uma visão baseada na pluralidade e a heterogeneidade da prática e do saber docente.

As epistemologias de Tardif (2002) apontam que os saberes docentes podem ser construídos de acordo com quatro categorias que são: os saberes profissionais, os disciplinares, os curriculares e experienciais. Com ideologias voltadas ao seguimento de Tardif sobre os saberes docentes, Pilatti (2015, p. 3) diz que:

Os saberes profissionais são aqueles saberes adquiridos na formação inicial ou continuada dos professores, saberes que são baseados nas ciências e na erudição, são transmitidos aos professores durante a formação. Os conhecimentos pedagógicos relacionados as técnicas e métodos também fazem parte dos saberes profissionais.

Destacamos a emergente importância de incorporar aos saberes profissionais, a utilização das tecnologias como suporte metodológico para prática docente, este ponto norteia uma formação baseada na realidade cotidiana do ‘ser’ professor. A incorporação dos conhecimentos ao uso das tecnologias no processo formativo do professor é destacada por Matos e Azvedo (2014, p. 9):

a tecnologia se faz presente de modo a fortalecer o saber adquirido na formação inicial e continuada do professor, proporcionando uma interação entre a Ciência e a Técnica, tão necessárias à formação deste profissional. Mas não se define a isso somente, pois estes saberes, extraídos também da experiência, podem vir a ser incorporados nessa gama de saberes utilizados e produzidos pelos docentes em sua formação. O saber não advém somente de um modo de fazer na prática (técnica), mas de uma união de teorias (Ciência) que explicam essa prática. Hoje a Tecnologia está cada vez mais em constante mudança, o mundo está em constante mudança. Observamos essa questão em todos os lugares, pelos telejornais temos conhecimento do que acontece em tempo real em todo o planeta. Em razão disto, o profissional da Educação deve se preparar para um contexto educacional de mudanças.

Outro saber, destacado por Tardif (2002) são saberes disciplinares, podemos relacioná-los aos conhecimentos das mais diversas ciências que fazem parte dos conteúdos programáticos escolares, como português, matemática, história, ciências etc. Tardif (2002, p. 38) diz que esses saberes "emergem da tradição cultural e grupos sociais produtores de saberes".

Os saberes curriculares para Tardif (2002, p.38) estão nos "discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita". Estes saberes são exclusivos do ofício de ser professor, como os planejamentos, sequências, conteúdos, e objetivos que dão suporte a aplicabilidade dos encaminhamentos institucionais.

Por último, destacamos “o saber experiencial se transforma num saber funcional, prático, interativo, sincrético e plural, heterogêneo, não-analítico, aberto, personalizado, existencial, pouco formalizado, temporal e social” (TARDIF, 2002, p. 109). Neste, abrimos um leque de discussões que valida a prática do professor, são os saberes adquiridos dia após dia, estamos falando do cotidiano e da realidade deste profissional, que são os saberes construídos e vivenciados por cada um destes profissionais que seguem ou mudam constantemente uma ideologia de relação teoria e prática baseada nas experiências.

[...] os saberes da experiência são também aqueles que os professores produzem no seu cotidiano docente, num processo permanente de reflexão

sobre sua prática, mediatizada pela de outrem – seus colegas de trabalho, os textos produzidos por outros educadores. (PIMENTA, 1999, p. 20)

Diante de todos os saberes que se inicia no processo formativo do professor à prática docente, abrimos espaço para o destaque na inserção das tecnologias na formação e prática docente. Para Matos e Azvedo (2014, p. 8):

Elaborar uma concepção a respeito do conceito de Tecnologia, aliado a uma Tendência na formação de professores, se faz importante e também tarefa complexa, diante de conceitos um tanto díspares, mas não antagônicos. Ao discutir sobre Educação e mais especificamente Ensino, é possível compreender que ante a sociedade este tema perpassa por todos os níveis, tendo a devida relevância, dependendo da classe social e a visão que se tem e se dá a este aspecto [...] considerar a Tecnologia como ferramenta para impulsionar o processo de evolução da humanidade torna-se legítimo em virtude de todos os aspectos observados no decorrer do tempo. Essa tecnologia, que mudou os modos de viver e conviver, em sociedade, obrigou-nos a compreender que o papel do profissional docente não está aquém desta tecnologia. Os processos vão se modificando, de tempos em tempos, não apenas para suprir uma demanda de novos produtos a serem consumidos pelos mais variados grupos sociais, mas também explicitar a necessidade da educação estar acompanhado todo esse processo frenético e diverso.

O processo educacional, assim, exige que tenhamos um ensino cada vez mais significativo e que represente a realidade do aluno, como os autores destacam, vivemos uma era no qual a tecnologia ocupa, a cada segundo, um novo espaço na sociedade. A utilização desta tornou-se uma ‘necessidade’. Portanto, a formação inicial e continuada do professor nos abre espaço para falarmos de outro saber, o tecnológico.

Para Castells (2006) vivemos atualmente na “sociedade da informação”, a sociedade da comunicação, nossos alunos estão imersos em uma cultura digital desde muito cedo, com acesso as informações através do uso da internet e o domínio dos equipamentos eletrônicos como os computadores.

Os professores necessitam acompanhar essa aceleração tecnológica, romper o tradicionalismo convencional, “ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial”. (MORAN, 2000, p. 63)

A apropriação de conhecimentos no novo contexto educacional reafirma o posicionamento de André (2001, p. 57) quando infere que:

[...] a articulação entre a teoria e a prática na formação docente, reconhecem a importância dos saberes da experiência e da reflexão crítica na melhoria da prática, atribuem ao professor um papel ativo no próprio processo de

desenvolvimento profissional e defendem a criação de espaços coletivos na escola para desenvolver comunidades reflexivas.

Portanto, os saberes adquiridos pelos licenciando no contexto acadêmico tornam-se propulsores para um olhar reflexivo, quanto às modificações e inserção das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem. Quanto à inserção dos recursos tecnológicos aos saberes docente Kenski (1998, p. 61) ressalta que:

Favoráveis ou não, é chegado o momento em que nós, profissionais da educação, que temos o conhecimento e a informação como nossas matérias-primas, enfrentarmos os desafios oriundos das novas tecnologias. Esses enfrentamentos não significam a adesão incondicional ou a oposição radical ao ambiente eletrônico, mas, ao contrário, significam criticamente conhecê-los para saber de suas vantagens e desvantagens, de seus riscos e possibilidades, para transformá-los em ferramentas e parceiros em alguns momentos e dispensá-los em outros instantes.

O ensino atualmente está pautado na inovação, um ensino dialético entre as diversas ciências como a tecnologia. “Pensar nessa tecnologia, agora produto de uma fusão de saberes, permite ao homem desenvolver formas de viver em sociedade de maneira mais qualitativa, com vistas a uma maior sociabilidade e desenvolvimento de suas faculdades e meios produtivos.” (OLIVEIRA, 2008, p. 11).

Neste mesmo direcionamento Araújo (2005, p.23-24) esclarece que:

O valor da tecnologia na educação é derivado inteiramente da sua aplicação. Saber direcionar o uso da Internet na sala de aula deve ser uma atividade de responsabilidade, pois exige que o professor preze, dentro da perspectiva progressista, a construção do conhecimento, de modo a contemplar o desenvolvimento de habilidade cognitivas que instigam o aluno a refletir e compreender, conforme acessam, armazenam, manipulam e analisam as informações que sondam na Internet.

Assim, diante algumas reflexões em torno dos saberes docentes, relacionando estes aos saberes tecnológico, podemos destacar que são conhecimentos atuais os quais tornam-se indispensáveis à formação docente. Pensando não apenas em uma formação inicial, mas contínua, que se intercale aos saberes experienciais, tendo em vista a velocidade das modificações tecnológicas.

Incorporam-se ainda a este discurso as contribuições que o ensino remoto, trouxe devido à pandemia da Covid-19, instalada no ano de 2020 e ainda existente durante a construção da dissertação. Houve, portanto, um novo olhar e a necessidade emergente sobre o uso de tecnologias.

Com a paralisação das aulas presenciais diante a exigência da Organização Mundial de saúde, para conter a proliferação do Covid-19, o ensino passou por algumas modificações para buscar estratégias e metodologias que pudessem auxiliar no processo de ensino não-presencial, portanto, surgiram algumas classificações como a modalidade de ensino remoto. Júnior (2020, p. 41) diz que:

[...] o sistema de educação à distância e/ou remoto; síncrono, assíncrono ou híbrido, é no momento complexo para o processo de aprendizagem de todas as camadas da sociedade além de afetar a interação social entre crianças adolescentes e adultos, que tem na escola como unidade física um espaço para adquirir conhecimento teórico acerca de diversos assuntos concomitante ao desenvolvimento de relações interpessoais e aquisição de conhecimentos que não estão nos livros e que apenas o contato físico/presencial pode fornecer. Nesse modelo de ensino, o professor precisa desenvolver atividades que motivem os alunos de modo efetivo e que traga de fato um conhecimento significativo por parte do aluno.

Portanto, a pandemia intensificou a utilização dos suportes tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem, no entanto, destacamos os desafios encontrados pelos professores, alunos e pelas próprias escolas para a efetivação do ensino remoto. Ainda que, estejamos vivenciando uma ‘era’ tecnológica, a realidade social a qual está oportunizada atualmente na sociedade, o contato com estes meios é fundamentada junto ao contexto de desigualdade de oportunidades ao acesso aos aparelhos e conhecimentos que subsidiem os recursos da tecnologia. Assim, professores, alunos, coordenadores e toda a equipe escolar tiveram que moldar suas práticas em meio ao processo de ensino aprendizagem diante a nova realidade social.

Sobre algumas reflexões quanto às práticas pedagógicas durante o ensino remoto na pandemia do Covid-19, é necessário destacarmos a necessidade de:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo os professores) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017. p. 9).

O próprio Ministério da Educação orientava antes mesmo da pandemia, sobre a necessidade do conhecimento tecnológico e sua inserção no espaço escolar, todavia, com a pandemia, apenas evidenciamos sua importância, como também, a dificuldade dos professores na utilização das plataformas digitais, e dos próprios recursos tecnológicos que foram suporte fundamental para fomentar a educação na modalidade remota.

Como destacado em outros trechos do texto, estamos no período de globalização e expansão tecnológica. Nossas crianças vivenciam uma cultura digital com meios tecnológicos, assim, o ensino pautado neste viés, o torna cada vez mais significativo. No entanto, a pandemia nos trouxe um alerta, quanto o acesso destes alunos aos meios tecnológicos. Há uma necessidade emergente em situar estratégias e políticas para dar condições e elevar a educação para todas as crianças.

Elevar emergencialmente o acesso das famílias mais pobres aos recursos tecnológicos e adotar, em caráter adicional, medidas de ensino a distância que exigem uso da tecnologia (como envio de livros e materiais impressos e orientações às famílias para estímulo das crianças e jovens) devem ser considerados. Os alunos de nível socioeconômico mais baixo, que já deveriam receber maior foco da política educacional em situações normais, devem ganhar atenção ainda mais especial neste momento de crise. (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2020, p.10)

Na dialética relação entre aluno e professor “a atividade de ensino-aprendizagem, por ser um processo no qual ao mesmo tempo em que o conhecimento é produzido pelo professor e pelo aluno, ele é consumido pelo aluno e pelo professor, pois o professor ensina e aprende, e o aluno aprende e ensina” (ENS, 2002, p. 38).

O aluno da atualidade ao nascer encontra-se imerso a uma cultura tecnológica. Desde muito cedo, tem contato com televisão, smartphones, computadores, internet, enfim, a realidade social que vivenciamos é norteadada pelo uso de tecnologias. Portanto, nos encontramos em uma situação emergente, no qual devemos ressignificar os objetivos escolares para que atendam às necessidades educacionais dos alunos. Uma educação pautada, na realidade e no cotidiano, tornando-se assim, significativa com uma proposta inovadora no processo de ensino e aprendizagem. Para Klausen (2003, p. 3) a aprendizagem significativa:

[...] parece ocorrer por meio de processos: explorando, fracassando, tentando, corrigindo, obtendo dados, elaborando conjecturas, testando-as, construindo explicações, que são resultados de inferências, comparando, fazendo analogias, refletindo. Uma nova experiência é comparada com outras hipóteses são criadas, verificadas, confrontadas, explicadas, outras expectativas são criadas e assim por diante.

Como vimos nas palavras de Klausen (2003), o processo em torno da aprendizagem significativa envolve uma inter-relação primeiramente entre seus ‘agentes’ alunos e professores em um contexto de construção, portanto, tanto o professor quanto alunos tornam-se aprendizes. Segundo Moran (2000, p. 4)

“A concepção de ensino e aprendizagem revela-se na prática de sala de aula e na forma com professores e alunos utilizam os recursos tecnológicos

disponíveis. A presença dos recursos tecnológicos na sala de aula não garante mudanças na forma de ensinar e aprender. A tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção de conhecimentos por meio de uma atuação ativa, crítica e criativa por parte de alunos e professores”.

Por fim, indica-se que os conceitos discutidos nesta seção endossam e fundamentam o uso de tecnologias nas práticas docentes, em particular nas séries iniciais do ensino fundamental, portanto trouxemos algumas concepções que enaltecem o trabalho docente desde o processo de formação, como também, o reflexo de sua formação na prática que se consolida junto ao aluno. O processo formativo com abrangência nos recursos tecnológicos, propondo uma prática reflexiva promove o ensino com reposta positiva na aprendizagem destas crianças.

## **2.2 Aspectos da teoria de Bruner utilizados**

Os aspectos epistemológicos da teoria de Bruner elencam diversos critérios que impulsionam a construção do produto educacional e análise dos resultados desta pesquisa. Com foco predominante no processo de ensino atrelado ao currículo e etapa de desenvolvimento intelectual da criança.

Iniciamos nossas inferências com a seguinte citação “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta a qualquer criança em qualquer estágio do desenvolvimento” (BRUNER 1973c, p. 73,76). Ou seja, a maneira do ensino honesto destacado pelo autor é o respeito a etapa de desenvolvimento intelectual da criança. Assim, destacamos as três fases que Bruner (1973) definiu ao desenvolvimento intelectual:

A representação ativa é o momento em que o trabalho mental da criança consiste principalmente em estabelecer relações entre a experiência e a ação; seu interesse consiste em manipular o mundo por meio da ação.

A representação icônica compreende o momento em que a criança já está na escola (estágio operacional-concreto). É operacional no sentido de manipulação direta dos objetos. De um modo geral, uma operação é uma maneira de obter mentalmente dados sobre o mundo real, de modo que possam ser usados na resolução de problemas.

A representação simbólica corresponde ao período designado pela escola de Genebra das operações formais. Nesse ponto, a atividade intelectual da criança parece basear-se numa capacidade para operar com proposições hipotéticas, do que permanecer restrita ao que já experimentou, ou ao que tem diante de si. (BRUNER, 1973, p.34-35).

Nesta concepção o processo de desenvolvimento e construção conceitual segue um dinamismo entre a representação ativa, icônica e simbólica partindo do conhecimento base/conceitual ao mais complexo. Ou seja, parte do concreto para a construção do conhecimento abstrato. Assim, o autor afirma que “o mais importante no ensino de conceitos básicos é ajudar a criança a passar progressivamente do pensamento concreto à utilização de modos de pensamento conceptualmente mais adequados” (BRUNER, 1987, p. 36).

Portanto, para a efetivação deste ensino se faz necessário pensar em estratégias que possibilitem sua aplicabilidade. Desta maneira, o autor salienta a necessidade de um currículo baseado em formato espiral (Figura 12). Assim, para Bruner (1973<sup>a</sup>) “um currículo escolar deve ser estruturado em torno de grandes temas, princípios e valores que os façam de grande importância para a sociedade, de maneira que sejam trabalhados de forma contínua” (SILVA; GOMES, 2017, p. 23).

Ainda sobre o currículo em espiral Bruner (1969) diz que:

Os assuntos devem ser estruturados de maneira que possam ser mais facilmente compreendidos pelos estudantes, facilitando a memorização (memória), a compreensão de princípios fundamentais para a transferência de aprendizagem e o reexame dos conceitos (avanço do conhecimento/assunto). A estrutura de um conteúdo envolve três princípios básicos (relacionados à habilidade para o domínio do assunto): forma da representação utilizada, envolvendo representações ativa, icônica e simbólica; economia, respeitando um equilíbrio da quantidade de informação a ser processada; potência efetiva, que envolve a capacidade do aluno de relacionar assuntos distintos e de enfrentar tarefas intelectuais (DIAS; et al., 2020, p. 163).

Um dos pontos chaves, que nos chamam bastante atenção, é a construção contínua do conhecimento e seu processo significativo para que a criança consiga externar relações entre o conhecimento e a realidade cotidiana.

Portanto, o autor estabelece alguns direcionamentos quanto ao processo de ensino, com ações que se efetivem de maneira a facilitar a exploração de novos conhecimentos. Quando o autor traz referências ao ensino facilitador, salienta também a necessidade de “algo que a faça ter início, algo que a mantenha em ação, e alguma coisa para evitar que se perca [...]” (BRUNER, 1969, p. 59). O professor ainda que atue como um facilitador, precisa de organização e planejamento para guiar todo o processo de exploração e descobertas do novo/conhecimento.

Assim, o processo de efetivação do ensino e aprendizagem ocorre pelo instigar da curiosidade. Assim, “a aprendizagem por descoberta se efetiva com a direção da

instrução, para que as explorações sejam realizadas de forma organizada e clara, dando ao estudante o direcionamento para a solução de problemas” (BRUNER, 1969).

Figura 12: Espiral de Bruner.



