

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

**DIRETORIA ACADÊMICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**CARLOS ROBERTO PUYO MARTINEZ**

**ROTAÇÃO DE EXPERIMENTOS: UMA EXPERIÊNCIA COM  
ENSINO TÉCNICO**



Canoas

2022

CARLOS ROBERTO PUYO MARTINEZ

# **ROTAÇÃO DE EXPERIMENTOS: UMA EXPERIÊNCIA COM ENSINO TÉCNICO**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Leticia Azambuja Lopes

Canoas

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

M385r Martinez, Carlos Roberto Puyo.

Rotação de experimentos : uma experiência com ensino técnico / Carlos

Roberto Puyo Martinez. – 2022.

99 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas,

Bibliotecária responsável – Heloisa Helena Nagel – 10/981

CARLOS ROBERTO PUYO MARTINEZ

ROTAÇÃO DE EXPERIMENTOS: UMA EXPERIÊNCIA COM ENSINO TÉCNICO

Linha de pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino de Ciências e Matemática (TIC)

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Data da Aprovação:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof(a). Dr(a). Juliana Stephanie Galaschi Teixeira  
Instituto Tecnológico Vale

---

Prof(a). Dr(a). Clarissa de Assis Olgin  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof(a). Dr(a). Marlise Geller  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof(a). Dr(a). Letícia Azambuja Lopes (Orientadora)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Dedico este trabalho a meu pai, minha mãe por todo apoio, a todos que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais que sempre me incentivaram a trilhar este caminho, sem o seu apoio não teria conseguido.

A minha esposa e filha pelo amor, compreensão e incentivo durante esta caminhada.

Aos meus amigos em especial a Dirlene Melo Santa Maria e Lucas Picanço que muito me ajudaram no início da minha trajetória.

À minha Prof. Orientadora Leticia Azambuja Lopes pela oportunidade de ser seu orientando, pelas condições e suporte para que eu conseguisse finalizar esta etapa do curso.

Ao Diretor Lucio Renato de Oliveira pelo espaço cedido na escola para a aplicação da pesquisa. Ao aluno João Cabreira pelo auxílio durante as aulas.

Ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática e aos professores, que colaboraram com o meu crescimento pessoal e profissional.

Meus agradecimentos à CAPES pelo fomento da pesquisa.

Muito obrigada a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram e torceram por mim durante este percurso!

## RESUMO

Nossos estudantes demonstraram dificuldade em Matemática e Ciências como informa o PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes 2018, comparados a outros países ranqueados. A evasão escolar tem sido uma realidade grave na educação brasileira, estando ligada as formas de avaliação e didática. No ensino técnico a evasão escolar mostra-se presente sendo causada por questões individuais, dificuldades econômicas e emocionais, falta de conhecimentos e habilidades para acompanhar o ensino, aumentando as taxas de evasão escolar. O objetivo do trabalho era desenvolver rotações de experimentos para ensinar conceitos de eletricidade e eletrônica reutilizando componentes eletrônicos. Foram desenvolvidos circuitos que comprovavam o funcionamento dos componentes. Os insumos vieram de equipamentos obsoletos, despertando olhar para o impacto causado ao meio ambiente. Os experimentos estavam relacionados aos conceitos de eletricidade e eletrônica. Pretendeu-se também, aprofundar os conhecimentos científicos na produção de experimentos desenvolvendo competências, que exercitassem a resolução de problemas, despertando a curiosidade natural pela Ciência. A pesquisa possuía caráter qualitativo apropriando-se da Cultura *Maker* e da Aprendizagem Criativa como apoio pedagógico e metodológico. Com o Letramento Científico buscou-se desenvolver a aplicação dos conceitos no mundo circundante. A reutilização de componentes eletrônicos mostrou uma perspectiva de sustentabilidade ao trabalho. A rotação de experimentos é utilizada como procedimento didático para o ensino conceitos físicos relacionados as disciplinas de eletricidade II, eletricidade III eletrônica analógica I e eletrônica analógica II. A análise sobre os resultados deu-se de forma descritiva e interpretativa a partir da visão do docente, sendo este instrumento principal do trabalho de coleta de informações acerca do estudo qualitativo, tipificando os acontecimentos no decorrer da aplicação dos experimentos. Os resultados alcançados com a proposta das Rotações de Experimentos foram a participação ativa no próprio aprendizado e o trabalho colaborativo, tornando possível o processo aquisição e gestão do conhecimento por meio da experimentação.

Palavras-chave: Aprendizagem Criativa; Cultura *Maker*; Letramento Científico, Rotação de experimentos.

## ABSTRACT

Our students demonstrated difficulty in Mathematics and Science as reported by PISA – International Student Assessment Program 2018, compared to other ranked countries. School dropout has been a serious reality in Brazilian education, being linked to the forms of evaluation and didactics. In technical education, truancy is present, being caused by individual issues, economic and emotional difficulties, lack of knowledge and skills to accompany teaching, increasing truancy rates. The objective of the work was to develop experiment rotations to teach electricity and electronics concepts by reusing electronic components. Circuits were developed that proved the functioning of the components. The inputs came from obsolete equipment, raising awareness of the impact caused to the environment. The experiments were related to the concepts of electricity and electronics. It was also intended to deepen scientific knowledge in the production of experiments by developing skills that would exercise problem solving, arousing natural curiosity for Science. The research had a qualitative character, appropriating the Maker Culture and Creative Learning as pedagogical and methodological support. With Scientific Literacy, we sought to develop the application of concepts in the surrounding world. The reuse of electronic components showed a perspective of sustainability to the work. The rotation of experiments is used as a didactic procedure for teaching physical concepts related to the subjects of electricity II, electricity III analog electronics I and analog electronics II. The analysis of the results took place in a descriptive and interpretative way from the point of view of the teacher, this being the main instrument of the work of collecting information about the qualitative study, typifying the events during the application of the experiments. The results achieved with the Experimental Rotations proposal were active participation in learning itself and collaborative work, making possible the process of acquiring and managing knowledge through experimentation.