Fonte: <https://www.psicologiaexplica.com.br/wp-content/uploads/2016/06/espiral-do-Bruner.png>

Em análise a imagem acima, identificamos o processo de aprendizagem pautado no princípio de desenvolver inicialmente conceitos básicos às dimensões mais complexas na construção de conhecimentos. Assim, o currículo em espiral aborda a aprendizagem de modo que o aluno possa ir do conhecimento geral ao conhecimento especializado, naturalmente. Todavia, centralizar um olhar reflexivo quanto aos aspectos de aprendizagem com a reorganização curricular, destacado por Bruner, dinamizou a ciência como proposta de construção de conhecimento humano. Para Roldão (1994, p. 63):

“O currículo em espiral de Bruner é, segundo este autor, fundamentado pela caracterização do desenvolvimento dos estádios. No entanto, esta fundamentação é vista como uma orientação para adaptar estratégias de ensino aos diferentes modos de ver o mundo em diferentes idades e não para selecionar ou excluir conteúdos ou conceitos. Os desenvolvimentistas interpretam a teoria de modo diferente, relacionando a natureza e o nível da abstração dos conteúdos com os processos mentais que funcionam ou não num dado estádio. Dão especial importância à hierarquia dos estádios enquanto Bruner, apesar de ter também estabelecido uma sequência de estádios, se preocupa mais com a especificidade qualitativa da compreensão das crianças em cada fase.

Perante o avanço rápido das Ciências, seria necessária uma abordagem diferente ao seu ensino. Assim sendo, “os conceitos de estrutura, princípio fundamental e

transferência são fundamentais e estão interligados na concepção teórica de Bruner” (ROLDÃO, 1994, p. 61).

No contexto educacional, a aprendizagem por descoberta apresenta-se no envolvimento dos alunos no processo de descoberta e no uso das metodologias científicas próprias de cada ciência: “Julgamos que, logo de início, o aluno deve poder resolver problemas, conjecturar, discutir da mesma maneira que se faz no campo científico da disciplina” (BRUNER, 1965, p. 1014).

Para alcançarmos tais objetivos, como destacado anteriormente, instrumentalizamos de início os conceitos mais simples e diante o processo de desenvolvimento e aprendizagem do aluno ocorre o avanço da complexidade de tais conteúdos. Silva e Gomes (2017, p. 22) citam como exemplo que:

[...] se julgado como importante a compreensão de números, medida ou probabilidade na busca da ciência, logo os alunos devem ser apresentados a esses tópicos tão cedo quanto for possível de uma maneira intelectualmente mais “honesto” o possível e levando em consideração as formas de pensar da criança, de forma que os tópicos sejam desenvolvidos progressivamente conforme o progresso do ensino.

Portanto, na prática como docente elencamos os princípios da aprendizagem pautado na descoberta como propõe Bruner, procurando instigar a curiosidade das crianças através do ‘novo’, atrelado ao ensino significativo que possam fazer uma relação com o cotidiano. Os instrumentos tecnológicos, energia, a ciência faz parte da realidade destes alunos, então propor o currículo em espiral é também dialogar com muitos conhecimentos empíricos, é intensificar a base conceitual. Como por exemplo, elucidar o conceito de energia e mostrar as fontes de energia, são processos que necessitam está interligados a descoberta do ‘novo’ para um processo de ensino e aprendizagem eficiente.

Destaca-se aqui que a proposta de produto educacional trata-se de cinco sequências didáticas, uma para cada ano do ensino fundamental I. As sequências foram pensadas para que de forma crescente de dificuldade o tema eletricidade fosse trabalhado, em paralelo com a inserção da robótica, mais especificamente o contato com linguagem de programação e o uso do arduino em sistemas simples. Assim, a proposta do ensino em espiral de Bruner relaciona-se bastante com a proposta de ensino desenvolvida na dissertação. Além disso, ressalta-se que o nível de desenvolvimento da

criança também é considerado nas sequências didáticas propostas para que de forma honesta o conteúdo seja abordado.

### **2.3 Aspectos da teoria de Piaget utilizados**

A teoria (epistemologia) genética de Jean Piaget apresenta algumas considerações que merecem destaque nesta pesquisa. Assim, consideramos uma abordagem que visa o estudo da inteligência e a construção do conhecimento em uma perspectiva biológica, como também, associada ao meio direcionada a interação externa destes indivíduos, com o princípio da aprendizagem partindo do ‘eu’ para o ‘meio’. Piaget (1986) salienta em seus estudos o predomínio da inteligência:

A inteligência não aparece, de modo algum, num dado momento do desenvolvimento mental, como um mecanismo completamente montado e radicalmente diferente dos que o precederam. Apresenta, pelo contrário uma continuidade admirável com os processos adquiridos ou mesmo inatos respeitantes à associação habitual e ao reflexo, processos sobre os quais ela se baseia, ao mesmo tempo que os utiliza (PIAGET, 1986, p.23).

Portanto, a epistemologia de Piaget (1986) contempla o processo de inteligência ligado ao indivíduo desde o nascimento, em um processo de construção, oriundo de reflexões, e aproximação com o meio, não é puramente inato, nem um único complexo externo, mas sim, uma relação construtiva. Portanto, o autor afirma que:

[...] a inteligência é uma adaptação, por isso, para apreender as suas relações com a vida em geral, se faz necessário definir quais as relações que existem entre o organismo e o meio ambiente. Isto significar dizer que para entendermos a evolução da inteligência é indispensável conhecer as relações que o sujeito estabelece com o meio e como o meio influencia nesse processo, ou seja, de que forma a criança utiliza os objetos externos para apreender e aprender sobre eles por meio de ações coordenadas (PIAGET,1986. p.28)

Piaget (1999), em alguns estudos que evidenciam o processo de desenvolvimento e aprendizagem, destaca os aspectos biológicos e maturacionais interligados ao ambiente externo. Portanto, destacamos quatro estágios destacados pelo autor que nos auxiliarão a compreender o processo de construção de conhecimento das crianças no Ensino Fundamental I que são: sensório motor, pré-operacional, operacional concreto e operações formais.

Assim, o primeiro estágio destacado na teoria piagetiana que corresponde ao “desenvolvimento cognitivo é o estágio sensório motor. Durante esse estágio (do

nascimento até aproximadamente os 2 anos), dizia Piaget, os bebês aprendem sobre si mesmos e sobre seu ambiente” (PAPALIA, 2006, p.197).

Existe nesta fase algumas características relacionadas à fase pré-linguística como um processo gradual de desenvolvimento motor e cognitivo. O estágio seguinte é o período pré-operacional, que acontece entre dois à sete anos. Teremos então, uma criança que a nível comportamental atuará de modo lógico e coerente (em função dos esquemas sensoriais-motores adquiridos na fase anterior) e que a nível de entendimento da realidade estará desequilibrada (em função da ausência de esquemas conceituais). (RAPPAPORT, 1981, p.68).

Nesta fase, temos a inserção desta criança na educação pré-escolar e o desenvolvimento de diferentes aspectos cognitivos, no entanto, o ensino deve atender as delimitações de aprendizagens destas crianças, com metodologias pontuadas no ensino com base no conhecimento concreto.

a criança pequena tem extrema dificuldade em se colocar no ponto de vista do outro, fato que a impede de estabelecer relações de reciprocidade. As características representam o que Piaget chamou de \_pensamento \_egocêntrico. Tal pensamento, como seu nome indica, está "centrado" no "eu". (LA TAILLE, 1992, p.15).

No contexto epistemológico da teoria piagetiana, temos alguns conceitos que explicam o processo de ensino-aprendizagem como a assimilação, acomodação e equilíbrio. Segundo MOREIRA (1999, p. 100):

[...] o crescimento cognitivo da criança se dá por assimilação e acomodação. A assimilação designa o fato que a iniciativa na interação do objeto é do organismo. O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda à abordagem da realidade supõe um esquema de assimilação. Quando o organismo (mente) assimila, ele incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio. [...] muitas vezes os esquemas de ação da criança (ou mesmo do adulto) não conseguem assimilar determinada situação. Neste caso o organismo (mento) desiste ou se modifica. No caso da modificação, ocorre o que Piaget chama de ‘acomodação’. [...] Não há acomodação sem assimilação, pois a acomodação é reestruturação da assimilação.

O terceiro estágio de desenvolvimento e aprendizagem destacado por PIAGET (1999) é o de operações concretas classificado por volta de sete aos 12 anos.

Aproximadamente aos 7 anos, segundo Piaget, as crianças entram no estágio de operações concretas, quando podem utilizar operações mentais para resolver problemas concretos (reais). As crianças são então capazes de pensar com lógica porque podem levar múltiplos aspectos de uma situação em consideração (PAPALIA, 2006, p.365).

Estas crianças são inseridas no Ensino Fundamental I com processos cognitivos correlacionados ao concreto, portanto o ensino precisa evidenciar a realidade destas crianças, mostrando os aspectos práticos, experimentais e uma construção de conhecimento que corrobora para o concreto. Essa ênfase ao ensino concreto é definitivamente uma condição cognitiva destas crianças.

Esta “reflexão”, é então com um pensamento de segundo grau; o pensamento concreto é a representação de ações possíveis. Não nos devemos espantar, então, se o sistema das operações concretas deva terminar no decorrer dos últimos anos da infância, antes que se torne possível “a reflexão” em operações formais. Quanto a estas, não são outras senão as mesmas operações, mas aplicadas a hipóteses ou proposições (PIAGET, 1999, p.60).

O último estágio são os de operações formais, que direciona um estudo a partir dos 12 anos. Temos a continuação do processo de construção de conhecimento do estágio anterior, portanto, configurado na formação de conceitos, ou seja, nesta fase nossos alunos estão com seus aspectos cognitivos preparados para sistematizar o conhecimento ‘abstrato’.

O pensamento formal, é portanto, “hipotético-dedutivo”, isto é, capaz de deduzir as conclusões de puras hipóteses e não somente através de uma observação real. Suas conclusões são válidas, mesmo independentemente da realidade de fato, sendo por isto que esta forma de pensamento envolve uma dificuldade e um trabalho mental muito maiores que o pensamento concreto (PIAGET, 1999, p. 59).

Assim, cada estágio especifica os desenvolvimentos cognitivos que as crianças e adolescentes são capazes de desenvolver, diante de cada faixa etária. É um desenvolvimento progressivo, no qual cada estágio se torna essencial para contemplar as características do posterior.

[...] cada um dos estágios passados corresponde a um nível mais ou menos elementar ou elevado da hierarquia das condutas. Mas a cada estágio correspondem também características momentâneas e secundárias, que são modificadas pelo desenvolvimento ulterior, em função da necessidade de melhor organização. Cada estágio constitui então, pelas estruturas que o definem, uma forma particular de equilíbrio, efetuando-se a evolução mental no sentido de uma equilibração sempre mais completa. (PIAGET, 1999, p. 15).

Parafrazeando algumas concepções de CAVICCHIA (2010) ao tentar se adaptar ao meio ambiente/objeto, a criança utiliza processos fundamentais que compõem as estruturas necessárias destacadas por Piaget no processo de desenvolvimento e aprendizagem. Quanto ao sistema cognitivo, a nível de seu funcionamento, temos a

assimilação externada junto ao objeto, acontecimento, novas informações, etc. A acomodação é a sistematização da assimilação para que haja o encontro com a equilíbrio, a busca pelo novo equilíbrio, melhor do que o anterior. Nas sucessivas desequilibrações e reequilibrações o conhecimento exógeno é complementado pelas construções endógenas, que são incorporadas ao sistema cognitivo do sujeito. Nesse processo, que Piaget denomina processo de equilíbrio, se constroem as estruturas cognitivas que o sujeito emprega na compreensão dos objetos, fatos e acontecimentos, chegando ao ápice do processo de construção de conhecimento (CAVICCHIA, 2010, p.03).

Considera-se na presente dissertação os pontos da teoria de Piaget, principalmente aqueles em que a aprendizagem se dá por sucessivas desequilibrações e reequilibrações, tendo em vista que os conteúdos são apresentados no produto educacional de forma diferente da qual os livros didáticos abordam, inserindo conceitos de programação e construção de pequenos sistemas que se inserem no campo da robótica.

## **2.4 Considerações sobre a pesquisa aplicada ao ensino**

Para LAKATOS e MARCONI (2003) há distinção entre o conhecimento popular e o conhecimento científico, seja por veracidade ou natureza do objeto. Essa distinção se apresenta através da forma, método e os instrumentos do “conhecer”. Nessa perspectiva, o conhecimento de senso comum gerado através da experiência com o objeto (espontâneo) ou passado para outras pessoas por quem teve o contato com o objeto, é racional e objetivo, mas só consegue atingir essa condição de forma limitada. LAKATOS e MARCONI (2003, p.76) diz que:

[...] O ideal de racionalidade compreendido como uma sistematização coerente de enunciados fundamentados e passíveis de verificação, é obtido muito mais por intermédio de teorias, que constituem o núcleo da Ciência, do que pelo conhecimento comum, entendido como uma acumulação de partes ou “peças” de informação frouxamente vinculadas.

Deste modo, o conhecimento científico lidando com ocorrência de fatos “é sistemático, já que se trata de um saber ordenado logicamente, formado por um sistema de ideias (teorias) e não um conhecimento disperso e desconexo” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 80). As hipóteses que ao longo de uma experiência não podem ser confirmadas, por sua vez, não são de caráter científico.

Os métodos sistemáticos do conhecimento científico podem ser utilizados em várias áreas, de acordo com o caráter do objeto de conhecimento. Na área da educação, por exemplo, podem ser utilizados para analisar a eficiência de novas metodologias, frente às novas possibilidades que a realidade social impõe.

O método científico empregado na educação vem sendo moldado de acordo com a realidade/necessidade das nações em determinado período. Nos Estados Unidos da América, após a virada do século XIX o discurso de educação científica era voltado para o progresso social, onde a “experiência” perde o sentido de aula prática para às atividades humanas. O modelo pedagógico de DEWEY (1976) *apud* GUIDOTTI e HECKLER (2017, p.194) aponta que “Nesse sentido, os estudantes atuam ativamente na solução de problemas sociais, que deveriam estar de acordo com as suas experiências e o seu desenvolvimento intelectual e cognitivo”.

Segundo GUIDOTTI, HECKLER, (2017) o modelo de DEWEY (1976) é questionado em 1957 quando a União Soviética lança o Sputnik, primeiro satélite artificial a orbitar em torno da terra. BARROW (2006) afirma que:

[...] cientistas, professores de Ciências e líderes indústrias passaram a defender que o Ensino de Ciências, nos Estados Unidos da América, tinha perdido o seu rigor acadêmico, pois estava demasiadamente centrado nos estudantes e em problemas de relevância social. Guidotti, Heckler, (2017, p. 201).

A partir daí inicia-se uma grande reforma educacional que durou décadas. O principal objetivo era retomar novamente o rigor científico e concorrer de forma direta com os avanços científicos e tecnológicos da União Soviética. Desde então, as Ciências passaram a ser tratadas como uma questão de segurança nacional. O currículo passa a ser alinhado com a pesquisa e formação de novos cientistas GUIDOTTI, HECKLER, (2017).

O Brasil, influenciado pelas tendências norte-americanas e a industrialização inicia seu processo de reformulação do currículo tardiamente. As abordagens investigativas no Ensino de Ciências são mais perceptíveis após a atual LDB nº 9.394/96 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) a partir de 1997. GUIDOTTI, HECKLER, (2017, p. 201) diz que:

Os reflexos das necessidades impostas pelo processo de industrialização no país foram sentidos no sistema educacional em 1961 com a promulgação da lei 4.024 – Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 20 de dezembro. A lei que instituiu a criação do Plano Nacional de Educação (PNE), inseriu conteúdos de Ciências no currículo escolar desde o 1º ano do curso ginasial e

ampliou a carga horária nas disciplinas de Física, Química e Biologia no curso colegial.

Apesar da nova forma de fazer ciência em 1997, mostrarem que os conteúdos de ciências já eram presentes no Plano Nacional de Educação desde a criação da primeira LDB em 1961. “A reformulação priorizou o acesso a ideias, modelos e teorias construídas ao longo dos tempos” (GUIDOTTI; HECKLER, 2017, p.199).

Hoje o aprimoramento do método de fazer ciência na área da educação tem sofrido com as situações que o meio digital impõe. Para MACHADO (2013, p.3757):

Estamos vivendo em um momento ímpar da nossa história, em que a questão não é mais se a tecnologia deve ser utilizada na educação, mas sim de que forma deve-se fazer uso da tecnologia a fim de auxiliar as crianças no desenvolvimento de competências e habilidades, bem como em seu processo de aquisição do conhecimento.

Observa-se que a ideia de utilização de recursos tecnológicos na área da educação, tem foco principal na criança, conseqüentemente o estado em desenvolvimento que ela se encontra. Para VYGOTSKY (1998 apud MACHADO, 2013, p.3762) “a criança é um sujeito histórico pertencente a uma dada cultura que a influencia e por ela é influenciada”. Para tanto, os estímulos irão contribuir com o desenvolvimento deste sujeito.

Apesar da proposta de alfabetização “leitura/escrita” ser realizada concomitante com a alfabetização “digital/tecnológica” é importante oferecer às crianças o contato com diferentes linguagens, experiências e espaços diversificados de aprendizagem. Para isso é importante que o professor participe de programas de formação continuada para estar preparado na recepção e utilização da tecnologia em suas práticas pedagógicas (MACHADO, 2013).

Outra importante análise é acerca das dificuldades apresentadas pelos alunos da 3º série do ensino médio ao se depararem com o conteúdo de eletricidade.

A44: Eu gostei da parte da corrente elétrica, eu aprendi conceitos básicos que ocorria no meu dia-a-dia como acender uma lâmpada o que ocorre.

A45: A parte dos campos gravitacionais e elétricos.

A8: Eu gostei do desafio de tentar me dar bem mesmo com a matéria sendo complicada.

A1: Eu entendi o começo depois eu perdi o fio da meada ...

A15: Não lembro.

A41: Para ser bem sincera eu não tenho muito conhecimento a respeito dos conteúdos, pois eu não tenho livro.

A30: Não é que eu não gostei, o problema que a física é complicada.

A15: Não lembro especificamente o nome da matéria, só não gostei porque não entendi.

A45: Gostei de tudo é bem interessante, pena que não sou boa nessa matéria.

A9: Apesar de ter me esforçado não tirei uma boa nota que devia tirar.

A10: Quando os problemas se complicam.