**Keywords:** Creative Learning; Maker Culture; Scientific Literacy, Rotation of experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -					Espiral da Aprendizagem Criativa.....	14
Figura	02	–	Avaliação	visual	dos equipamentos.....	29
Figura	03	–		Limpeza	dos componentes.....	29
Figura	04	–		Teste	dos componentes.....	30
Figura	05	–		Detector	de luz.....	31
Figura	06	–		Detector	de umidade.....	31
Figura 07 –					Eletrólise.....	32
Figura	08	–		Associação	de resistores.....	32
Figura	09	–		Participação	dos estudantes.....	36
Figura	10	-	Esquemático	do detector	de umidade.....	39
Figura 11 –					Protótipo do detector de umidade.....	41
Figura	12	–	Resistor	dependente	da luz - LDR.....	42
Figura	13	–	Gráfico:	resistência	x luminosidade.....	43
Figura	14	–	Esquemático	do detector	de luz.....	44
Figura	15	–	Protótipo	do detector	de luz.....	46
Figura			16		– Eletrólise.....	47
Figura	17	–		Esquemático	da eletrólise.....	48



Figura	18	-	Protótipo	do	circuito	da	
eletrólise.....							50
Figura	19	-	Resistor	reduzindo	a	tensão	do
Led.....							51
Figura		20		-		Associação	
série.....							52
Figura	21	-	Medição	de	corrente	-	circuito
série.....							53
Figura	22	-	Medição	de	tensão	-	circuito
série.....							53
Figura		23		-		Associação	
paralela.....							54
Figura	24	-	Medição	de	corrente	-	circuito
paralelo.....							54
Figura	25	-	Medição	de	tensão	-	circuito
paralelo.....							55
Figura		26		-		Associação	
mista.....							55
Figura	27	-	Medição	de	corrente	-	circuito
misto.....							56
Figura	28	-	Medição	de	tensão...	-	circuito
misto.....							56
Figura	29	-	Protótipo	da	associação	de	resistores
em série.....							58
Figura	30	-	Protótipo	da	associação	de	resistores
em paralelo							58
.....							
Figura	31	-	Protótipo	da	associação	de	resistores
mista.....							59

## LISTA DE TABELAS

Tabela	01	-	Amostragem	dos
participantes.....				35

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 01 – Rotação de experimentos.....	28
--	----

Quadro 02 - Disciplinas.....	34
Quadro 03 - Lista de material - Detector de umidade.....	40
Quadro 04 - Lista de material - Detector de luz.....	45
Quadro 05 - Lista de material - Eletrólise.....	49
Quadro 06 - Lista de material - Associação de resistores.....	57
Quadro 07 – Componentes retirados e os temas.....	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes  
4 Ps - Projetos, Paixões, Parcerias e Pensar Brincando

## **SUMÁRIO**

**INTRODUÇÃO**

**4**

<b>1. A PESQUISA</b>	<b>6</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	6
1.2 OBJETIVOS	6
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b>	<b>6</b>
1.3 JUSTIFICATIVA	7
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>8</b>
2.1 CULTURA MAKER	8
2.2 APRENDIZAGEM CRIATIVA	12
2.3 LETRAMENTO CIENTÍFICO	19
2.4 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO	22
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>25</b>
3.1 SUPORTE METODOLÓGICO	25
3.2 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	27
3.3 LOCAL DE COLETA DE DADOS	34
3.4 PARTICIPANTES DA PESQUISA	34
3.5 ANÁLISE DE DADOS	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>36</b>
4.1 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS	37
<b>4.1.1 Detector de umidade - Experimento 01</b>	<b>37</b>
4.1.1.1 Funcionamento do detector de umidade	38
4.1.1.2 Montagem do detector de umidade	39
4.1.1.3 Materiais utilizados no detector de umidade	40
4.1.1.4 Protótipo do detector de umidade	41
<b>4.1.2 Detector de luz - Experimento 02</b>	<b>41</b>
4.1.2.1 Funcionamento do detector de luz	43
4.1.2.2 Montagem do detector de luz	44
4.1.2.3 Materiais utilizados do detector de luz	45
4.1.2.4 Protótipo do detector de luz	46
<b>4.1.3 Eletrólise - Experimento 03</b>	<b>47</b>

4.1.3.1 Funcionamento da eletrólise	48
4.1.3.2 Montagem da eletrólise	49
4.1.3.3 Materiais utilizados na eletrólise	50
4.1.3.4 Protótipo da eletrólise	50
<b>4.1.4 Associação de Resistores - Experimento 04</b>	<b>51</b>
4.1.4.1 Funcionamento da associação de resistores	52
4.1.4.2 Montagem da associação de resistores	53
4.1.4.3 Materiais utilizados nas associações de resistores	58
4.1.4.4 Protótipo das associações de resistores	58
4.2 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA CULTURA <i>MAKER</i>	60
4.3 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA APRENDIZAGEM CRIATIVA	63
4.4 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO	65
4.5 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>
ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS	77
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE	78
ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, NOME E VOZ	85
ANEXO D – ROTEIRO DE MONTAGEM 21TE E 23TE	86
ANEXO E – ROTEIRO DE MONTAGEM 33TE	87
ANEXO F – ROTEIRO DE TESTE 21TE E 23TE	88
ANEXO G – ROTEIRO DE TESTE 21TE E 23TE - CONTINUAÇÃO	89
ANEXO H – ROTEIRO DE TESTE 33TE	90
ANEXO I – ROTEIRO DE TESTE 33TE - CONTINUAÇÃO	91