A11: Eletricidade é um conteúdo fantástico, mas muitas vezes alguns cálculos são muito extensos ou de difícil.

A7: Não que eu não goste, mas não me identifiquei com a parte dos resistores.

A44: Não gostei da parte dos ímãs eu me perco naquela parte de achar a corrente magnética [...]

(DIAS, BARLETTE, MARTINS, 2009, p. 111 e 112).

As respostas citadas referem-se a duas das quatro perguntas feitas ao longo da pesquisa de opinião dos alunos da cidade de Manoel Viana, RS. 1- *O que você gostou, quais foram os aspectos positivos das aulas?* R(A44, A45, A8, A1, A15, A41) e 2- *O que você não gostou, quais foram os aspectos negativos?* R(A30, A15, A45, A9, A10, A11, A7, A44) sobre o ensino de eletricidade ministrado durante o ano letivo de 2007, coletadas através de questionário anônimo (DIAS, BARLETTE, MARTINS, 2009).

A robótica educacional vem sendo explorada nos últimos anos, um exemplo é o trabalho de Kunzler, et al., (2021), desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal Farroupilha, que apresenta a análise de uma atividade de extensão com alunos voluntários de diferentes séries do ensino médio de uma escola pública. Com objetivo de integrar conhecimentos teóricos multidisciplinares e despertar o interesse pela ciência, os autores “propõe [...] conjugar as atividades desenvolvidas na prática educacional analisada – Oficina de Robótica – aos conceitos abordados na disciplina de Teorias e Práticas de Ensino e Aprendizagem”. (KUNZLER; et al., 2021, p. 2).

Outra experiência bem-sucedida é a de Kaminski e Boscaroli (2020) que detalha o processo de implementação e avaliação da robótica educacional na escola de Ensino Fundamental, Aloys João Mann, pertencente à rede municipal de Cascavel/PR/BR. A escola iniciou sua trajetória em relação ao uso pedagógico da robótica em 2015 com turmas multisseriadas, priorizando estudantes com dificuldades no processo de escolarização. Os autores observaram de início que o desgaste estrutural afetou o rendimento dos alunos, levando a escola a passar por reorganização física e pedagógica. Assim, a implementação das modificações do projeto ao longo dos anos buscou encontrar uma forma de trabalho mais adequada.

O diferencial neste caso é que a disciplina deixou de ser ofertada como atividade complementar/extensão como a maioria dos projetos e passa a integrar o Projeto Político Pedagógico. O conteúdo curricular mediado pelas TDIC<sup>12</sup>, apoiou o processo

---

<sup>12</sup> Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC – BARANAUSKAS, e VALENTE (2013, p2).

de ensino e aprendizagem no planejamento e elaboração de materiais. Assim, a robótica atuou em uma perspectiva de continuidade e progressão dos conteúdos (KAMINSKI; BOSCARIOLI, 2020).

Destaca-se também duas dissertações defendidas no ano de 2021 em programas de pós-graduação em Ensino de Física, que trazem a robótica educacional associada ao ensino. Matos (2021) aborda o conteúdo de dinâmica – forças e leis de Newton, através da construção de um carrinho de controle remoto e Silva (2021) aborda o ensino do Efeito Doppler para estudantes do ensino básico através da utilização do aplicativo Phyphox e um carrinho robô.

Apesar da robótica como recurso educacional estar se popularizando, no sentido de estar ganhando espaço de utilização nos diversos níveis de ensino, disciplinas e conteúdos, ainda existe a necessidade de fomentar de algumas abordagens novas. Diante deste cenário, a proposta apresentada na dissertação é para inserção dos conceitos básicos de eletricidade no ensino fundamental a fim de preparar o aluno de forma gradual para receber o conteúdo nas séries subsequentes.

# Capítulo 3

## Procedimentos metodológicos

Este capítulo traz detalhes de como o trabalho será realizado, além de apresentar o caráter da pesquisa. Nela é possível identificar a abordagem, natureza, objetivos e procedimentos necessários para aplicação e coleta de dados. Para melhor exposição dos assuntos envolvidos, abrem-se algumas seções: Delineamento do trabalho, Público alvo e Aplicação do Guia Didático. Acrescenta-se que a Aplicação do Guia Didático contém cinco seções separadas por série do ensino fundamental que são compostas por: Quadro com as sequências didáticas, comentário das aulas e roteiros de avaliação.

### 3.1 Delineamento do trabalho

O presente estudo, parte do seguinte problema de pesquisa: Como a Robótica pode ser aplicada no estudo dos conceitos básicos de eletricidade para o ensino fundamental I: 1º ano ao 5º ano? Este problema teve como motivação dois aspectos presentes na realidade da educacional. Primeiro, as dificuldades apresentadas pelos alunos do 3º ano do ensino médio em atribuir significado aos conceitos de eletricidade e segundo a necessidade de adequações dos métodos de ensino mediante a expansão tecnológica.

Define-se, portanto que o trabalho apresenta uma abordagem qualitativa com objetivo geral de elaborar e descrever a proposta de ensino apresentada no produto educacional e sua aplicação em sala de aula. Por isso, a pesquisa pode ser considerada um estudo de caso ao relatar a aplicação das sequências didáticas para as turmas de 1º ao 5º ano de uma escola específica, com características próprias e singulares.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa, são elencados:

- Elaborar as cinco sequências didáticas (SD);
- Preparar os materiais necessários para aplicação da SD.
- Aplicar a sequência didática para o público da pesquisa;
- Obter dados durante a aplicação da Sequência Didática;
- Analisar os dados coletados com intuito de avaliar os materiais e as propostas de atividades utilizadas durante a aplicação da sequência;

- Relatar a experiência didática;
- Instigar docentes para o desafio de preparar aulas de maneira a inserir o tema de robótica.
- Disponibilizar de forma gratuita o produto educacional “Guia didático” que reúne as cinco SD propostas, para professores utilizarem nas aulas de Física, via portal da EduCapes;

Quanto à aplicação do Guia didático, pretende-se:

- Simplificar e tornar acessível o tema de eletricidade por meio da robótica;
- Facilitar a compreensão dos conceitos abordados na aula;
- Estimular a participação de todos os alunos nas aulas;
- Promover a interação entre alunos e destes com os componentes eletrônicos utilizados, ainda durante o ensino fundamental I.

Além disso, são definidos cinco objetivos específicos, quanto à aplicação das SD, um para cada ano do ensino fundamental, que estão listados a seguir, separados por turma e obedecendo a ordem crescente, 1º ao 5º ano:

- Conhecer os componentes básicos de um circuito Simples; Entender a função de cada componente utilizado; e utilizar atuadores luminoso e sonoro na montagem dos circuitos.
- Conhecer a tensão presentes nas baterias; entender a geração de corrente a partir da diferença de potencial; e utilizar baterias com diferentes tensões em circuitos simples.
- Analisar diferentes materiais em circuitos; e associar as características aos materiais condutores: e entender o comportamento interno dos materiais, sejam eles condutores ou não.
- Entender que a corrente é necessária para que os equipamentos eletrônicos funcionem; caracterizar corrente no circuito; e controlar a corrente dentro do código.
- Entender o conceito de resistência elétrica; associar a definição de resistência com corrente elétrica; e utilizar resistência do LDR em circuitos.

A pesquisa, além de tratar o conhecimento como um processo de construção contínuo, reconhece que essa continuidade acontece em níveis. Se apoiando na teoria de BRUNER (1987) em que o desenvolvimento é dinâmico partindo do conhecimento base/conceitual ao mais complexo.

No estudo de fenômenos que envolvem seres humanos em ambientes sociais, a pesquisa qualitativa ocupa um importante espaço. Para GODOY (1995, p.21) “um fenômeno pode ser mais bem compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada”. Dessa forma, o pesquisador vai a campo “reunir” informações sobre o fenômeno a partir do entendimento dos indivíduos com ele envolvidos (GODOY, 1995).

Nos estudos “qualitativos” a condução da proposta pode se dar através do estudo de caso. Para ANDRÉ (2013) nessa situação a realidade não é construída pelo sujeito apenas mediante a vivência e aproximação do pesquisador, devem-se considerar outros pressupostos básicos:

[...] destacam três pressupostos básicos que devem ser levados em conta ao se optar pelo uso do estudo de caso qualitativo<sup>13</sup>: 1) o conhecimento está em constante processo de construção; 2) o caso envolve uma multiplicidade de dimensões; e 3) a realidade pode ser compreendida sob diversas óticas. Peres e Santos (2005, apud André, 2013 p. 97).

Outro fato que se deve considerar é que aplicando esse contexto para o ambiente educacional, “o estudo de caso é coletivo quando o pesquisador escolhe diferentes casos, intrínsecos ou instrumentais, para estudo” ANDRÉ (2013, p.98).

Quando o estudo envolve dois ou mais sujeitos, duas ou mais instituições, podemos falar de casos múltiplos. Aqui, podemos encontrar pesquisadores cujo único objetivo é descrever mais de um sujeito, organização ou evento, e aqueles que pretendem estabelecer comparações. Godoy (1995, p.26).

Em linhas gerais, a abordagem utilizada ao longo da pesquisa será qualitativa, conduzida através de estudo de caso e envolvendo casos coletivos em que serão trabalhados através de diferentes instrumentos da robótica.

No caso desta pesquisa em específico, a análise posterior não será meramente descrição dos sujeitos ou eventos, mas a descrição da relação dos fatos analisados com as intervenções propostas através das sequências didáticas aplicadas. Resumidamente, o produto educacional desenvolvido consiste em cinco sequências didáticas (SD), uma

---

<sup>13</sup> Segundo Godoy (1995) a pesquisa qualitativa trata-se de [...] estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes. (p.21).

para cada série do Fundamental I. As cinco SD reunidas compõem o produto educacional denominado de Guia Didático.

### **3.2 Público alvo**

As aplicações das sequências didáticas serão realizadas nas turmas 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do ensino Fundamental da escola New Solar Kids. Uma instituição privada de educação básica, localizada na Rua dos Anturios, número 754, Bairro Jardim Tropical, na Cidade de Rio Branco no Estado do Acre.

A equipe New Solar Kids conta além da gestão e corpo docente, com: auxiliares, enfermeira, nutricionista, psicóloga e profissionais de apoio. Esta instituição de ensino oferta educação infantil – creche e pré-escola, e ensino fundamental I: 1º ano 5º ano, tendo em média de 10 alunos por turma.

Funciona em tempo integral e tem em seu currículo além das disciplinas obrigatórias: música, artes, ballet, xadrez, capoeira e culinária. É bilíngue: "English every day" e procura estimular os alunos a solucionarem problemas de forma tecnológica por meio da Robótica Maker através do método TRON<sup>14</sup> de ensino.

A escola oferece toda a estrutura necessária para o conforto e desenvolvimento educacional dos seus alunos. Contando com a seguinte instalação de ensino: 12 salas de aulas, sala de diretoria, sala de professores, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), quadra de esportes descoberta, piscina, cozinha, biblioteca, sala de leitura, parque infantil, sala de secretaria, banheiro com chuveiro, refeitório, pátio coberto e descoberto, alojamento de alunos e área verde com quintal e animais domesticados. Conta com equipamentos eletrônicos como: TV, projetor, impressora, caixas de som e câmeras de monitoramento e computadores.

A robótica Ativa desenvolvida foca em quatro temas básicos: Eletrônica, Programação, Sensores e Mecânica, onde cada livro é utilizado por série. Conta com 05 robôs e um conjunto de módulos sensores com biblioteca integrada para facilitar a montagem de projetos, apesar de possibilitar a produção de instrumentos auxiliares, como circuitos eletrônicos. Todos os materiais, insumos e ferramentas são calculados de acordo com a demanda de alunos. A figura 13 mostra o laboratório onde as aulas são desenvolvidas.

---

<sup>14</sup> Technology Robotics Nature

Figura 13: Laboratório Maker.



Fonte: <https://tron-edu.com/images/lab/beta/beta3.jpg>

O laboratório Maker apresenta ferramentas adequadas para os primeiros anos do Ensino Fundamental. As bancadas são cobertas por folhas de vidro temperado, auxiliando o manuseio dos processos de montagem e construção de projetos, resistência ao calor e riscados com marcadores para quadros de acrílicos.

### 3.3 Aplicação do Guia Didático

O produto educacional trata-se de um guia didático com uma sequência didática para cada ano do ensino Fundamental I, e todas envolvendo conceitos de eletricidade e robótica. No Quadro 01 são apresentados os tópicos abordados em cada sequência didática.

Quadro 1: Resumo dos tópicos abordados em cada sequência didática para séries iniciais do Fundamental

Ano	Tema	Conteúdo
1°	Energia	Fonte e condução de energia e circuito simples
2°	Tensão	Diferença de potencial
3°	Condução	Condutores e não condutores elétricos
4°	Corrente	Corrente elétrica e tempo
5°	Resistência	Resistência elétrica

Fonte: Próprio autor.

A seguir são detalhadas as etapas das cinco sequências didáticas.

#### 3.3.1 SD para o 1° ano do Ensino Fundamental I

No Quadro 2 é apresentada a Sequência Didática (SD) para o 1º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito Simples.

Quadro 2: Sequência para o 1º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples

<b>Tema:</b> Energia	<b>Série:</b> 1º	<b>Carga horária:</b> 4 h/a
<b>Conteúdo:</b>	Fonte e condução de energia em circuito Simples.	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer os componentes básicos de um circuito Simples.</li> <li>- Entender a função de cada componente utilizado.</li> <li>- Utilizar atuadores luminoso e sonoro na montagem dos circuitos.</li> </ul>	
<b>Recursos:</b>	Laboratório Plataforma Scratch Internet Computadores Projetor Kit: 10 Baterias 3,3 V, 30 Jumpers macho e 50 fêmeas, 10 leds, 10 Buzers e 10 protoboard. Mesas	
<b>Cronograma:</b>	<p><b>Aula 01 – Apresentação de conceitos para desenvolvimento da lógica criativa. (50 min)</b></p> <p>Apresentação da plataforma Scratch, funções básicas e criação de uma animação com a participação dos alunos. Os alunos escolherão os personagens, o cenário, a história e a montagem do código em bloco será feita pela professora de acordo com as funções escolhidas pelos alunos. Ao longo da montagem serão feitas afirmações e perguntas a fim de estimulá-los analisar as possibilidades.</p> <p><b>Aula 02 – Prática: Animações no Scratch (50 min)</b></p> <p>Durante esta aula os alunos serão divididos em dupla nos computadores e direcionados ao site Scratch para que possam criar suas próprias animações. Ao longo da aula a professora deve ficar a disposição para tirar dúvidas no computador com a plataforma projetada. Isso deve evitar que nem ela e nem o aluno necessite se deslocar em caso de dúvidas. O aluno poderá fazer a pergunta em</p>	

	<p>voz alta e as orientações serão mostradas na plataforma.</p> <p><b>Aula 03 – Inclusão de conceitos de eletricidade (50 min)</b></p> <p>A inclusão dos conceitos se dará através da apresentação física dos componentes, sendo estes: Fonte – bateria, condutor – Jumpers e atuador – Leds e buzines. Após a apresentação dos componentes, a aula anterior será lembrada, assim como as funções dos componentes da animação. Os componentes eletrônicos serão comparados com os da animação, que os alunos já conhecem. Por fim as funções adicionais dos componentes que não se relacionam com a animação serão apresentadas. Os alunos terão essa aula para comparar, conhecer e aprender as funções dos componentes.</p> <p><b>Aula 04 – Prática: Circuitos simples (50 min)</b></p> <p>Os alunos farão a montagem de circuitos simples apresentados na aula anterior. Agora que conhecem os componentes e suas funções usarão o roteiro para montagem (disponível na Seção 3.3.6).</p>
<p><b>Avaliação:</b></p>	<p>A avaliação será feita principalmente ao longo das aulas práticas. Na aula 02 de 50 min, os alunos devem criar a história e adicionar no mínimo 3 funções do código em bloco na história. Dentre estas funções podem estar inclusas situações de movimento, aparência, som evento e controle, sensores. São essas funções que dão vida a história. Permitem ao personagem, andar, falar, trocar de cenário entre outros.</p> <p>Na aula 04 também de 50 min, os alunos substituirão os componentes da história pelos componentes do circuito assim como as funções, além de praticarem os conceitos observados na aula anterior. Serão orientados pelo roteiro (disponível na Seção 3.3.6) apresentados nas interferências didáticas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD envolve quatro aulas, duas teóricas e duas práticas. Nas seções seguintes, faz-se o detalhamento de cada aula que compõem a sequência.

## **Aula 01 – Apresentação de conceitos para desenvolvimento da lógica criativa**

O primeiro momento da aula consiste na apresentação da plataforma Scratch (Figura 1), as funções básicas e criação de uma animação com a participação dos alunos.

O *Scratch* consiste em um ambiente de programação destinado a ajudar as crianças na aprendizagem em programação por meio do desenvolvimento de histórias, jogos, entre outras coisas. Nos dias de hoje o programa é fornecido de forma gratuita e para baixá-lo deve-se acessar o site<sup>15</sup>, porém, existe outra possibilidade que é o seu uso *online* em que se realizam os projetos sem que haja o *download* e a instalação do programa.

Existem diversos elementos no programa que possibilitam dar vida aos personagens, entre os principais pode-se destacar: movimento, aparência, som, caneta, dados, eventos, controles e sensores.

Para elaborar animações é preciso seguir duas etapas básicas, a primeira é definir quais são os atores e cenário através da biblioteca do *software* no canto inferior direito da figura 10, que são todos os agentes que integram a animação. A segunda é a animação em que se adicionam funções, dando vida aos personagens.

Para fazer a animação deve-se escolher as funções que são apresentadas no canto esquerdo vertical do *software* e organizá-las em bloco pra que responda as funções selecionadas. Elas são como frases prontas que darão comandos e serão organizadas de acordo com a intenção de quem está programando.

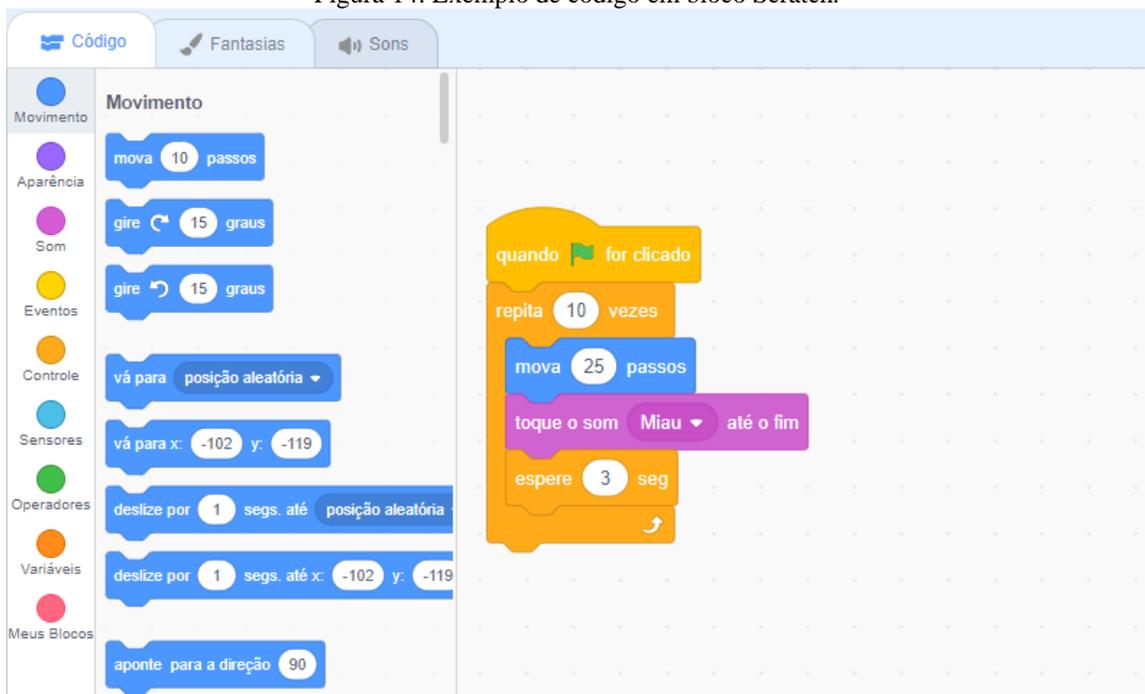
O segundo momento da aula envolve a participação mais direta dos alunos, pois eles escolherão os personagens, o cenário, a história para a montagem do código em bloco a ser feita pela professora de acordo com as funções escolhidas pelos alunos.

Observe o exemplo da figura 1, nele é possível perceber a presença de dois personagens, a moça e o gato além do cenário em que eles se encontram. Agora vejamos na figura 14 ampliada o mesmo código em bloco com as funções escolhidas para dar vida à história.

---

<sup>15</sup> <https://scratch.mit.edu/download>

Figura 14: Exemplo de código em bloco Scratch.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste caso, segundo o código, ao ser clicado na bandeira verde que fica no canto superior direito da figura 1, o gato *personagem 1* irá se mover 10 passos, fazer o som Miau, esperar dois 3 segundos e repetir. No mesmo momento a menina *personagem 2* responderá o gato dizendo: Olá gato! por 2 segundos, se esconder, esperar 2 segundos e aparecer novamente. O aluno não precisa ter noção de linguagem de programação, mas para construir a animação, as funções precisam estar organizadas de forma lógica.

Ao longo da montagem serão feitas afirmações e perguntas a fim de estimulá-los analisar as possibilidades. Exemplo1: Digamos que os alunos escolham o cenário no fundo do mar. Ao ser perguntado quais personagem desejam utilizar, não é lógico que escolham cavalheiros e princesas. Esses personagens não estão de acordo com o cenário. Exemplo 2: Caso escolham primeiro o personagem como, por exemplo, uma bailarina, não é lógico que o cenário seja castelos e dragões ou nas funções do código seja escolhido nadar ao invés de dançar.

A principal habilidade a ser desenvolvida aqui é entender que tem personagem, cenários e funções de código e que eles obedecem a uma estrutura lógica dentro da animação. A partir daí estão livres para criar!

## **Aula 02 – Prática: Animações no Scratch**

Durante esta aula os alunos serão divididos em dupla nos computadores e direcionados ao site Scratch *online* para que possam criar suas próprias animações a partir do exemplo e observações feitos na aula 01. Ao longo da aula a professora deve ficar a disposição para tirar dúvidas no computador com a plataforma projetada para toda a turma. Isso deve evitar que nem ela e nem o aluno necessite se deslocar em caso de dúvidas. O aluno poderá fazer a pergunta em voz alta e as orientações serão mostradas na plataforma.

## **Aula 03 – Inclusão de conceitos de eletricidade**

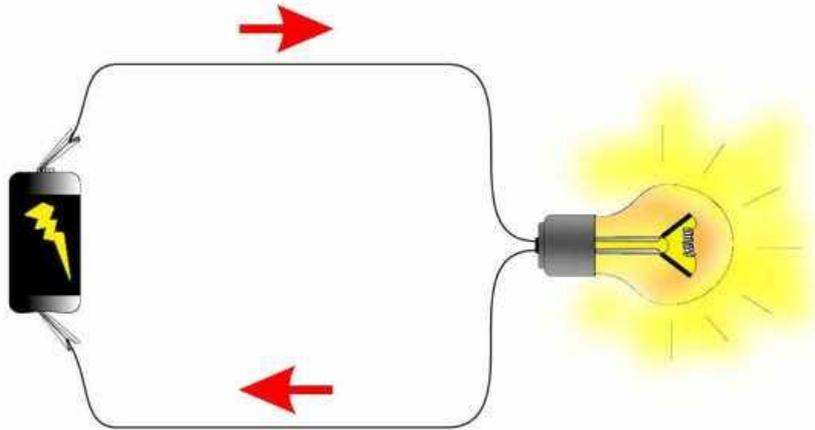
A inclusão dos conceitos se dará através da apresentação física dos componentes, sendo estes: Fonte – bateria, condutor – Jumpers e atuador – Leds e buzines.

Após a apresentação dos componentes, a aula anterior será lembrada, assim como as funções dos componentes da animação. Os componentes eletrônicos serão comparados com os da animação que os alunos já conhecem.

No exemplo citado na Aula 01, utilizamos personagens, cenário e as funções para montagem do código e construção das animações. Podemos fazer a mesma relação para entender as funções desses componentes no circuito. Vamos tratar os atuadores - Leds e buzines, componentes que queremos ligar, como sendo os personagens principais da nossa história. Os jumpers condutores assumem o papel do cenário e as funções para montagem de código em bloco é a fonte de energia – bateria.

É importante saber que se no programa estiver personagem e cenário sem o código eles serão inanimados, dessa forma o aluno precisa entender que mesmo que os condutores e atuadores estejam ligados, sem fonte de energia, o led não acende ou o buzín não emite som. Do mesmo modo, o código montado para um cenário específico sem personagem principal não há ação. Assim, como a bateria ligada nos jumpers sem led para acender ou buzín para ligar. Finalmente tendo o bloco de código com personagem sem cenário, não parecerá lógico pois esses personagens pertencem a algum lugar que deve ser mostrado na animação. De modo que bateria sem jumper condutor, mesmo que tenha led ou buzín não irão ser ligados pois a energia não chega até eles. Precisa está claro para o aluno que cada componente tem uma função no circuito. A figura 15 apresenta um exemplo de circuito simples que será montado:

Figura 15: Exemplo de circuito simples.



Fonte: [https://profdavijose.files.wordpress.com/2011/11/circuito\\_com\\_lampada2.jpg](https://profdavijose.files.wordpress.com/2011/11/circuito_com_lampada2.jpg)

Por fim as funções adicionais dos componentes que não se relacionam diretamente com a animação serão apresentadas: A polarização permite a identificação dos terminais ânodo no positivo e o cátodo no negativo na bateria e no led ou buzina. Na bateria e no buzina vem indicando pelos sinais + e -. No led a identificação pode ser feita através do tamanho dos terminais. A “perninha” maior do led é o ânodo, e a menor é o cátodo. Após a identificação a ligação deve ser feita com os jumpers condutores nos polos idênticos da bateria para o led ou buzina.

Os alunos terão essa aula para comparar, conhecer e aprender as funções dos componentes.

#### **Aula 04 – Prática: Circuitos simples**

Os alunos farão a montagem de circuitos simples. Agora que conhecem os componentes e suas funções usarão o roteiro para montagem (disponível na Seção 3.3.6).

#### **3.3.2 SD para o 2º ano do Ensino Fundamental I**

No Quadro 3 é apresentada a Sequência Didática (SD) para o 2º ano do fundamental I sobre tensão elétrica e diferença de potencial.

Quadro 3: Sequência para o 2º ano do fundamental I sobre tensão elétrica e diferença de potencial.

<b>Tema:</b> Tensão	<b>Série:</b> 2º	<b>Carga horária:</b> 4 h/a
<b>Conteúdo:</b>	Tensão elétrica e diferença de potencial em circuitos simples.	
<b>Objetivos:</b>	- Conhecer a tensão presentes nas baterias.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender a geração de corrente a partir da diferença de potencial.</li> <li>- Utilizar baterias com diferentes tensões em circuitos simples.</li> </ul>
<b>Recursos:</b>	<p>Laboratório</p> <p>Mesas</p> <p>Recipientes com água (aquário)</p> <p>Bomba submersível centrífuga</p> <p>Kit: 12 pilhas 1,5V, 06 Baterias 3,0V, 06 baterias de 09 V, 30 Jumpers macho e 50 fêmeas, 40 leds 3,5V – 3,8V, 03 lâmpadas de 12V, e 06 protoboard.</p>
<b>Cronograma:</b>	<p><b>Aula 01 – Apresentação da bomba submersível no aquário. (50 min)</b></p> <p>Iniciar a aula em um espaço aberto da escola com o aquário e a bomba submersível ligada. Os momentos iniciais devem ser dedicados para análise e interação com o objeto. Os alunos poderão tocar, retirar do recipiente com água, mergulhar a mangueira de suspiro, retirar e ainda variar a pressão. No segundo momento retornam para o laboratório de robótica para entender o funcionamento.</p> <p><b>Aula 02 – Inclusão de conceitos de eletricidade (50 min)</b></p> <p>Entender o circuito elétrico a partir do circuito hidráulico. Falar sobre a pressão entre os lados da válvula quando a água é impedida de passar que se comporta de forma similar a diferença de potencial elétrico em um circuito com chave aberta. Essa diferença de pressão e potencial são também uma força que fazem com que ao ser aberta a válvula o fluido na bomba hidráulica se movimenta e as cargas presentes no fio condutor se deslocam gerando a corrente elétrica quando a chave do circuito é fechada.</p> <p><b>Aula 03 – Prática: análise da bomba hidráulica posterior a explicação e montagem de circuitos simples (50 min)</b></p> <p>Uma vez que os alunos já compararam os circuitos, farão nova análise do circuito hidráulico para que possam visualizar o comportamento da água e associar com a corrente. No segundo momento irão montar um circuito simples para que sejam explicadas as características específicas dos circuitos elétricos.</p> <p><b>Aula 04 – Prática: montagem de circuito e resolução do roteiro (50</b></p>

	<p><i>min)</i></p> <p>Os alunos farão a montagem de circuitos seguindo as orientações do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6) e anotando as observações pedidas a partir do que é analisado no momento da montagem.</p>
<b>Avaliação:</b>	<p>A avaliação será feita principalmente ao longo das aulas práticas. Na aula 03 de 50 min, os alunos devem analisar o circuito hidráulico, comparar e montar um circuito elétrico, usando os conceitos elétricos trabalhado na aula 02.</p> <p>Na aula 04 também de 50 min, os alunos serão orientados pelo roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6), pelo qual terão orientações a seguir e perguntas a responder durante a montagem.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD envolve quatro aulas, duas teóricas e duas práticas. Nas seções seguintes, são detalhadas cada aula da sequência.

### **Aula 01 – Apresentação da bomba hidráulica submersível**

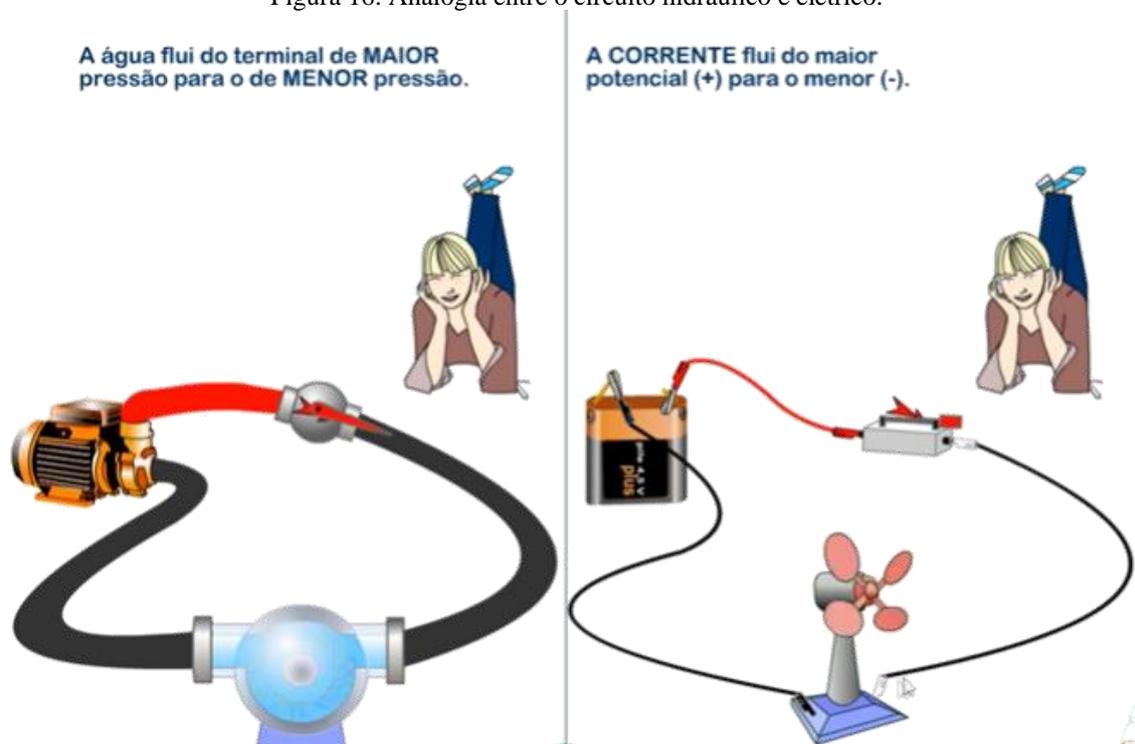
O primeiro momento da aula consiste na apresentação da bomba submersível (Figura 2), que são máquinas operatrizes hidráulicas, os seja, dispositivos que recebem a energia potencial, isto é, a força motriz de uma turbina ou motor, e a converte em energia de pressão/força e energia cinética/movimento. Desse modo, ambas as energias são cedidas ao fluido bombeado a fim de que ocorra o seu transporte de um ponto para outro ou ainda para promover a sua recirculação (ZOCOLER *et al.*, 2011).

A bomba hidráulica submersível elétrica trabalha na tensão de 12 V, potência de 5W e tem taxa máxima de fluxo/vazão de 2 L/min (litros por minuto). Inicialmente realiza uma ação mecânica responsável pela criação de vácuo na região de entrada da bomba que possibilitará o direcionamento do líquido do reservatório para a linha de entrada. A segunda é a ação mecânica que conduz o líquido para a parte da saída, forçando-o no sistema hidráulico (MELCONIAN, 2018).

Vale mencionar que as bombas hidráulicas consistem em dispositivos com a capacidade promover o transporte dos fluidos de uma região a outra contendo ou não sólidos em suspensão.

O segundo momento da aula envolve a participação mais direta dos alunos já no ambiente do laboratório de robótica, onde será desenvolvido o conceito com auxílio de imagens para entender o funcionamento do equipamento manuseado por eles na primeira parte da aula, além de estabelecer uma analogia para compreensão do funcionamento da corrente elétrica que circula em um circuito (Figura 16).

Figura 16: Analogia entre o circuito hidráulico e elétrico.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ZZmR67hSA68>

Ao longo da montagem serão feitas afirmações e perguntas a fim de estimulá-los analisar as possibilidades do funcionamento do sistema<sup>16</sup>. A principal habilidade a ser desenvolvida até este momento é o reconhecimento da diferença de pressão antes e depois da válvula no circuito hidráulico e o deslocamento do fluido quando a válvula é aberta.

## Aula 02 - Inclusão dos conceitos de eletricidade

Posteriormente, as funções adicionais dos componentes que não se relacionam diretamente com a bomba hidráulica serão apresentadas: A polarização permite a identificação dos terminais ânodo no positivo e o cátodo no negativo na bateria e no led

<sup>16</sup> Estas afirmações e perguntas serão elaboradas ainda e estarão prontas antes da aplicação do produto educacional.

e lâmpadas. Na bateria vem indicando pelos sinais + e -. E no led a identificação pode ser feita através do tamanho dos terminais.