## INTRODUÇÃO

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (2018), demonstra que os conhecimentos em Matemática e Ciências dos educandos brasileiros são avaliados como insuficientes na comparação com outros países ranqueados. Em Matemática nossos números estão, segundo o PISA (2018), com nível baixo de aptidão, os estudantes apresentam baixa capacidade de resolver problemas. Em Ciências os educandos não atingiram o nível razoável, são inaptos a resolver questões simples como afirma o PISA (2018).

A evasão escolar é uma realidade do ensino do Brasil, conforme Linke, Nogueira e Linke (2017), é uma falha grave da educação brasileira. Possui várias ligações como afirmam Linke, Nogueira e Linke (2017), com as reprovações, as avaliações e a didática.

Observando o panorama do ensino técnico e o quadro da evasão escolar percebemos a necessidade de desenvolver uma rotação de experimentos de ciências, aplicada no curso técnico de Eletroeletrônica, dando sentido prático a aprendizagem, conforme afirma Resnick (2017, p. 09), que “na maioria das vezes, as escolas dão foco à entrega de instruções e informações, em vez de auxiliar os alunos no processo de aprendizagem criativa”.

Com o olhar da Cultura *Maker* pretende-se fomentar nos alunos o processo de montar com as próprias mãos os experimentos, Filatro e Cavalcanti (2018), levando os educandos a construir seus próprios projetos no futuro. A pesquisa propõe como fonte de recursos a utilização, na visão de Teixeira e Roque (2017), componentes eletrônicos retirados de aparelhos obsoletos, diminuindo a quantidade de lixo eletrônico jogado fora desenvolvendo atitudes e ações sustentáveis.

Nesta perspectiva surge a pergunta central da pesquisa: Como desenvolver uma rotação de experimentos para o ensino de conceitos de eletroeletrônica reutilizando componentes?

Na pesquisa será tratado a aplicação da rotação de experimentos desenvolvidos pelo pesquisador, onde os estudantes das turmas de 2º e 3º módulo do curso técnico em Eletroeletrônica terão contato com circuitos, também serão abordadas as percepções dos educandos sobre suas experiências com as montagens.

Por meio da rotação objetiva-se desenvolver experimentos eletrônicos aplicados ao ensino técnico de eletroeletrônica, utilizando materiais reutilizados.

Além de serem abordados os conceitos sobre Aprendizagem Criativa, Cultura *Maker*, Letramento Científico e a reutilização de material eletrônico.

Esta pesquisa está estruturada em cinco seções. A primeira apresenta o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos geral e específicos. A segunda expõe o referencial teórico abordando a Cultura *Maker*, a Aprendizagem Criativa, o Letramento Científico e a reutilização de material eletrônico. A terceira delinea-se a metodologia de pesquisa, descrevendo-se o suporte metodológico, o local da coleta de dados, quem eram os participantes da pesquisa e a análise de dados. Na quarta seção abordamos os resultados e a discussão, onde são descritos os experimentos utilizados na pesquisa e as análises sob a ótica da Cultura *Maker*, da Aprendizagem Criativa, do Letramento Científico e da reutilização de material eletrônico. Encerra-se este o trabalho de pesquisa com as conclusões e considerações finais.



## 1. A PESQUISA

Neste capítulo serão apresentados o problema de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e a justificativa da pesquisa.

### 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Considerando a importância do Ensino de Ciências, sabemos que os nossos estudantes possuem dificuldades de compreensão como revelado pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (2018), nos campos da Matemática, Ciências e Literatura. Esta dificuldade compreende a resolução de questões simples de matemática e a conquista do nível básico em Ciências.

Neste contexto escolar apresenta-se a questão problema: Como desenvolver uma rotação de experimentos para o ensino de conceitos de eletroeletrônica reutilizando componentes?

### 1.2 OBJETIVOS

Na sequência apresentamos o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

#### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver rotações de experimentos para ensinar conceitos de eletricidade e eletrônica reutilizando componentes eletrônicos.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos visando alcançar o objetivo geral:

- a) Desenvolver circuitos que demonstrem o funcionamento de componentes eletrônicos;
- b) Reutilizar componentes eletrônicos de equipamentos obsoletos;
- c) Analisar o funcionamento dos circuitos eletrônicos apresentados;

- d) Relacionar conceitos de eletricidade e eletrônica com os experimentos práticos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Uma das justificativas para o desenvolvimento do trabalho é a questão da evasão escolar. No ensino técnico a mesma aparece, trazendo consequências como a baixa qualificação, falta de habilitação profissional e o difícil acesso a esta modalidade de ensino, conforme Linke, Nogueira e Linke (2017). A dificuldade de acesso aos cursos técnicos é indiferente a idade, pode ser causada pelo cansaço, pelo deslocamento até a escola, seja pela exigência de conciliar o trabalho e os estudos. De acordo com a afirmação de Da Costa (2021, p. 79), os estudantes “apresentam questões individuais e externas, como dificuldades econômicas e/ou emocionais; discrepância de conhecimentos e habilidades para acompanhar o ensino”. Linke, Nogueira e Linke (2017, p. 03), afirmam que a evasão é “uma das maiores falhas do sistema educacional brasileiro”, sendo complexa, possuindo relação direta com as formas de avaliação, de reprovação, de como são ensinadas as disciplinas.

Os educandos brasileiros são insuficientes quanto a proficiência em Matemática e Ciências na comparação com outros 78 países participantes, segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (2018), as informações do PISA, na área da Matemática apontam que 68,1% dos estudantes estão no pior nível de proficiência, 40% dos jovens são incapazes de resolver questões simples. Na área de ciências os estudantes não atingem o nível máximo e 55% não se aproximam do nível básico.

Segundo Gomes (2014) e Ferreira (2013) o fracasso escolar também é causado por uma escola não atrativa, professores despreparados, ausência de motivação e incompatibilidade de horário para os estudos.

A rotação de experimentos conforme (BRASIL, 2018, p. 478) “supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demanda para a resolução de problemas”, desenvolvendo competências, exercitando a curiosidade natural do estudante pela ciência, despertando a criatividade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão abordados temas referentes a pesquisa. Nos dias atuais a evasão tem se mostrado como uma falha no sistema educacional, conforme Linke, Nogueira e Linke (2017). De acordo com os autores o tema da evasão escolar é complexo e com várias faces, observando o quadro apresentado no ensino profissional vemos como é importante dar sentido a aprendizagem.

A Aprendizagem Criativa é um dos temas que possui relevância na pesquisa realizada por dar sentido prático ao conhecimento, indo na direção contrária as escolas que transferem as instruções e informações sem se preocupar com o processo de aprendizagem criativa de acordo com Resnick (2017). Em sua grande maioria as escolas estão desconectadas das necessidades atuais, tratam-se de instituições que não foram pensadas com a finalidade de desenvolver estudantes criativos conforme Resnick (2018).

A Cultura *Maker* leva os educandos a fazer com as próprias mãos participando do processo de fabricar algo, conforme Filatro e Cavalcanti (2018), de montar os experimentos. A esta visão de colocar a mão na massa é possível acrescentar uma visão de sustentabilidade sobre os componentes que podem ser retirados de aparelhos reduzindo o que é jogando no lixo de acordo com Teixeira e Roque (2017).

Brasil (2017) estabelece que o letramento científico é a forma que temos de compreender e interpretar o mundo circundante e também transformá-lo com o conhecimento aplicado. Conforme De Godoi Branco (2018) a falta deste aprofundamento científico pode ocasionar uma visão simplificada dos acontecimentos da sociedade.

### 2.1 CULTURA MAKER

De acordo com Martinez e Stager (2013), o movimento *Maker* está enraizado nos trabalhos de Dewey, Piaget e Montessori com ênfase na aprendizagem ativa, construtivismo e um ambiente preparado. Seymour Papert foi pioneiro na proposta de do movimento *Maker* e liderou os esforços educacionais de encorajar as crianças a inventar e usar a tecnologia Gershenfeld (2007).

Papert criou a linguagem de programação *Logo* para apoiar o desenvolvimento do aprendizado baseado em problemas combinado com o aprendizado por meio da tecnologia de computador Halverson e Sheridan (2014). Em seguida colocou a criança no comando, ajudando-a a entender a maleabilidade da tecnologia Santo (2013). Outras linguagens de programação posteriores, como o *Scratch*, também ajudaram a desenvolver a alfabetização em programação de computadores, tornando a tecnologia mais acessível para alunos de todas as idades. O objetivo era incentivar as crianças a projetar, criar, experimentar e explorar com ferramentas tecnológicas.

De acordo com Martin (2015), o movimento *Maker* oferece uma oportunidade para o desenvolvimento de interesses, identidade e conhecimento da área de conteúdo onde os *Makers* exploram “fenômenos ou conceitos físicos, como equilíbrio, forças e movimento, eletricidade e magnetismo da luz, ressonância, simetria e outros” (BEVAN et al. 2015, p. 99). Estar envolvido com o fazer ajuda os alunos a assumir diferentes papéis como matemáticos, cientistas, designers ou fabricantes, que podem orientar os conhecimentos, habilidades e práticas que eles aproveitam para resolver os problemas que encontram Martin (2015).

*Makers* são aqueles que fazem com as próprias mãos, que produzem. Segundo Filatro e Cavalcanti (2018, p. 40), “*Maker* é uma pessoa que participa ativamente de todo o processo de fabricar um objeto com as próprias mãos”, é colocar a mão na massa, é materializar uma coisa.

De acordo com Dougherty (2016), o movimento *Maker* incorpora: os criadores, que estão envolvidos em brincadeiras experimentais; o *makerspace*, uma comunidade de prática para fabricantes com uma variedade de suprimentos; e fazer, atividades focadas em trabalhar e aprender com tecnologia.

Com a *internet* e o acesso fácil aos recursos tecnológicos esse pensamento vem ganhando mais força. O compartilhamento dos projetos e de ideias é um elemento importante dessa cultura que vem se difundindo com descrevem Monfredini e Frosch (2019, p. 04):

A dinâmica de cooperação entre indivíduos e o modo próprio de gestão do conhecimento nos espaços *Maker* apontam para a hipótese de que esse modo de produção do conhecimento e de fabricação [...], quando apoiado de forma estruturada, produz conhecimento aberto, público e democrático.