### **Aula 03 – Prática: análise da bomba hidráulica posterior a explicação e montagem de circuitos simples**

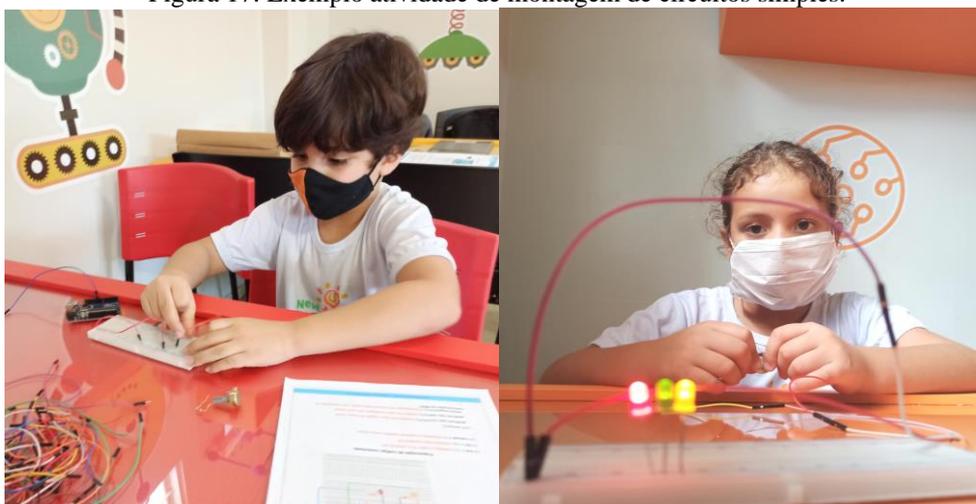
A aula anterior será lembrada, assim como as funções dos componentes no circuito hidráulico e elétrico.

Os alunos terão a parte final do horário para utilizar baterias e pilhas com diferentes tensões no circuito, utilizando lâmpadas e leds com especificação de tensão diferente, inclusive terão liberdade para queimar leds de baixa tensão.

### **Aula 04 – Prática: Circuitos simples**

Os alunos farão a montagem de circuitos simples (Figura 17). Agora que conhecem os componentes e suas funções usarão o roteiro para montagem (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).

Figura 17: Exemplo atividade de montagem de circuitos simples.



Fonte: Acervo da autora, 2021.

### **3.3.3 SD para o 3º ano do Ensino Fundamental I**

No Quadro 4 são apresentados resumidamente a SD para o 3º ano do fundamental I sobre condutores e não condutores elétricos.

Quadro 4: Sequência para o 3º ano do fundamental I sobre condutores e não condutores elétricos

<b>Tema:</b> Condução de energia	<b>Série:</b> 3º	<b>Carga horária:</b> 4 h/a
----------------------------------	------------------	-----------------------------

<b>Conteúdo:</b>	Condutores e não condutores elétricos
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar diferentes materiais em circuitos</li> <li>- Associar as características aos materiais condutores</li> <li>- Entender o comportamento interno dos materiais, sejam eles condutores ou não.</li> </ul>
<b>Recursos:</b>	<p>Laboratório</p> <p>Mesas</p> <p>Recipientes com água</p> <p>Sal</p> <p>Grafite</p> <p>Barbante</p> <p>Palitos de madeira</p> <p>Fios de cobre</p> <p>Kit: 06 placas Arduino UNO, 06 reed Swich, 06 protoboards, 01 cabo USB, 01 computador com IDE, 03 fontes 9,0V, 50 jumpers macho e 40 macho e fêmeas e 10 leds 3,5V.</p>
<b>Cronograma:</b>	<p><b>Aula 01 – Apresentação de projeto de segurança. (50 min)</b></p> <p>Dispositivos eletrônicos como sensores e placas programáveis tem ganhado cada vez mais espaços em estabelecimento comuns. Esses recursos são objetos de estudo da robótica e muitas empresas de segurança têm adotado para auxiliar no monitoramento de ambientes. A aula 01 será introduzida este tema, abordando alguns instrumentos que usam diferentes tecnologias nesse sentido como: Sensor PIR, LDR, Sensor Ultrassônico. Após a introdução, será apresentado o principal componente utilizado nas aulas, o interruptor eletromagnético - Reed Switch.</p> <p><b>Aula 02 – Estudo da eletrônica envolvida (50 min)</b></p> <p>Retomar os conceitos iniciais do Reed Switch e analisar como os conceitos de eletricidade se aplicam.</p> <p>A primeira informação sobre o dispositivo que o aluno precisa saber é que ele apresenta o comportamento tanto de condutor quanto de não condutor determinado pela interação magnética de imas. Depois disso serão trabalhadas as características dos condutores e não</p>

	<p>condutores, bem como sua importância dentro dos circuitos e mostrado em slide exemplos de aplicação. O conceito de resistência e corrente não são os principais, mas serão usados teoricamente na construção do tema principal.</p> <p><b>Aula 03 – Prática: Montagem de um circuito modelo para que as interferências didáticas sejam propostas (50 min)</b></p> <p>Os alunos utilizarão diferentes materiais e classificarão os condutores e não condutores em circuito simples, além de fazer o teste com o Reed Switch que se comporta das duas formas.</p> <p>A aula será exploratória para verificação e reforço dos conceitos trabalhados nas aulas anteriores.</p> <p><b>Aula 04 – Prática: Montagem final do projeto (50 min)</b></p> <p>Observe que aqui, diferentes das turmas de 1º e 2º ano, o aluno é motivado a aplicar em protótipo real os conceitos estudados, sendo motivado desde o início a entender para aplicar. Como a intenção é fazer estudo da eletricidade, os alunos não construirão o código, ele estará disponível no computador e à medida que os alunos forem terminando a montagem o código será compilado para as placas.</p> <p>Essa aula será dedicada para a montagem física dos projetos a partir das orientações do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).</p>
<b>Avaliação:</b>	<p>A avaliação será feita ao longo das aulas práticas 03 e 04. Consiste nos seguintes procedimentos: Interpretação do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6), montagem do projeto e responder as perguntas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD envolve quatro aulas, duas teóricas e duas práticas. Nas seções seguintes, é detalhada cada aula da sequência.

### **Aula 01 e 02 – Apresentações de conceitos**

A proposta de inserção dos conceitos de condutores e não condutores elétricos consistem em abordar o tema: Sistemas de Segurança. Para isso será apresentado, construído e experimentado com os alunos um sistema de alarme que dispara e acende a

luz de emergência de um estabelecimento quando determinadas gavetas são abertas (a mesma ideia se aplica para portas, armários entre outros).

Os interruptores magnéticos são responsáveis por acionar e também por interromper cargas, mecanismos e ações em um determinado circuito elétrico. Diante disso emergem os chamados *reed switch* ou interruptores de lâmina que são pouco conhecidos, porém, amplamente versáteis no campo da elétrica.

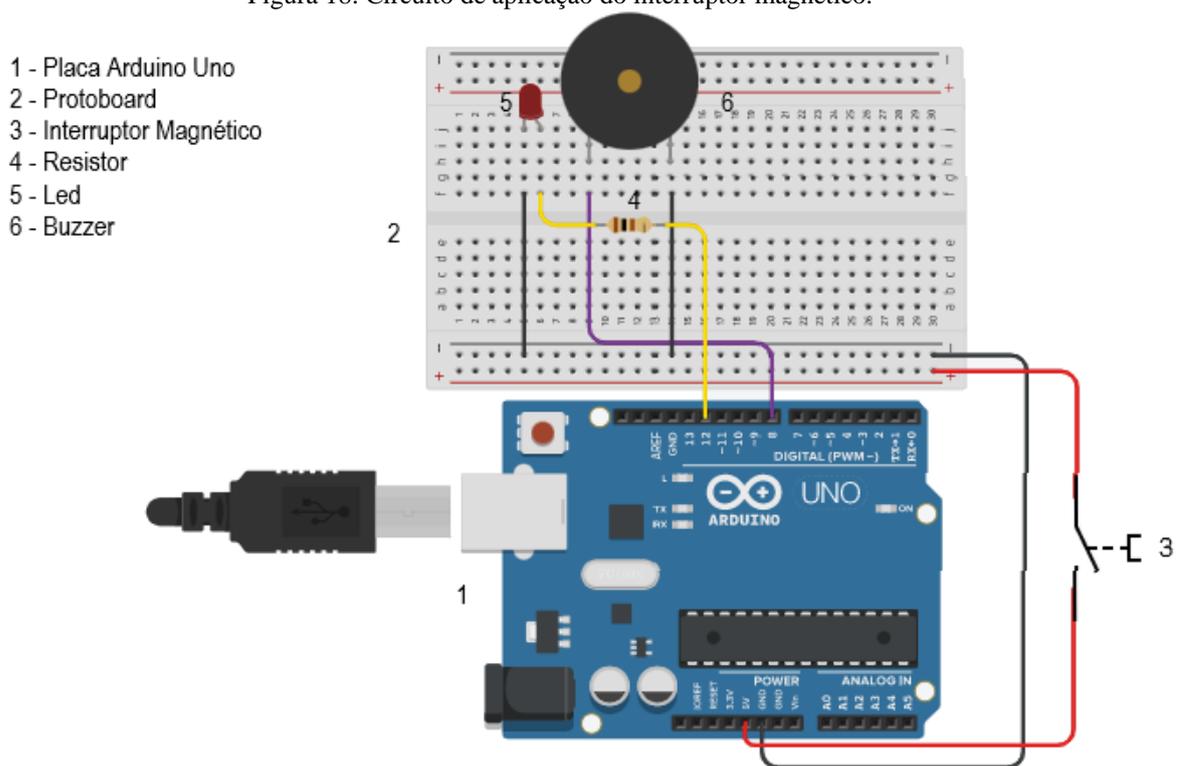
Do ponto de vista técnico os *reed switches* (figura 3) são denominados como sendo relés ou interruptores. Tais componentes possibilitam o controle da passagem de cargas entre diferentes pontos em um circuito no qual se encontram instalados, propiciando assim que se possa ligar e desligar o fluxo, quando for preciso.

Existe um contato em cada uma das hastes que irá ligar ou desligar em função do contato e da movimentação de tais dispositivos por meio da ação de um campo magnético (GARCIA, 2019).

### Aula 03 – Prática: Interruptor magnético

Na figura 18 apresenta-se o projeto eletrônico do circuito para a utilização do interruptor magnético.

Figura 18: Circuito de aplicação do interruptor magnético.



Fonte: Próprio autor

No circuito tem-se:

- A placa liberando 5V de saída pra alimentação dos atuadores (buzzer e led) e o pino negativo estão ligados no GND<sup>17</sup>.
- Para o controle do Buzzer, o pino positivo está ligado na porta digital 8.
- Para o controle do led o pino positivo está ligado a um resistor de 100  $\Omega$  e na porta digital 12.
- Os atuadores devem ser ligados na protoboard para facilitar a montagem.
- E principalmente, o interruptor magnético será colocado na saída de 5 V da placa de modo que o circuito fique temporariamente aberto.

As ações a serem realizadas são controladas pelo microcontrolador da placa juntamente com o código apresentado a seguir:

```
// C++ code
//
void setup ()
{
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
}
void loop ()
{
  digitalWrite(12, HIGH);
  tone(8, 261, 500); // play tone(C3 = 261 Hz)
  delay(500); // Wait for 500 millisecond(s)
  digitalWrite (12, LOW);
  noTone(8);
  delay(500); // Wait for 500 millisecond(s)
}
```

Para pleno funcionamento do circuito, o código apresentado consiste em:

- 1) Especificar as portas a serem executadas (portas digitais 12 e 8),
- 2) Permitir ou interromper a saída de energia (digitalWrite HIGH e LOW),
- 3) Definir o tempo em que o atuador ficará ligado ou desligado (delay),
- 4) Além de especificar o tom e a frequência em que o buzzer irá soar (tone C3 = 261 Hz).

---

<sup>17</sup> Referência de tensão (0 V) em circuitos eletrônicos. Normalmente é associado ao polo negativo de baterias.

Quando o circuito estiver montado e o código renderizado, devemos lembrar que o sistema está funcionando, mas o aluno não notará, tendo em vista que o disparo do alarme se dará somente através do ímã. Neste caso, quando o ímã se aproxima ele atrai a haste metálica que se encontra no interior do tubo de vidro e só então o circuito fecha.

#### **Aula 04 – Prática: Montagem final do projeto**

Os alunos farão a montagem de circuitos projeto. Agora que conhecem os componentes e suas funções usarão o roteiro para montagem e responder as perguntas sobre a atividade (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).

### **3.3.4 SD para o 4º ano do Ensino Fundamental I**

No Quadro 5 é apresentada a Sequência Didática (SD) para o 4º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito Simples.

Quadro 5: Sequência para o 4º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples.

<b>Tema:</b> Corrente elétrica	<b>Série:</b> 4º	<b>Carga horária:</b> 4 h/a
<b>Conteúdo:</b>	Corrente elétrica e tempo.	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender que a corrente é necessária para que os equipamentos eletrônicos funcionem.</li> <li>- Caracterizar corrente no circuito.</li> <li>- Controlar a corrente dentro do código.</li> </ul>	
<b>Recursos:</b>	Laboratório Mesas 03 Computadores com IDE do Arduino Projetor Kit: 06 placas Arduino UNO, 06 protoboards, 03 cabo USB, 06 fontes 9,0V, 50 jumpers macho e 40 macho e fêmeas e 10 leds 3,5V.	
<b>Cronograma:</b>	<b>Aula 01 – Apresentação do projeto (50 min)</b>  A introdução da aula 01 será feita mediante a apresentação de situações de acidentes no trânsito, especificamente em cruzamentos sem semáforo. Posteriormente a apresentação, os alunos serão estimulados a apresentar soluções para a minimização dos acidentes e	

discutidas as propostas.

Uma possibilidade, seja ela proposta pelos alunos ou pelo professor, será a colocação de semáforo e faixa de pedestre no local a partir daí entra em evidência a parte principal da aula, explicar como as cores no semáforo são sincronizadas com a faixa de pedestre.

**Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico (50 min)**

Revisar a aula anterior a respeito da lógica do semáforo. Cores, tempo de pausa e sincronização com a faixa de pedestre. Após a revisão será feita a montagem do esquema eletrônico com os leds coloridos na protoboard e a placa de controle.

Revisar conceitos básicos do circuito como, portas de saída de energia da placa, portas GND para fechar o circuito. Linhas de condução na placa de ensaio “protoboard” e a identificação da polaridade dos leds.

**Aula 03 – Prática: Apresentação das variáveis para controle das cores no código (50 min)**

Apresentação das principais variáveis do código: Delay e Millis utilizadas para controle da corrente no esquema eletrônico montado. Definições de níveis lógicos: HIGH e LOW e definições de modos para Pinos Digitais: INPUT, INPUT\_PULLUP e OUTPUT.

A finalidade dessa aula é fazer com que o aluno entenda que a programação é quem estará determinando o que ocorrerá no circuito. Ou seja, ele precisa utilizar esta lógica de linguagem para fazer a sincronização das cores “lógica estabelecida anteriormente”.

**Aula 04 – Prática: Montagem do projeto (50 min)**

Observe que aqui, assim como nas turmas do 3º e 5ºano, o aluno é motivado a criar protótipo para resolver um problema real.

É importante destacar que o objeto de estudo principal é a corrente elétrica presente no circuito e controlada pelo código. Os alunos não receberão instruções para fazer as conexões em pinos específicos, será de livre escolha, porém o mesmo pino escolhido na placa deve ser declarado no código. Caso não esteja correto o circuito não funcionará, pois, o código enviará um sinal para que seja liberada

	<p>corrente em uma porta, mas sem a conexão certa a corrente não chegará no atuador.</p> <p>Essa aula será dedicada para a montagem física dos projetos a partir das orientações do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).</p>
<b>Avaliação:</b>	<p>A avaliação será feita ao longo das aulas práticas 02 e 03, através envolvimento na atividade, interpretação do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6), montagem do projeto e responder as perguntas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD envolve quatro aulas, duas teóricas e duas práticas. Nas seções seguintes, é detalhada cada aula da sequência.

### **Aula 01 – Apresentação do projeto**

Esta aula está reservada para motivação para o estudo de corrente elétrica, a partir da apresentação de situações de acidentes no trânsito, especificamente em cruzamentos sem semáforo. Posteriormente a apresentação, os alunos serão estimulados a apresentar soluções para a minimização dos acidentes e discutidas as propostas.

### **Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico**

Na programação em Arduino a variável `delay()`<sup>18</sup> é uma das mais empregadas e conhecidas, uma vez que possibilita realizar a interrupção do programa por um intervalo de tempo definido previamente no formato de um parâmetro dotado do valor almejado em milissegundos. Outra variável que faz uma função parecida é a `millis()`<sup>19</sup> que determina o tempo passado desde o momento em que se teve o início do programa, isto é, desde que houve a sua ligação. Dessa forma usa-se uma subtração para saber se já atingiu o tempo necessário para ligar ou desligar o atuador permitindo que o sistema continue executando outras tarefas em paralelo.

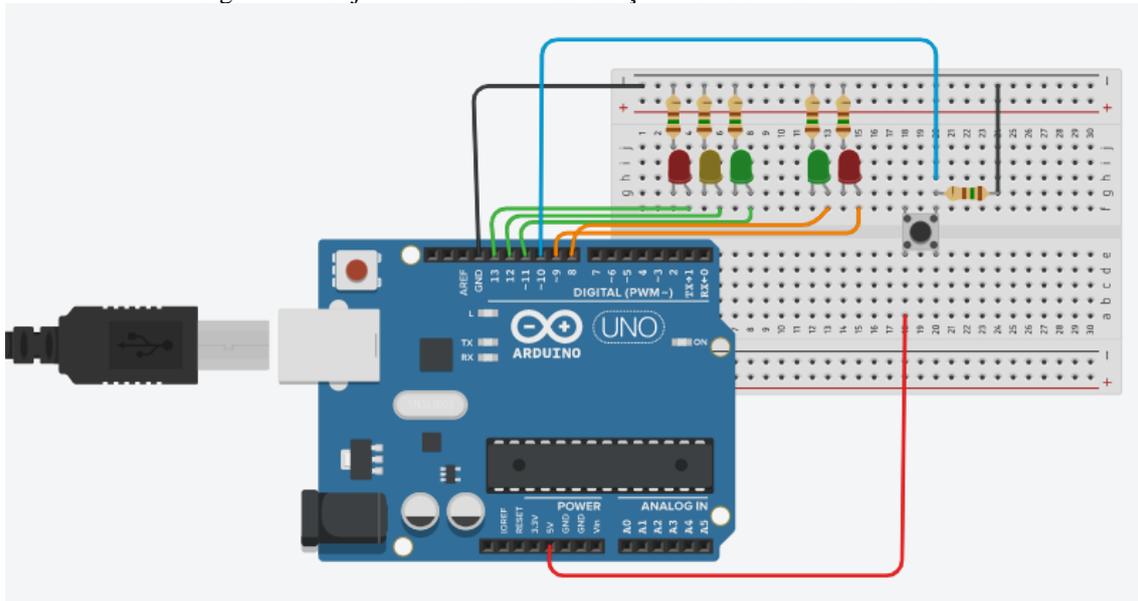
Essas duas funções são escritas dentro do código no IDE do Arduino e ao ser enviado para a placa funcionam controlando a corrente elétrica ou tempo de interrupção

<sup>18</sup> Tempo de pausa do programa.