Comunidades vêm se formando no âmbito local, regional e mundial, de diferentes áreas do conhecimento. Em acordo com Monfredini e Frosch (2019, p. 02):

[...] é permeada pela constituição de grupos de sujeitos atuando em diferentes áreas do conhecimento ligados principalmente às ciências e a tecnologia, que se organizam local, regional ou mundialmente de modo estruturado ou não, com o objetivo de suportar e integrar ordenadamente o desenvolvimento de projetos [...].

Essa forma de trabalho colaborativo da Cultura *Maker* oportuniza o desenvolvimento do processo de aquisição e gestão do conhecimento, contribuindo na formação de sujeitos.

Nas escolas esta abordagem de ensino tem sido empregada de diversas formas e níveis de contexto. A aprendizagem *Maker* utilizada nas escolas, aliada a situações que tenham significado para o estudante, estabelece um engajamento dos estudantes. Os educandos exercitam seu potencial de transformação social, pois nesta visão os conteúdos são utilizados para resolver problemas reais, como construir algo útil.

Fazer permite que a aprendizagem seja mais relevante e significativa, pois apresenta um modelo de aprendizagem por demanda, em vez do modelo mais tradicional, que cobre um currículo fixado antecipadamente para incluir algo que pode ser útil mais tarde Gershenfeld (2007).

Os docentes atuam como facilitadores ou parceiros de aprendizagem ao modelar, fazer perguntas, brincar colaborativamente e explicar como as coisas funcionam (BRAHMS, 2014; GUTWILL et al., 2015). Em última análise, fazer incentiva os jovens a entender o que faz a tecnologia funcionar, em vez de se satisfazerem simplesmente consumindo tecnologia (KAFAI et al., 2014a).

É primordial a valorização da prática, desta forma o educando pode aprender com seus acertos e suas falhas, aprofundando em assuntos de seu interesse, dedicando mais do seu tempo nesta investigação.

O espaço físico onde o aluno vai praticar a aprendizagem *Maker* deve ser inspirador, conforme Mello, Neto e Petrillo (2021, p. 101):

O ambiente físico da sala de aula deve ser instigante para os alunos, possibilitando múltiplas interações com o universo midiático, com

interveniência da tecnologia educacional como um instrumento colaborativo do processo de aprendizagem.

Muito importante que este ambiente seja pensado para este fim, com insumos, acessórios e equipamentos apropriados, de acordo com Blikstein, Valente e Moura (2020, p. 05):

[...] o uso de objetos simples, como palito de sorvete, papelão, cola etc., até o uso de ferramentas de fabricação, como cortadores a laser, fresadoras digitais e impressoras 3D. Esse grande número de possibilidades e recursos oferecido pelo movimento Maker tem proporcionado diferentes caminhos para que a escola incorpore essas ideias.

É necessário rescindir com o modelo tradicional de organização de sala de aula, para um modelo que propicie a discussão, a mobilidade e a cooperação, um espaço para compartilhar e pesquisar, para construir juntos.

Um local que proponha aos educandos por meio do uso da criatividade e das suas próprias ideias, desenvolver tecnologias, ferramentas e dispositivos que serão empregados na construção de projetos auxiliares, na busca por um melhor entendimento da sociedade.

A educação pode utilizar situações experimentais da educação *Maker* no sentido de potencializar e ressignificar a aprendizagem dos aulistas. Sempre com vistas a intencionalidade do processo educativo, deve estar em consonância com as práticas pedagógicas. Esse processo da Cultura *Maker*, faça você mesmo, desconstrói atividades tradicionais, dá liberdade aos educandos de aprender a partir dos próprios projetos, com mais atenção e estimulando a memória e o pensamento criativo, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere:

O estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, [...] possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. (BRASIL, 2017, p. 58).

O principal da Cultura *Maker* é colocar a aprendizagem em destaque e não o produto, mas tudo que envolve a construção, reconfigurando o processo de ensino aprendizagem, dando ênfase:

- Ao estudante como protagonista, sendo o principal ator da construção do saber, administrando os projetos e tomando decisões;
- Surge um novo papel para o professor, passando a ser um facilitador, orientando os alunos no desenvolvimento das soluções necessárias;
- A experimentação proporciona o emprego de uma abordagem interdisciplinar.

A Cultura *Maker* empregada nas escolas, pode ser uma agente transformadora ressignificando a aprendizagem. Possui o potencial de colocar o aluno em situações onde é protagonista, no qual é necessário que utilize a criatividade e sua capacidade inventiva para solucionar problemas reais. As experimentações são capazes de desconstruir atividades tradicionais, dando liberdade de aprendizagem alicerçada em seus próprios projetos.

## 2.2 APRENDIZAGEM CRIATIVA

Há luz do movimento *Maker* e influenciado pelas propostas de Papert, o professor e pesquisador Mitchel Resnick, buscando alternativas para o modelo de ensino tradicional, vem explorando novas possibilidades de ensinar a aprender a partir da Aprendizagem Criativa, Resnick (2020).

No jardim de infância encontramos uma forma de educar conforme De Almeida, Wunsch e Martins (2022, p. 05), “que propõe que o ambiente ideal para a sala de aula siga o modelo do jardim de infância, que proporciona oportunidades para desenhar, prototipar, criar, experimentar e explorar”. No jardim de infância encontramos este processo de educar, onde as crianças colocam a mão na massa, segundo Resnick (2018, p. 02), nestes locais as crianças estão sempre inventando, criando, experimentando e explorando”, desconstruem e reconstruem conceitos acerca do viveram.