<sup>19</sup> O número de milissegundos passados desde que o programa iniciou (unsigned long).

em determinado intervalo de tempo. Na figura 19 é possível observar o circuito eletrônico do semáforo.

Figura 19: Projeto eletrônico de sinalização veicular com sensor LDR.



Fonte: Autora

### Aula 03 – Apresentação das variáveis para controle das cores no código

Esta aula será utilizada para apresentação e utilização das variáveis e constantes presentes no código. As duas principais serão Delay e Millis, ou seja, variáveis que atuam no controle da corrente dentro do código, mas para seu funcionamento as definições de níveis lógicos e modos devem ser definidas corretamente.

Projeto adaptado de Anderson Santos (2021), Semáforo e faixa de pedestre via plataforma tinkercad. Código:

```
int cverm=13, camar=12, cverde=11, pverde=9, pverm=8, botao=10;
```

```
int estado;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```
  pinMode(12, OUTPUT);
```

```
  pinMode(11, OUTPUT);
```

```
  pinMode(9, OUTPUT);
```

```
  pinMode(8, OUTPUT);
```

```

pinMode(10, INPUT);
digitalWrite (cverde, HIGH);
digitalWrite (pverm, HIGH);
}
void loop()
{
estado = digitalRead(estado);
delay(30);
estado = LOW
if(digitalRead(estado)==HIGH){
digitalWrite (cverde, LOW);
digitalWrite (camar, HIGH);
delay(10000);
digitalWrite (pverm, LOW);
digitalWrite (camar, LOW);
digitalWrite (pverde, HIGH);
digitalWrite (cverm, HIGH);
delay(10000);
}
}
}

```

#### Aula 04 – Prática: Montagem do projeto

Os alunos farão a montagem de circuitos projeto. Agora que conhecem variáveis e suas funções usarão o roteiro para montagem e responder as perguntas sobre a atividade (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).

#### 3.3.5 SD para o 5º ano do Ensino Fundamental I

No Quadro 6 é apresentada a Sequência Didática (SD) para o 5º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito Simples.

Quadro 6: Sequência para o 5º ano do fundamental I sobre fonte e condução de energia em circuito simples.

<b>Tema:</b> Resistência elétrica	<b>Série:</b> 5º	<b>Carga horária:</b> 4 h/a
<b>Conteúdo:</b>	Resistência elétrica e corrente	

<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender o conceito de resistência elétrica;</li> <li>- Associar a definição de resistência com corrente elétrica;</li> <li>- Utilizar resistência do LDR em circuitos.</li> </ul>
<b>Recursos:</b>	<p>Laboratório</p> <p>Mesas</p> <p>03 Computadores com IDE do Arduino</p> <p>Projetor</p> <p>Kit: 08 placas Arduino UNO, 08 protoboards, 04 cabos USB, 06 fontes 9,0V, 50 jumpers macho e 40 macho e fêmea e 08 sensores LDR.</p>
<b>Cronograma:</b>	<p><b>Aula 01 – Apresentação do projeto (50 min)</b></p> <p>Durante a aula 01 será feita a apresentação do projeto de iluminação da pista de avião. O projeto funcionará como motivação para que os alunos compreendam os conceitos físicos empregados no sensor LDR.</p> <p>Após a apresentação e motivação dos alunos, as funções do sensor serão estudadas e junto com elas o conceito de resistência elétrica. O LDR atua como um resistor, porém sua resistência varia de acordo com a iluminação que recebe, dando possibilidade para várias aplicações.</p> <p><b>Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico (50 min)</b></p> <p>Inicialmente os conceitos da aula 01 serão revisados, depois os alunos farão testes com o sensor em circuito. Para isso precisarão ver as polaridades na placa de ensaio protoboard, os jumpers adequados para o circuito, portas digitais, analógicas, GND e outras funções da placa Arduino Uno.</p> <p><b>Aula 03 – Prática: Apresentação das variáveis para controle dos diodos no código (50 min)</b></p> <p>Mesmo que todo o projeto com LDR esteja montado, para funcionar o código precisará ser compilado para a placa, por isso, a aula 03 será para estudo do código no IDE do Arduino. As principais funções estudadas serão: PinMode, digitalWrite, Serial.println, Serial.begin, e analogRead.</p>

	<p><b>Aula 04 – Prática: Montagem do projeto (50 min)</b></p> <p>Essa aula será dedicada para a montagem física dos projetos a partir das orientações do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).</p>
<b>Avaliação:</b>	<p>A avaliação será feita ao longo das aulas práticas 02 e 03, através envolvimento na atividade, interpretação do roteiro (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6), montagem do projeto e responder as perguntas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD envolve quatro aulas, duas teóricas e duas práticas. Nas seções seguintes, é detalhada cada aula da sequência.

### **Aula 01 – Apresentação do projeto**

O LDR é um componente eletrônico no qual a resistência elétrica irá diminuir quando uma energia luminosa incide sobre ele. Com isso é possível fazer o uso desse elemento para que se consiga elaborar um sensor que pode ser desativado ou ativado quando a energia luminosa atinge esse componente. Existem diversas aplicações para esses sensores como os postes de luz na cidade que ligam automaticamente com o anoitecer. Também é possível controlar a iluminação em um ambiente, controlar uma porta automaticamente e realizar a contagem em uma indústria, por exemplo (MARINHO, 2020).

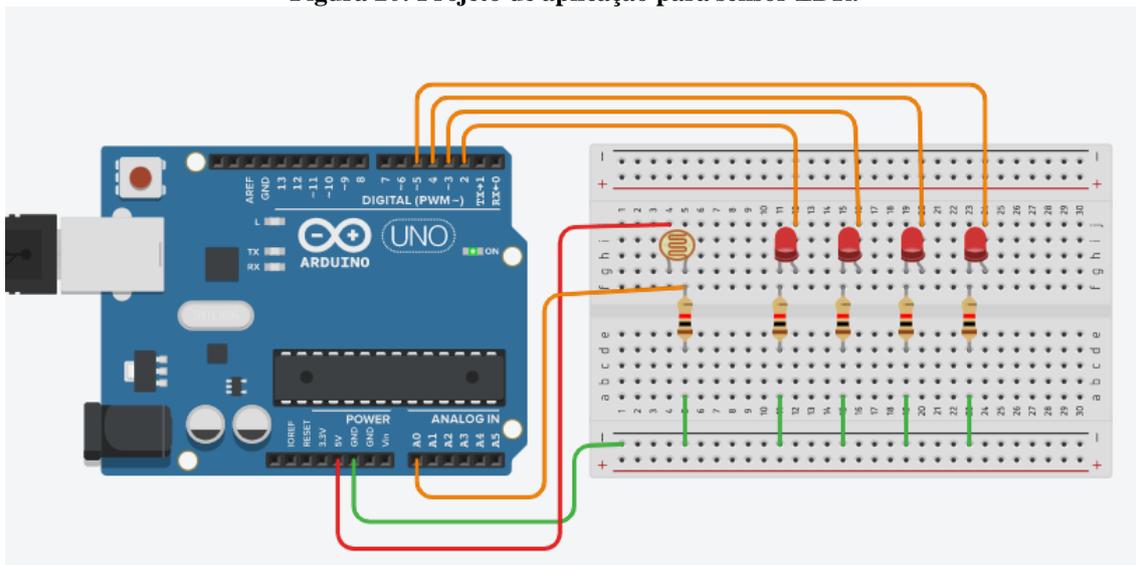
O projeto com LDR trabalhado ao longo das aulas é para facilitar o trabalho de pilotos. Imagine uma pista de pouso e decolagem sinalizada por sensor inteligente que delimita o trajeto dentro da pista a partir da aproximação do avião. Isso dispensaria o uso de sinalizadores manuais utilizados pelos fiscais de pátio. Para que isso ocorra é necessário que o avião envie um feixe de luz para acionar o sensor, que pela sua sensibilidade irá reduzir a resistência e permitir a passagem da corrente elétrica. Esta pode ser usada inclusive nas manobras eletrônicas para dar informações ao piloto por meio de sinais sonoros.

A aula 01 será destinada para apresentação do projeto e estudo do sensor.

## Aula 02 – Prática: apresentação de esquema eletrônico

O circuito (Figura 20) precisa ser montado de acordo com as funções da placa Arduino. Nessa aula serão repassadas as possibilidades de forma experimental para conexões na matriz de contato (protoboard). Pinos digitais, aqueles numerados de 0 a 13. Pinos analógicos definidos de A0 até o pino A5, sendo eles grandezas que podem assumir infinitos valores de amplitude dentro de uma faixa de valores. Pino GND que sempre fornece nível lógico LOW de 0V.

Figura 20: Projeto de aplicação para sensor LDR.



Fonte: Autora

## Aula 03 – Prática: Apresentação das variáveis para controle das cores no código

As principais funções presentes no código terão o papel de: Especificar o pino para funcionar como uma entrada ou saída. Se o pino for configurado como saída (OUTPUT) com a função `pinMode`, sua tensão será acionada para o valor correspondente: 5V para o valor HIGH, 0V (ou ground) para LOW; Imprimir dados na porta serial como texto seguido pelo caractere de retorno de carruagem e um caractere de nova linha; Fazer leitura da foto resistência e leitura de pino analógico.

```
long valor;  
long VALOR2;  
int LUZLED1=(2);  
int LUZLED2=(3);  
int LUZLED3=(4);  
int LUZLED4=(5);
```

```
void setup() {
```

```

Serial.begin(9600);
Serial.println("valores de Fotorresistencia");
pinMode(LUZLED1,OUTPUT);
pinMode(LUZLED2,OUTPUT);
pinMode(LUZLED3,OUTPUT);
pinMode(LUZLED4,OUTPUT);
}
void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
valor=analogRead(A0);
VALOR2=(valor*100/679);
Serial.print("el valor es=");
Serial.print(VALOR2);
Serial.println("%");

if(valor >= 0 && valor <= 115)
{
digitalWrite(LUZLED1, LOW);
digitalWrite(LUZLED2, LOW);
digitalWrite(LUZLED3, LOW);
digitalWrite(LUZLED4, LOW);
}

if(valor >= 116 && valor <= 250)
{
digitalWrite(LUZLED1, HIGH);
digitalWrite(LUZLED2, LOW);
digitalWrite(LUZLED3, LOW);
digitalWrite(LUZLED4, LOW);
}

if(valor >= 251 && valor <= 420)
{
digitalWrite(LUZLED1, HIGH);
digitalWrite(LUZLED2, HIGH);
digitalWrite(LUZLED3, LOW);
digitalWrite(LUZLED4, LOW);
}

if(valor >= 421 && valor >= 520)
{
digitalWrite(LUZLED1, HIGH);
digitalWrite(LUZLED2, HIGH);
digitalWrite(LUZLED3, HIGH);
digitalWrite(LUZLED4, LOW);
}

```

```
}  
if(valor >= 521 && valor <= 679)  
{  
    digitalWrite(LUZLED1, HIGH);  
    digitalWrite(LUZLED2, HIGH);  
    digitalWrite(LUZLED3, HIGH);  
    digitalWrite(LUZLED4, HIGH);  
}  
delay(100);  
}
```

#### **Aula 04 - Montagem do projeto**

Os alunos farão a montagem do projeto. Agora que conhecem o sensor LDR e como funciona o código, usarão o roteiro para montagem e responder as perguntas sobre a atividade (será construído e estará disponível na Seção 3.3.6).

#### **3.3.6 Roteiros de avaliação**

A avaliação ocorrerá durante o desenvolvimento das atividades práticas por meio de roteiro guiado. É importante saber que no guia não terá a imagem do esquema eletrônico para ser reproduzido, mas orientações de acordo com os conceitos ensinados no decorrer das aulas.

Os roteiros da atividade proposta para cada ano do ensino fundamental I e a respectiva proposta de avaliação, estão apresentados no produto educacional no Apêndice 1. A seguir apresentam-se algumas considerações sobre eles. Destaca-se o fato deste material ser ilustrativo e colorido, justamente para chamar a atenção dos alunos do ensino fundamental. Além disso, os roteiros do 1º ano e do 2º ano necessitam ser em letra maiúscula, pois alguns alunos ainda estão sendo alfabetizados. Se for minúscula pode dificultar a leitura e atrasá-los na conclusão da tarefa. Por último, ressalta-se que a formatação dos roteiros didáticos foi alterada por orientação da coordenação pedagógica para o modelo padrão de atividade utilizado na escola. Apesar da formatação não houve modificações no conteúdo do roteiro.

## Capítulo 4

### Resultados e discussões

Este capítulo contém relatos da aplicação das sequências em cada série do ensino fundamental I. Levantam-se os pontos positivos, negativos, as intervenções que foram feitas no decorrer das aulas. A experiência em trabalhar com público infantil na componente curricular voltada para física, além de fazer um diálogo da aplicação com o referencial teórico.

#### 4.1 Aplicação da SD para o 1º ano do Fundamental I

A aplicação da sequência didática nas três primeiras aulas da aplicação da SD foi expositiva. A plataforma e os materiais elétricos que foram apresentados ocorreram de forma fluida, de acordo com o planejado. Nas aulas que foram práticas foi possível ver diferença na resposta dos alunos aos estímulos utilizados. Na Figura 21 são apresentados momentos da segunda aula para a criação de histórias na plataforma Scratch e da quarta aula para a montagem do circuito simples e resolução do roteiro didático.

Figura 21: Desenvolvimento de prática Scratch e circuito.





Fonte: Acervo da autora, 2021.

Destaca-se aqui três pontos relevante sob o olhar pedagógico que foram trabalhados na segunda aula. Primeiro, a utilização de dispositivos eletrônicos e recursos tecnológicos como o site (Aplicativo Scratch). Os alunos mostraram habilidades em manuseio, apesar de ser um site novo para eles, a desenvoltura na utilização do computador facilitou a aplicação.

Em segundo temos a criatividade. A capacidade de criação aguçada e a forma lúdica com que a criança enxerga o mundo foram perceptíveis. As histórias criadas tinham conexão com as experiências de vida e interesse pessoal dos alunos. Eram criadas a partir de algo que eles já conheciam. Como exemplo, uma aluna montou uma animação de uma princesa que vivia presa em uma torre encantada distante, mas que uma vez por ano ela ficava livre para conhecer outros reinos. Ao ganhar uma coroa de presente, o encanto foi quebrado e ela não precisou mais voltar para a torre. Destaca-se aqui que a história mistura os contos já conhecidos com a história dela que tinha viajado para praia com a família nas férias e ganhou um celular de presente.

Por último, o interesse em criar utilizando a tecnologia foi tal, que alguns pais, por influência dos filhos/alunos, entraram em contato solicitando o site para que as crianças pudessem praticar em casa. Então o interesse aliado à criatividade e a tecnologia como ferramenta foram aspectos positivos. Fato observado também por

Araújo (2005) ao apontar que o valor relacionado aos saberes tecnológicos aplicados na educação contempla o desenvolvimento de habilidades cognitivas, e instigam o aluno a armazenar, manipular e analisar as informações que sondam na Internet.

Entretanto, alguns aspectos negativos foram observados na aplicação do roteiro didático. A dificuldade associada à linguagem, principalmente associada a interpretação/escrita. Alguns alunos que estavam aprendendo a ler, leram as palavras soletrando e ao final não lembraram a frase completa que dava o comando da ação. Outra situação foi de alunos que estavam aprendendo escrever letra minúscula apagavam e reescreviam algumas letras durante a escrita da palavra.

O manuseio dos objetos foi difícil para dois alunos, no encaixe de peças e conexão dos jumpers. Uma boa conexão é fundamental para a condução de eletricidade, e quanto a isso uma situação com choro foi gerada quando um aluno percebeu que apenas o circuito dele não estava funcionando. Após a verificação foi constatado um jumper quebrado que foi substituído. Destaca-se que a turma de primeiro ano conta com um auxiliar, que foi fundamental ao longo das aulas. Para Bruner (1987), considerando o processo de desenvolvimento e construção conceitual, mais importante no ensino é ajudar a aluno a passar progressivamente do pensamento concreto à utilização de modos de pensamento conceptualmente mais adequados. Nesta direção, torna-se necessário, para a efetivação da proposta de ensino, pensar em estratégias que possibilitem sua aplicabilidade.

Ambas as situações citadas acima, refletiram na ampliação do tempo da atividade ficando uma aula para a montagem do circuito e outra para resolução do roteiro.

## **4.2 Aplicação da SD para o 2º ano do Fundamental I**

A turma era composta por alunos semialfabetizados. A proposta de atividade fora da sala de aula os deixou bastante empolgados, pois a escola tem sua área externa com formato de fazendinha, contém animais, jardim e os professores são orientados a sempre que possível inserir o espaço externo nas atividades pedagógicas. A importância do meio na alfabetização científica nas séries iniciais para Lorenzetti (2000) é um processo em que a atribuição de significado para o indivíduo se constitui na ampliação do seu universo de conhecimento. A figura 22 mostra parte do espaço e o momento da aplicação do roteiro didático.

Figura 22: Espaço e aplicação do roteiro didático.



Fonte: Acervo da autora, 2021.

A maior dificuldade encontrada na aplicação da sequência didática foi a construção do conceito de pressão e diferença de pressão. O material utilizado foi a bomba hidráulica submersível encontrada comumente em aquário. Como a diferença de pressão é criada internamente, quando a bomba está ligada, ficou difícil atribuir significado a um conceito abstrato. Bruner (1987) diz que o processo de desenvolvimento e construção conceitual parte do concreto para a construção de conhecimento abstrato, assim é importante ajudar a criança a passar progressivamente por esta fase.