Segundo Mitjans Martínez (2002, p. 191), “a demanda social de pessoas cada vez mais criativas, capazes de inserir-se com êxito em contextos complexos, ambíguos e mutáveis, como os que caracterizam a sociedade atual”, vem sendo sufocada por um ensino preocupado em repassar procedimentos, em decorar conceitos, montar esquemas, fazer exercícios em livros, sem conversar ou interagir

com os colegas, esse modelo de aprendizado tradicional vai se tornando maçante e cansativo, como Resnick (2017, p. 09), descreve:

Os alunos passam uma grande parte do tempo sentados em suas cadeiras, preenchendo planilhas e ouvindo as aulas, seja de um professor na sala de aula, seja de um vídeo no computador. Na maioria das vezes, as escolas dão foco à entrega de instruções e informações, em vez de auxiliar os alunos no processo de aprendizagem criativa.

A escola vem apresentando uma desconexão com a realidade exigida no século XXI, onde nossos estudantes necessitam desenvolver conforme Mitjás Martínez (2002, p. 191), “a capacidade de problematizar a informação recebida, as perguntas interessantes, a elaboração própria do conhecimento”, afastando-se do padrão de comportamento vigente, como Resnick (2018, p. 02) coloca:

[...] a maioria das escolas está desconectada das necessidades atuais: elas não foram criadas para ajudar os alunos a se desenvolverem como pensadores criativos. Os jardins da infância (ao menos aqueles que mantêm a abordagem tradicional) são uma exceção. A abordagem de aprendizagem tradicional do jardim da infância é bem parecida com as necessidades da sociedade atual, e deveria ser estendida aos alunos de todas as idades.

Nos processos escolares um dos obstáculos para que o educando desenvolva suas capacidades é a falta de entendimento do professor sobre o que deve ser feito, conforme Mitjás Martínez (2002, p. 192), “é precisamente a falta de clareza por parte dos educadores sobre o que é que devem desenvolver e como fazê-lo”. Utilizando premissas orientadas para o desenvolvimento da criatividade Mitjás Martínez (2002, p. 192), coloca que “esclarecer o que se pretende alcançar e quais podem ser os indicadores do alcance desse objetivo; definir as estratégias e as ações que podem contribuir para tal”, desta forma os obstáculos podem ser transpostos.

Ao seguir caminhos que privilegiam atividades que ampliam a criatividade, a capacidade de imaginar, criar e brincar fica claro para o docente, conforme Resnick (2017, p. 09, grifo do autor) que:

[...] elas se envolvem com todos os aspectos do processo criativo: **Imaginar:** em nosso exemplo as crianças começam a imaginar [...]. **Criar:** imaginar não é suficiente. As crianças transformam as ideias em ações, criando [...]. **Brincar:** as crianças interagem e fazem experiências, constantemente, com suas criações, tentando construir [...]. **Compartilhar:** um grupo de crianças colabora na construção [...]. **Refletir:** [...] a



professora se aproxima e incentiva as crianças a refletirem sobre o porquê [...]. **Imaginar:** com base nas experiências que passam pela espiral, as crianças imaginam novas ideias e novas orientações.

Na figura 01 vemos como são organizados os aspectos do processo criativo na espiral da aprendizagem criativa.

**Figura 01 - Espiral da Aprendizagem Criativa.**



Fonte: Resnick, 2020, p. 40

Ao proporcionarmos a utilização da imaginação, da curiosidade pela investigação, usada como propósito de ensinar, havendo o compartilhamento das dúvidas e certezas na construção de alguma coisa que tenha significado, mas o principal seria transformar ideias simples em projetos, trazendo do imaginário para o real, o concreto, nessa linha os quatro Ps (Projetos, Paixão, Práticas e Pensar Brincando) estão tornando possível de forma divertida e apaixonante para o aluno, como Resnick (2017, p. 12, grifo do autor) coloca:

[...] é guiado por esses quatro Ps da aprendizagem criativa: **Projetos:** criar projetos é uma atividade básica [...] sempre criava projetos, estava sempre percorrendo a espiral da aprendizagem criativa, desenvolvendo uma compreensão mais profunda sobre o processo criativo. **Paixão:** quando as pessoas trabalham em projetos pelos quais têm interesse, elas se dispõem a trabalhar por mais tempo e se esforçam mais. [...]. **Parcerias:** a criatividade é um processo social, no qual as pessoas colaboram, compartilham e constroem o trabalho umas das outras. [...]. **Pensar Brincando:** [...] para apoiar experiências divertidas como uma via para a criatividade, incentivando os jovens a assumir riscos e testar coisas novas.

Conforme Camargo e Daros (2018, p. 96) a criatividade possibilita “colocar os alunos no centro da atividade, envolvendo a criatividade, para a geração de soluções”, analisando e adequar soluções para diversas situações, trazendo benefícios para a sua realidade. A forma como transformamos ou reaproveitamos algo, vem dos pensadores criativos. Pessoas que se aventuraram onde outras nunca estiveram, indivíduos que criaram coisas, que correram riscos, estes eram os agentes de mudança.

Inúmeros educadores e pesquisadores adeptos do aprender fazendo, afirmaram que a melhor forma de aprender era aprender fazendo, colocando a mão na massa, não apenas ficar absorvendo a informação que os professores expunham. Era realmente montar o experimento, errando, desmontando e refazendo. A Cultura *Maker*, ainda busca algo mais, tornando-a um ponto mais diferente e apaixonante, que seja criando algo e não replicando a partir de um modelo, como Resnick (2020, p. 35) coloca:

Na cultura do movimento *Maker*, entretanto, não é suficiente fazer algo: é preciso criar algo. De acordo com essa ética, as experiências de aprendizagem mais valiosas ocorrem quando você está ativamente envolvido no desenvolvimento, na construção ou na criação de algo - quando você aprende criando.