Para que os alunos pudessem visualizar a materialidade do conceito foi utilizada uma mangueira transparente e água misturada com tinta colorida, a fim de observar o nível da água que se deslocava dentro da mangueira a partir da altura das extremidades (nível) e poder associar o deslocamento da água a partir da diferença de pressão. Uma vez construído o conceito de pressão foi projetada no slide a figura 16 que faz uma comparação entre o circuito hidráulico e o elétrico, pelo qual possibilita fazer a substituição e comparação dos objetos do circuito hidráulico e elétrico sem dificuldades.

Durante a montagem do roteiro um aluno teve dificuldade em manusear os objetos, mesmo tendo entendido a orientação. A dificuldade na montagem foi resolvida com o auxílio dos próprios colegas de turma. Quanto ao preenchimento do roteiro

correu de forma regular, com exceção do mesmo aluno que não sabia escrever e recebeu ajuda de um colega que estava adiantado na tarefa.

É importante relatar que a dificuldade apresentada pelo aluno não se tratava de não entender o procedimento, mas na escrita das palavras, portanto, ele ditou a resposta e o colega disse as letras correspondente as palavras para que ele escrevesse. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018) o compromisso do ensino de ciências é o desenvolvimento da capacidade de atuação no mundo, que vai além da transformação nos aportes teóricos e processuais. A didática adotada trabalhou de acordo com as necessidades da criança como forma de evitar exclusão e reforçar o trabalho de escrita que estava sendo desenvolvido nas outras disciplinas.

### **4.3 Aplicação da SD para o 3º ano do Fundamental I**

A turma do 3º ano tinha apenas três alunos presentes no dia da aplicação, o número se justifica em razão do momento de pandemia que se passava no ano de 2021. A escola fechou por um período e após o retorno muitas famílias optaram pela não socialização. O número reduzido de alunos possibilitou a aplicação e acompanhamento mais estreito das atividades. Esse fator não interferiu nos resultados da aplicação. Para Júnior (2020) o desenvolvimento das relações interpessoais e aquisição de conhecimentos que não estão nos livros, se dão apenas pelo contato físico/presencial, que é adquirido concomitante com conhecimentos teóricos de diversos assuntos, muito importante na construção do conhecimento.

Uma situação que cabe atenção foi o tempo. Apesar de assim como as demais turmas ser destinado tempo de 50min para as aulas de robótica o horário da turma era o primeiro, por isso foi registrado acentuados atrasos e faltas na chegada à escola, interferência direta no desenvolvimento da aula.

A situação da turma foi que apesar de poucos alunos, houve desnível dos colegas pontuais e assíduos e em relação a uma aluna que apresentou atraso e ausência. Para incluí-la quando chegava à sala era feito um resumo do que já tinha passado e a agenda da aula, mas a retomada provocou aparente desinteresse nos alunos que já estavam na sala.

Apesar da situação citada, a realização da atividade prática ocorreu sem prejuízos, e com boa coordenação na montagem do circuito. Bento (2010) ressalta que a abordagem inicial dos conteúdos científicos deve ser feita de forma exploratória,

conectada às experiências vivenciadas e posteriormente sistematizadas para permitir aprendizagens complexas, assim, primeiramente foi feita a parte prática e depois as reflexões para resolução do roteiro.

Quanto ao preenchimento do roteiro a aluna com problemas de ausência e atraso precisou de mais tempo. Piaget (1986, p.28) diz que “a inteligência é uma adaptação, por isso, para apreender as suas relações com a vida em geral, se faz necessário definir quais as relações que existem entre o organismo e o meio ambiente”. Significa dizer que é indispensável conhecer as relações do sujeito com o meio em que objetos externos são utilizados para aprender. Neste caso, não teve outro horário de aula, foi utilizado o tempo do intervalo entre os turnos, tendo em vista ser uma aluna de ensino integral. Os outros alunos responderam sem intercorrências. Na figura 23 é possível observar momentos da aplicação.

Figura 23: Registro da aplicação sobre condutores e não condutores elétricos.



Fonte: Acervo da autora, 2021.

Observa-se que o fator mais relevante na aplicação da sequência didática na turma foi o desnível de aprendizagem. Enquanto um aluno foi medalhista da olimpíada brasileira de robótica – OBR em 2021, concorrendo com mais de 21 mil estudantes do país, apresentando habilidades em leitura, interpretação, escrita e montagem das atividades; outra precisou de tempo extra para conclusão de atividade.

## 4.4 Aplicação da SD para o 4º ano do Fundamental I

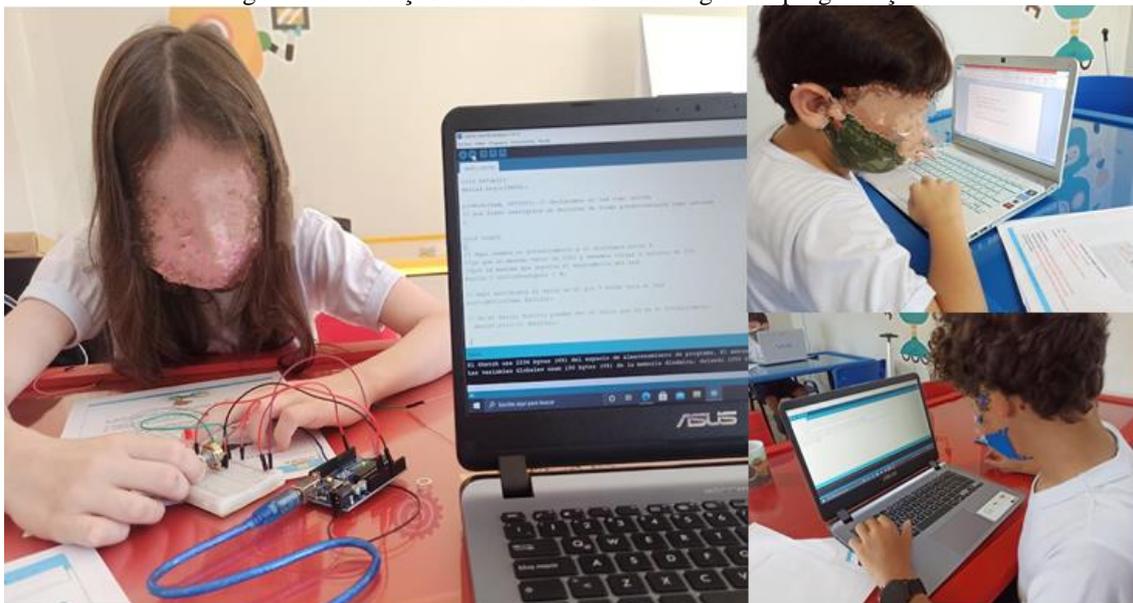
Para estudo da corrente elétrica foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado do Arduíno – IDE, o local em que os comandos são escritos de forma lógica para que após ser compilada as informações para a placa (circuito elétrico), as ações sejam executadas.

Todos os alunos da turma tinham a mesma idade. A maior diferença observada foi relacionada as condições do ambiente que necessitou está de acordo com as necessidades de um aluno com transtorno do espectro autista – TEA. O grau do transtorno não refletiu em déficit de aprendizagem em relação aos alunos neuro típicos.

Apesar da resistência em fazer atividades coletivas, ele tinha interesse em tecnologia. O próprio Ministério da Educação orienta sobre a necessidade do conhecimento tecnológico e sua necessidade no espaço escolar (BRASIL, 2017). Para aplicação da Sequência foi feito um cronograma prévio da aula, repassada a família do aluno com antecedência para que ele pudesse se organizar, e optou por levar o próprio notebook para evitar interferência na rotina planejada.

Na figura 24 é possível ver momentos da aplicação da sequência didática.

Figura 24: Produção e análise de estrutura lógica de programação.



Fonte: Acervo da autora, 2021.

A turma foi a que apresentou maior sincronia durante todo o desenvolvimento das aulas, não registrando atrasos na leitura, escrita e prática. Diferente das demais em que o estudo do conteúdo se dava a partir de elementos do circuito, esta seguiu o

caminho diferente. Mesmo a corrente elétrica estando presente no circuito o estudo se baseou nas variáveis de controle de fluxo dentro do código.

Bruner (1969, p.59) salienta a necessidade de “algo que a faça ter início, algo que a mantenha em ação, e alguma coisa para evitar que se perca [...]”. O professor precisa de organização e planejamento para guiar todo o processo de exploração e descobertas do novo/conhecimento.

A dificuldade observada na linguagem simbólica foi no código, necessário para funcionamento do circuito. Escrito em linguagem C++, um caractere, ponto ou espaço fora da documentação de referência da linguagem, o programa não roda, apresenta erro. Esses erros estavam mais relacionados à prática da escrita no notebook que não é tão utilizada quanto os toques em telas. A correção ocorreu pelos alunos, através da revisão da linha apontada com erro no programa.

#### **4.5 Aplicação da SD para o 5º ano do Fundamental I**

A última turma da série inicial do ensino fundamental 1 (5º ano), tem um perfil totalmente diferente das demais. Comparando com as séries 1º e 2º anos, eles já conheciam os materiais utilizados na aula e tinham uma base mínima de eletrônica e programação desenvolvidas nas aulas anteriores de robótica na escola.

As aulas desta série foram baseadas no estudo e aplicação do sensor no cotidiano. Após análise das funções do sensor LDR, utilizado para construir o conceito de resistência, os alunos sugeriram a adição de ideias para aplicação. Como descrito anteriormente, o LDR é um sensor sensível à luz, que interfere na resistência e consequentemente na corrente elétrica.

O projeto proposto foi para iluminação da pista de voo que acenderia a partir da aproximação do avião, enviando o sinal luminoso. Naturalmente, um aluno da turma associou ao seu gosto por carros e propôs aplicar a uma rodovia que cortasse um rio largo através de uma ponte automática, que se estendesse e se recolhesse antes e após a travessia, de acordo com a iluminação dos automóveis. Destaca-se que este aluno coleciona carrinhos e tem muito interesse em mecânica de automóveis e rodovias.

De acordo com Bruner (1973, p.34-35) “a atividade intelectual da criança parece basear-se numa capacidade para operar com proposições hipotéticas, do que permanecer restrita ao que já experimentou, ou ao que tem diante de si”. Assim, foi destinado um

tempo para diálogo entre os alunos sobre as possibilidades de utilização do LDR e posteriormente direcionado o projeto a proposta da sequência didática.

Apesar de a turma compreender o conteúdo com facilidade, teve a necessidade de supervisão contínua e intervenção da professora. As ações de intervenção foram direcionadas a dificuldade dos alunos em focar na atividade sugerida. Se a turma ficasse à vontade faria as atividades de interesses próprios, o que não é ruim, mas não está de acordo com os objetivos da aula. Situação evidenciada por Piaget (1986) quando diz que o desenvolvimento mental apresenta continuidade com os processos adquiridos ou inatos à associação habitual e ao reflexo os quais se baseia e utiliza.

Acredito que um dos motivos da dispersão apresentada se relaciona com os conhecimentos prévios criados nas mais diversas vivências e na facilidade dos alunos em associar o tema estudo com outros saberes. Na figura 25 pode ser vistos alguns momentos da aplicação prática do projeto e resolução do roteiro.

Figura 25: Desenvolvimento do projeto e resolução do roteiro.



Fonte: Acervo da autora, 2021.

O nível de leitura e escrita apresentado foi excelente, o que facilitou a resolução do roteiro. Apesar da representação do circuito ser de elementos bidimensionais, os alunos já estavam adaptados a associá-los aos objetos tridimensionais.

## 4.6 Experiência na regência de robótica para o público infantil

Apesar de cada turma ter idade, perfil e nível de aprendizagem diferente, as situações específicas observadas ao longo das aulas conversam com a proposta do referencial teórico no que diz respeito ao ensino de ciências, utilização de tecnologias e as teorias da aprendizagem.

Não obstante de serem conteúdos mais voltados para a técnica, à adaptação da linguagem e dos materiais possibilitou a compreensão por parte dos estudantes. As dificuldades observadas foram próprias do estado de desenvolvimento da criança o que não inviabilizou a atividade, mas cabe olhar de acordo com o contexto próprio da fase. Piaget (1999, p.15) diz que cada estágio constitui então, pelas estruturas que o definem, uma forma particular de equilíbrio, efetuando-se a evolução mental no sentido de uma equilibração sempre mais completa.

A experiência em trabalhar com o público infantil na componente curricular voltada para física ofereceu mais segurança na avaliação. A avaliação da criança é mais fiel pois ela não tem interesse em simular o aprendizado. A facilidade de a criança assumir que não entendeu, perguntar e mostrar as dificuldades permitiu a intervenção imediata levando o docente a ter clareza do andamento da turma.

Perante o avanço rápido das Ciências, é necessária uma abordagem diferente do seu ensino. De acordo com Bruner *apud* Roldão (1994) a proposta de construção do conhecimento necessita de reorganização curricular e se fundamenta pela caracterização de estágios. O currículo em espiral de Bruner aborda a aprendizagem de modo que o aluno possa ir do conhecimento geral ao conhecimento especializado, naturalmente. Deste modo, a tecnologia pode oferecer a possibilidade para se atingir os objetivos específicos.

## Considerações Finais

Através da realização da pesquisa, foi constatado que é possível usar a didática proposta na disciplina de física. Verificou-se que o emprego da robótica e algumas tecnologias ainda no ensino fundamental I para o ensino de temas de física é aplicável, além disso, é possível por meio de uma linguagem adequada e material atrativo, aprimorar e contribuir para o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes, assim gerando melhor compreensão na física, algo primordial para evolução do aluno.

Aponta-se que as dificuldades apresentadas pelos alunos em relacionar a base teórico-científica com reflexões sob a perspectiva prática e experimental, desafio que serviu de motivação para a pesquisa, configurada no ensino com ideologias tradicionais, demonstra a necessidade de reformulação do currículo e pode ser trabalhada a partir do direcionamento do professor ao longo do planejamento educacional.

A área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Desse modo, para formar cidadãos que tenham mais autonomia, são necessárias metodologias e estratégias que outrora viabilizavam externar relações entre o conhecimento e essa realidade cotidiana.

O aluno da atualidade encontra-se imerso a uma cultura tecnológica. O uso e compreensão da eletricidade acompanha a necessidade emergente sobre o uso de tecnologias. Os caminhos significantes quanto ao papel do professor é o instrumento propulsor na inserção desta e a possível existência de uma base conceitual nas séries iniciais.

A atividade lúdica através dos roteiros didáticos é um instrumento alternativo de ensino que possibilita ao professor tornar o conteúdo mais dinâmico. Sua aceitação por parte dos alunos é uma arma extremamente relevante, que pode ser mais eficaz e facilitar a introdução do conteúdo proposto pelo professor.

A instrumentalização tecnológica promove maior capacidade do indivíduo se relacionar com o mundo a sua volta. Nesta direção, a robótica utiliza-se dos fundamentos de física para desenvolver projetos e resolver problemas apresentados em situações reais. As orientações educacionais preveem a inserção da robótica como

perspectiva positiva na construção de conhecimentos (conceitos), mostrando diversos pontos que poderão auxiliar na estruturar curricular.

As características singulares do presente trabalho abordam a teoria de Piaget. Os estímulos provocados em cada estágio levam a equilíbrio sempre mais completa. O desfecho da pesquisa está em conformidade com condições específicas da realidade escolar privilegiada dos alunos envolvidos. O número reduzido de alunos por sala de aula e a disponibilidade de material é um cenário que foge da realidade de vulnerabilidade social de muitos alunos de escolas Públicas de Educação Básica.

Propõe uma prática reflexiva sobre a importância que os conhecimentos científicos têm para a vida das crianças. É importante a inserção de diversos aspectos do cotidiano do indivíduo para que o educando consiga identificar os conceitos teóricos em sua vivência e experiências.

Como a construção por descobertas demanda relação com fatores experienciais e concretos, no contexto educacional é sugerida a adaptação da proposta pelo professor através do uso de metodologias que se adapte ao ambiente. No caso da ausência de laboratório e material elétrico sugiro a utilização da sala de informática da escola como ambiente e a plataforma Tinkercad para montagem dos circuitos e programação.

Um ponto negativo a ressaltar são as implicações sociais junto ao contexto de desigualdade de oportunidades ao acesso aos aparelhos e conhecimentos que subsidiem os recursos da tecnologia. O desenvolvimento de ações que se efetivem de maneira a facilitar a exploração de novos conhecimentos tem encontrado resistência frente as demandas coletivas.

Para análise ampla, requer o que Bruner chama em sua teoria de aprendizagem de currículo em espiral. O desenvolvimento dos conteúdos durante ensino fundamental deve acompanhar o desenvolvimento progressivo do aluno, no qual cada estágio se torna essencial para contemplar as características do posterior. Assim, caso o mesmo aluno seja submetido às atividades nas cinco séries, a construção dos conceitos poderá ocorrer de forma gradual e contínua associando conceitos gerais a conteúdos específicos. Situação na qual não foi realizada aqui, pois não haveria tempo suficiente para acompanhar os alunos do 1º ao 5º ano, tendo em vista o prazo para conclusão de um mestrado no Brasil.

Deste modo compreende-se que a inserção da robótica no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos da física no ensino fundamental I pode representar uma excelente oportunidade para o educador promover aulas mais dinâmicas e participativas, além de desmistificar a falsa ideia de que a aprendizagem de conceitos desta disciplina é possível apenas por meio de atividades repetitivas e tradicionais, promovendo o ensino com reposta positiva na aprendizagem dos alunos.

## Referências

ALCÂNTARA, L.A y; FREIXO, A.A. O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 70-85. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a5.

ALEGRIA, F. A. C. **Sensores E Atuadores**. Lisboa: IST, 2021.

ALMEIDA, A. G. *et al*. Documento de Consenso sobre a realização de ressonância magnética em doentes com dispositivos cardíacos electrónicos implantados. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 40, n. 1, 2021.