Podemos por meio de projetos dar um passo a mais na aprendizagem, unindo, a construção de coisas no mundo com a construção de novas ideias. Esta forma de estar agindo incentiva o desenvolvimento de novas ideias sobre aquilo que foi criado, tornando este processo uma espiral de aprendizagem infinita.

O projeto é uma forma de desenvolver, organizar, refinar e refletir sobre a suas ideias, modificando a forma de pensar. Quanto mais o aluno exercita esta forma de desenvolver ideias, mais a sua capacidade de resolução de problemas

será aumentada, aprendendo a dividir problemas complexos em partes simples e depurá-los, buscando soluções inteligentes.

Em uma sala de aula organizada de forma tradicional, os alunos recebem as instruções e conceitos relacionados ao que está sendo desenvolvido diretamente do professor. As atividades relacionadas ao que foi visto, os exercícios, são meras repetições do que foi instruído nas aulas. Ao contrário do trabalho por projeto, os discentes aprendem a fazer repetições utilizando a espiral de aprendizagem criativa: iniciam com uma ideia, desenvolvem protótipos, compartilham com seus pares, fazem experimentações, reavaliam as ideias baseados nas experimentações.

Se iniciarmos projetos a partir dos interesses dos alunos, temos a nosso favor algo que desperta neles uma paixão, fará com que se dediquem, estarão comprometidos e motivados com os seus projetos. Aqueles jovens antes com comportamento distraído e desinteressado irão trabalhar com afinco em algo que realmente tem Paixão. Segundo Resnick (2020, p. 58), o comportamento dos jovens se transforma como podemos ver:

[...] trabalhavam por muitas horas nesses projetos, e voltavam diariamente. Em determinado momento, a professora de uma escola local veio visitar a organização e ficou chocada ao ver um de seus alunos trabalhando em um projeto de animação 3D. Ela disse que ele estava sempre brincando em sala de aula, e que nunca o havia visto se esforçando tanto.

Quando concebemos um espaço escolar onde os alunos podem escolher com o que trabalhar, quais áreas eles têm maior interesse, podendo fazer escolhas de como fazer, quando fazer e com quem trabalhar, este local torna-se interessante aos olhos dos alunos, desta forma o local propicia o reconhecimento, a confiança em si mesmo e o aprofundamento em seus talentos.

Precisamos de um espaço tecnológico que propicie de maneira fácil o acesso aos projetos baseados nos interesses e paixões dos alunos, e mais ainda, diferentes tecnologias para abarcar os vários tipos de projetos que irão nascer. Da mesma forma, é necessário que seja fácil para os iniciantes darem os primeiros passos, mas após, tenham condição de voar mais alto possível, portanto a tecnologia deve ser uma ferramenta facilitadora do processo.

Por estarem conectados aos projetos que têm paixão, estarão sempre mais motivados a trabalhar bem mais e por mais tempo neles. Outro ponto a observar, é a

conexão com outros conhecimentos, e nova forma de pensar vai se desenvolvendo com todo este engajamento. É importante ressaltar que há um aprofundamento e uma reflexão para este desenvolvimento, conforme Resnick (2020, p. 66) descreve:

Por meio da reflexão, fazem conexões entre ideias, desenvolvem uma compreensão mais profunda sobre as estratégias mais produtivas e se preparam melhor para transferir o que aprenderam para novas situações no futuro.

No momento em que colaboramos com pessoas com interesses alinhados aos nossos projetos, torna-se possível potencializar ainda mais os projetos. Os educandos terão a oportunidade de por meio da reflexão aprofundar e compartilhar com colegas as suas descobertas.

Quando falamos em pares, estamos nos referindo a compartilhar projetos, a construir em conjunto, a partilhar. O trabalho executado desta forma permite que sejam feitos projetos maiores, conforme Resnick (2020, p. 86):

[...] a colaboração ocorre de diversas formas. Em alguns casos, os membros se inspiram naquilo que os outros estão fazendo e não trabalham diretamente juntos; em outros, integrantes com habilidades complementares se reúnem para trabalhar em um projeto.

Mesmo não sendo uma prioridade estarem juntos em um projeto, os jovens acabam por trabalhar unidos pela paixão, pois torna-se interessante e divertido que seja desta forma.

A colaboração entre pares deve existir de várias formas, trabalhando juntos diretamente em um projeto, ou inspirando outros com seu trabalho, ou ainda uma pequena orientação sobre determinada dúvida, segundo Camargo e Daros (2018, p 96), “gerando resultados mais desejáveis e tecnicamente possíveis de serem transformados em realidade”. O trabalho em equipes permite aumentar o horizonte, assumir responsabilidades maiores, um risco maior com projetos mais complexos. Resnick (2020, p. 87) descreve:

[...] têm como prioridade unir os princípios de paixão e pares, de modo que os jovens não só trabalhem juntos, mas também trabalhem em projetos interessantes para eles. [...] tentamos estabelecer uma cultura na qual os membros, à medida que desenvolveram novas habilidades, incorporam a noção de responsabilidade para compartilhar suas habilidades com os outros.

Quando os jovens trabalham desta forma a criatividade aflora e eles conseguem desenvolver novas maneiras de colaborar. Já na escola tradicional as colaborações não são tão fluidas. O que importa é o apoio que os estudantes dão uns aos outros, incentivando e sugerindo formas de resolver os problemas que surgem tornando a aprendizagem divertida e atraente para eles.