ALVES, A. E. S. Fundamentos históricos da separação entre trabalho de homem e trabalho de mulher: algumas notas. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, SP, v. 11, n. 41, p. 174–187, 2012. DOI: 10.20396/rho.v11i41.8639844. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639844>. Acesso em: 7 maio. 2021.

AUTODESK. **Tinkercad**, 2021. Aplicativo Web para projetos 3D, eletrônica e codificação. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/dashboard>, Acesso em: outubro 2021.

SANTOS, Anderson; **Semáforo e faixa de pedestre**. plataforma tinkercad, 2021. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/things/6iWtIX1PnRQ-copy-of-semaforo-e-faixa-de-pedestre/editel?tenant=circuits>. Acesso em 20 de novembro 2021.

ANDRÉ, M. **O que é um estudo de caso qualitativo em educação?** Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.

ARAÚJO, Rosana Sarita de. Contribuições da Metodologia WebQuest no Processo de letramento dos alunos nas séries iniciais no Ensino Fundamental. In: MERCADO, Luís.

AROCA, R. V. **Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional**. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

ASCENCIO, A. F. G.; CAMPOS, E. A. V. **Fundamentos da Programação de Computadores**: Algoritmos, Pascal, C, C++ e Java. 3. Ed. São Paulo: Pearson, 2012.

BARANAUSKAS, M. C. C., e VALENTE, J. A. (2013). Editorial. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, 1(1), 1-5. Acesso: 09 out. 2021. Disponível: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14436/9449>

BARATTO, S.S; CRESPO, L.F. **Cultura digital ou cibercultura**: definições e elementos constituintes da cultura digital, a relação com aspectos históricos e educacionais. UNISEB, Ribeirão Preto, v.1.2013.

- BECKER, Fernando. O caminho da aprendizagem em Jean Piaget e Paulo Freire: Da ação à operação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- BENTO, S.I.S. Impactos do Programa de Formação de Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico em Ensino Experimental das Ciências nas Aprendizagens das Crianças. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, 2010.
- BRAGA, N. C. **Relés: Circuitos e aplicações**. 1. Ed. São Paulo: NCB, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. FNDE-**Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (MEC). Robótica Educacional – Audiência Pública nº 04/2017**. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/217-audi%C3%A2nciap%C3%ABblica?download=10695:apresenta%C3%A7%C3%A3ot%C3%A9cnica-da-audi%C3%A2ncia-p%C3%ABblica>>. Acesso em: 04 nov 2021.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciencias naturais. MEC/SEF. Brasília. 1998.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília :MEC / SEF, 1998.
- BRESSAN, M. L. Q.; AMARAL, M. A. Avaliando a contribuição do scratch para a aprendizagem pela solução de problemas e o desenvolvimento do pensamento criativo. **Revista Intersaberes**, v. 10, n. 21, 2015.
- BRUNER, J. S. O Processo da Educação. 3ª ed. São Paulo. Nacional. 1973.
- BRUNER, J. S. Uma Nova Teoria de Aprendizagem. 2ª ed. Rio de Janeiro. Bloch. 1973.
- BRUNER, Jerone.S. O processo da educação. São Paulo: Nacional, 1987.
- CAVALCANTE, Z.V; SILVA, M.L.S. A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia. VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Ed CESUMAR, SBN 978-85-8084-055-1. Paraná, Outubro de 2011.
- CAMPOS, F. R. **Currículo, tecnologias e robótica na educação básica**. 2011. 243f. Tese (Doutorado em Ciências) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CAMPOS, F. R. Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 4, 2017.
- CAVICCHIA, DURLEI DE CARVALHO. **O Desenvolvimento da Criança nos Primeiros Anos de Vida**. Univesp. Unesp. São Paulo - SP.

CAMPOS, L. F. **Identificação e comparação das taxas de acerto e erro de transições de radiação por meio de dados medidos por um sensor de luminosidade arduino e um pireliômetro**. 2017. 41 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CAMPOS, F. R. **A robótica para uso educacional**. 1. Ed. São Paulo: Senac, 2019.

CARVALHO, R. E. Temas de educação especial. Rio de Janeiro: WVA, 1998.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede: do conhecimento à política. In.: CASTELLS, Manuel; CARDOSO, Gustavo (Org.). A sociedade em rede: do conhecimento à ação política. Brasília: Imprensa Nacional-Casa da Moeda: 2006, p. 17-30.

CASTRO, A. **O uso da programação Scratch para o desenvolvimento de habilidades em crianças do ensino fundamental**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

CASTRO, A.; KOSCIANSKI, A. O uso da programação scratch para o desenvolvimento de habilidades em crianças do ensino fundamental. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 19, 2017.

CAVALCANTE, M. A. *et al.* Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011.

CIPOLLA, E. Z. *et al.* Avaliação da Distribuição de Velocidades em Uma Bomba Centrífuga Radial Utilizando Técnicas de CFD. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 3, 2011.

DIAS, A. C. G; BARLETTE, V. E; MARTINS, C. A. G. **A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem**. Experiências em Ensino de Ciências – V4(1), pp.107-117, 2009.

DIAS, C. de F. B.; PEREIRA, C. S.; DIAS, J. B.; DOS SANTOS, G.; PINHEIRO, N. A. M.; MIQUELIN, A. F. É possível ensinar Estocástica para crianças da Educação Infantil? Uma análise à luz da Teoria de Bruner. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 34, n. 66, 2020.

DUBY, G. Os Camponeses. In: \_\_\_\_\_ *Guerreiros e Camponeses: os primórdios do crescimento econômico europeu séc. VII – XII*. 2.ed. Lisboa, PT: Estampa, 1993, p. 197 – 226.

DUCKETT, J. **HTML e CSS: projete e construa websites**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2016.

FIALHO, A. B. **Automatismos Hidráulicos: Princípios Básicos, Dimensionamentos de Componentes e Aplicações Práticas**. 1. Ed. São Paulo: Erica, 2018.

- FIALHO, A. B. **Automação hidráulica**: projetos, dimensionamento e análise de circuitos. 7. Ed. São Paulo: Erica, 2019.
- GARVÃO, Marzane; SLOGO, Iône Inês Pinsson. **O ensino de ciências no currículo oficial dos anos iniciais**: uma leitura da sua história. 2019. Disponível em <<http://periodicos.utfpr.edu.br/actio>> Acesso em: 13.09.2021.
- GARCIA, R. P. **Avaliação experimental da eficiência térmica de coletor solar plano com barreiras internas**. 2019. 134f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.
- GENPHOAL TECHNOLOGY. **Reed switch proximity sensors**, 2014. Disponível em: <https://www.switchand.com/reed-switch-proximity-sensors/>. Acesso em: 20/10/2021.
- GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa tipos fundamentais**. São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29, 1995.
- GOMES, C. G.; SILVA, F. O.; BOTELHO, J. C.; SOUZA, A. R. A robótica como facilitadora do processo ensino- aprendizagem de matemática no ensino fundamental. In: PIROLA, N. A. org. Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação. São Paulo: Editora UNESP, 2010.
- GOMES; R. C. S., GHEDIN; E. **O desenvolvimento cognitivo na visão de jean piaget e suas implicações a educação científica**. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/resumos/R1092-2.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1092-2.pdf) . Acesso em: 23 fev 2022.
- GONCALVES, R. M. F. **Sistemas de instrumentação em unidades de injeção**. 2014. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, 2014.
- GONCALVES, D. M. **Otimização do processo de obtenção e tratamento de dados de clientes telecontados**. 2019. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Porto, Porto, 2019.
- GRIFFITHS, David J. **Eletrodinâmica** / David J. Griffiths; tradução Heloisa Coimbra de Souza; revisão técnica Antonio Manoel Mansanares. – 3. ed. – São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011.
- GUSSOW, M; **Eletricidade básica** [recurso eletrônico]; tradução José Lucimar do Nascimento. - 2. ed. -Dados eletrônicos. - Porto Alegre. - Bookman, 2009.
- GUIDOTTI, C; HECKLER, V. **Investigação na educação em ciências: concepções e aspectos históricos**. 2017, Volume 14, nº 3, Pág. 191 a 209.
- BRUNER, Jerone S. Uma nova teoria de aprendizagem. Rio de Janeiro: Bloch, 1969.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 11 ed – Porto Alegre: Bookman; 2011.
- HALLIDAY, D; RESNICK, ;KRANE, K, S. **Fundamentos de Física** - Vol. 3, 5ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2008.

HALLIDAY, D; RESNICK, ;KRANE, K, S. **Fundamentos de Física** - Vol. 4, 5ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2010.

JIMENEZ, S. H. **Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas**. 2. Ed. Catalunya: Universitat Politecnica de Catalunya, 2019.

KAMINSKI, M. R. ; BOSCARIOLI, C. Robótica educacional nos anos iniciais: o processo de implementação e avaliação em uma escola pública. **RELATEC: Revista Latino-Americana de Tecnologia Educacional** , ISSN-e 1695-288X, Vol. 19, Nº. 2, 2020 , pág. 155-171.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KUNZLER, O. J.; RAVASIO, M. H.; NONENMACHER, S. B.; CHAVES, T. V. A **ROBÓTICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA**. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S. l.], v. 1, n. 20, p. e8761, 2021. DOI: 10.15628/rbept.2021.8761. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/8761>. Acesso em: 29 abr. 2022.

LA TAILLE, Yves; OLIVEIRA, Marta Kohl De; DANTAS, Heloysa. Piaget Vygotsky Wallon: Teorias Psicogenéticas em discussão. 26º ed. São Paulo: SUMMUS, 1992.

LAMAS, S. F. O. **Sistema ótico de Fototerapia Dinâmica para cápsulas endoscópicas**. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Minho, Braga, 2013.

LOPES, D. de Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. Porto Alegre (2008).

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das Séries Iniciais**. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LIMA, V.M.R; GRILLO, M.C. **Aprender em Rede na Educação em Ciências**. 2008.

NOVAES, Arthur; **ldr controlando leds**. Plataforma tinkercad, 2019. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/things/6I7YB5nGNKg-copy-of-ldr-controlando-leds/editel?tenant=circuits>. Acesso em: 20 de novembro 2021.

MACHADO, M. R. **A inclusão da tecnologia na educação infantil**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2013.

MARINHO, F. P. **Dispositivo de previsão de irradiância solar por meio de aprendizagem de máquina utilizando sensores de luminosidade LDR e imagens do céu**. 2020. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

MATOS; Maicon Teixeira de. Robótica educacional no ensino de física – construção e aplicação de carrinhos de controle remoto para abordagem do conteúdo de dinâmica – forças e as leis de newton. Araranguá SC, 2021. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/rob%C3%B3tica-educacional-no-ensino-de-f%C3%ADsica-%E2%80%93-constru%C3%A7%C3%A3o-e-aplica%C3%A7%C3%A3o-de-carrinhos-de-controle-remoto> . Acesso em: 19 de nov 2021.

MARTINS, A. R. Q. Usando o Scratch para potencializar o pensamento criativo em crianças do ensino fundamental. 2012. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

MARTIN, R. C. **Código limpo: Habilidades práticas do Agile Softwar**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, A. R. Q. **Usando o Scratch para potencializar o pensamento criativo em crianças do ensino fundamental**. 2012. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

MATOS, L.B; AZVEDO, R.M. **Tecnologia e saberes docentes na formação de professores do ensino tecnológico**. Polyphonía, 2014.

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2014.

MEDEIROS, I. P. M. *et al.* Avaliação da eficiência de protótipo solar de baixo custo com movimento baseado em sensor de luminosidade. **Holos**, v. 2, 2020.

MELCONIAN, S. **Sistemas Fluidomecânicos: Hidráulica e Pneumática**. São Paulo: Érica, 2018.

MELO, H. A. Circuitos integrados. São Paulo, Edgard Blücher, 1976.

MENEZES, E. T. de; SANTOS, T. H.dos. **Verbete robótica educacional**. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2015.

MIRANDA, L. C. *et al.* RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 3, 2011.

MONK, S. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2017.

MORAN, José Manuel et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2000.

MOREIRA, I. S. **Sistemas hidráulicos industriais**. São Paulo: Senai, 2015.

MOREIRA, I. S. **Sistemas hidráulicos industriais**. São Paulo: Senai, 2015.

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2014.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias.2000.Disponível em: <http://www.eca.usp.br/moran/onov.htm>>. Acesso em: 23.08. 2021.

MULTILÓGICA SHOP. **Arduino Guia Iniciante**. V. 1.0 Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3252633/mod\\_resource/content/1/Guia\\_Arduino\\_Iniciante\\_Multilogica\\_Shop.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3252633/mod_resource/content/1/Guia_Arduino_Iniciante_Multilogica_Shop.pdf). Acesso em: 05/11/2021.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés; Curso de física básica, 3 : eletromagnetismo - 2. ed. – São Paulo: Blucher, 2015.

OLIVEIRA, S. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. 2. Ed. São Paulo: Novatec, 2021.

OLIVEIRA, N. C. C; **A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil**. Varia Historia, Belo Horizonte, vol. 34, n. 65, p. 315-346, mai/ago 2018.

OLIVEIRA, J. M. R. V. **Desenvolvimento de um sistema IoT com comunicação via App/Cloud para monitorização de uma cama médica**. 2021. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Porto, Porto, 2021.

Paulo Leopoldo (org.). **Vivências com Aprendizagem na Internet**. Maceió: Edufal, 2005.

PESSANHA, M. C. R. *et al.* Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

PILATTI, P.V. **Saberes docentes expressos na prática dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2015.

PIMENTA, Selma Garrido (Org.). **Saberes Pedagógicos e Atividade Docente**. São Paulo: Cortes, 1999.

PRESSMAN, R. S. *et al.* **Engenharia de software**. 9. Ed. São Paulo: AMGH, 2021.

RANGEL, E. L. La noción de substancia en el pensamiento escolástico. Revista de Filosofía y Letras SINCRONÍA, GUADALAJARA, MX. e-ISSN: 11556622--338844XX Año XXII. Número 73 Enero-Junio 2018.

RAPPAPORT, Clara Regina; FIORI, Wagner da Rocha; DAVIS, Cláudia. **Psicologia do Desenvolvimento**. São Paulo: EPU, 1981.

REIS, J. **O uso do delay() e do millis()**. 2019.

RIBEIRO, L.O.; GUARENTI, R.G. **Educação tecnológica - superação de desafios de aprendizagem em física através da robótica educacional**. VIII World Congress on Communication and Arts - COPEC, 2015 (p.363 a 367).

RIOS, P. T. G.; CURY, D. Utilizando o SCRATCH no desenvolvimento de Lógica de Programação como contribuição interdisciplinar. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, v. 12, 2016.

ROBERTS, M. *et al.* **Arduino Básico**. 2. Ed. São Paulo: Novatec, 2015.

ROLDÃO, M. D. C. (1994). O pensamento concreto da criança: uma perspectiva do currículo a questionar. Lisboa: Instituto de inovação Educação,

SÁPIRAS, F. S.; VECCHIA, R. D; MALTEMPI, M. V. Utilização do Scratch em sala de aula. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v.17, n.5, pp. 973 – 988, 2015.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 89-99, 2006. Disponível em: . Acesso em: 05 mai. 2021.

SCRATCH. 2021. Disponível em:

<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>. Acesso em: 09/08/2021.

SILVA, R. B.; BLIKSTEIN, P. **Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira**. 1. ed. São Paulo: Penso, 2019.

SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

SILVA; A.H. GOMES; L. C. A teoria de aprendizagem de bruner e o ensino de ciências. 2017. v 21, n 03, p. 13-24.

SILVA; Valdeci Teles da. **CONSTRUCIONISMO DE PAPERT E O ENSINO-APRENDIZAGEM DO EFEITO DOPPLER: um kit didático de robótica com a utilização de um laboratório portátil**. São Luis MA, 2021. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/construcionismo-de-papert-e-o-ensino-aprendizagem-do-efeito-doppler-um-kit-did%C3%A1tico-de-rob%C3%B3tica-com>. Acesso em: 19 de nov 2021.

SOUZA, L. M.; CORREIA, K. C.; SANTOS, A. M. G., BARRETO, L. P.; NETO, E. B. **comparação de metodologias de análise de ph e acidez titulável em polpa de melão**. X jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 18 a 22 de outubro.

SOUZA, M. A. F. *et al.* **Algoritmos E Lógica Da Programação**. 3. Ed. São Paulo: Cengage, 2019.

SOUZA, R, C. A secularização e o sagrado: uma relação dialética com implicações na religiosidade contemporânea. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10923/12518>. Acesso em: 07/05/2021.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 16 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

TINKERCAD. 2021. Disponível em:

<https://www.tinkercad.com/things/8ncpRxQGmTf-brilliant-uusam-blorr/editel?tenant=circuits> . Acesso em: 20/10/2021.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Análise: ensino a distância na educação básica frente à pandemia da covid-19**. 2020.

TORRES, J. D. *et al.* Aquisição de dados meteorológicos através da plataforma Arduino: construção de baixo custo e análise de dados. **Scientia Plena**, v. 11, n. 2, 2015.

VENTURA, L. M. *et al.* Scratch e a possibilidade de novos sentidos sobre o ensino da Lógica de Programação. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico – EDUCITEC**, v. 5, n. 11, 2019.

VIEIRA, S. S. Aprendizagem criativa com experimentação mão na massa através do Scratch em sala de aula visando o desenvolvimento computacional. **EaD & Tecnologias Digitais na Educação**, v. 8, n. 10, 2020.

VIEIRA, S. S.; SABBATINI, M. Cultura maker na educação através do scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano de uma escola do campo da cidade de Olinda-PE. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 2, 2020.

VIEIRA, S. S.; SABBATINI, M. Pensamento computacional através do Scratch numa perspectiva Maker. **Revista Intersaberes**, v. 16, n. 37, 2021.

ZOCOLER, J. L. *et al.* Período de recuperação do investimento em bomba hidráulica de melhor rendimento em sistemas de bombeamento na tarifa horossazonal verde. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, 2011.

# **Apêndice 1**

## **Produto educacional**