Os novos papéis na aprendizagem passam por uma nova forma de ver o processo de ensino aprendizagem, o professor deve assumir diferentes posturas como: catalisador, consultor, conector e colaborador. Segundo Resnick (2020, p. 103, grifo do autor):

**Catalisador:** na química, catalisadores acendem a “faísca” que acelera uma reação química. [...] Quando estudantes ficam presos nos estágios iniciais de um projeto, um professor pode mostrar exemplos de projetos para estimular sua imaginação e passar uma noção do que é possível. **Consultor:** há um velho ditado que diz que um professor deve ser um “guia ao lado”, não um “sábio no palco”. [...] ser vistos como consultores técnicos, oferecendo dicas e conselhos sobre o uso de novas tecnologias; **Conector:** [...] uma parte importante do seu trabalho é conectá-los a outras pessoas com quem eles possam trabalhar e aprender. **Colaborador:** não apenas oferecer apoio e conselhos aos jovens: incentivamos [...] a trabalharem em seus próprios projetos e convidarem os jovens para participar.

O trabalho em pares é importante para o desenvolvimento dos projetos, mas às vezes apenas a parceira não supre a necessidade, segundo Resnick (2020, p. 107), “as vezes é preciso ter ‘especialistas’ no processo de aprendizagem” para mostrar outros caminhos e sugerir como chegar a soluções.

O pensar brincando um dos 4 pilares da Aprendizagem Criativa que menos é compreendido, grande parte desta percepção enganada acerca do conceito é trazida pela forma como associamos o brincar, a risada e a diversão. Muito mais que divertimento a brincadeira é aprendizagem, conforme Fortuna (2018, p. 58), “ela não apenas contribui para a construção das estruturas de conhecimento, ou, eventualmente, leva à aprendizagem de conteúdo específicos”.

Resnick (2020) expõem que alguns pais e educadores não acreditam na relação entre brincar e aprender, argumentando que atividades lúdicas são apenas brincar, mas quando John Dewey ressignifica o brincar, mostrando que brincar é igual a aprendizagem, o brincar torna-se importante para a Educação. Fortuna (2018, p. 61) coloca que o brincar “é um sistema de significados e práticas produzidos não só por aqueles que o difundem, como por aqueles que o utilizam

brincando ou oferecendo brinquedos, estabelecendo uma relação” entre mundos. É relevante usar como exemplos os parques, estes são espaços que oferecem experiências importantes para as crianças, pois permitem que elas explorem, colaborem, corram, criando suas brincadeiras. Ele estimula a criatividade e a coragem de fazer, de inventar. É importante ser um explorador, aproveitar o que há de bom, utilizar os materiais disponíveis, estes elementos somados as experiências pessoais, traz novos olhares e uma perspectiva nova sobre aquilo que conhecemos. A escola tende a ser organizada, e eficiente, mas perde a ludicidade no aprender. Resnick (2020, p. 128) descreve:

Educadores se preocupam com a ausência de estrutura, ou seja, acreditam que a exploração lúdica não oferece a sistematicidade ou rigor necessários para o sucesso. Essa crítica não compreende a verdadeira natureza da exploração. O processo de baixo para cima da exploração lúdica começa com investigações que podem parecer aleatórias [...].

A criatividade é o resultado do processo exploratório, por isso torna-se importante dar apoio aos variados modos de brincar e aprender. Faz-se necessário que o professor compreenda isso e apoie caminhos diferentes para a sala de aula, cunhando um pluralismo epistemológico na busca por valorizar novas práticas.

### 2.3 LETRAMENTO CIENTÍFICO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2017, p. 321) estabelece que o letramento científico é “a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência”, esta compreensão do mundo passa pela apropriação da linguagem científica. O letramento não tem o objetivo de ensinar ciência, mas dar condições de utilizá-la como refere a BNCC (2017, p. 321), onde “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”.

Esta é uma questão importante, pois a falta do letramento científico ocasiona uma visão simplista e ingênua dos acontecimentos na sociedade, demonstrando que “não se pode apenas preparar os jovens para os desafios do trabalho, mas urge propiciar aos indivíduos condições reais para compreenderem o mundo, dotando-os da capacidade de interagir e de transformar a realidade em que estão inseridos”, De

Godoi Branco (2018, p. 703). Apenas a alfabetização, saber ler e escrever, não tornam os educandos aptos a agirem no mundo, devem ser capazes de compreender, interpretar e formular ideias em uma multiplicidade de situações cotidianas “[...] por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber [...]”, BNCC (2017, p. 321).

Este aprendizado não acontece exclusivamente pela curiosidade, é necessário desenvolver a habilidade de colocar em uso o que se aprende produzindo a mudança necessária no meio em que o estudante vive, Da Silva (2017, p. 03) afirma que “ele faz uso do conhecimento científico para que o seu detentor possa se tornar um ser capaz de solucionar problemas práticos do seu dia a dia, assim como poder inferir nas tomadas de decisões acerca de atitudes que interfiram na sociedade ao seu redor”, ou seja, gerar movimentos de intervenção onde vive.

Para ser possível o educando apreender o conhecimento científico, como leis, teoremas, princípios e outros elementos nas aulas, é necessário, segundo Da Silva (2017, p. 06) desenvolver:

[...] gradualmente, levando em consideração elementos práticos próximos da realidade dos alunos; de forma que possibilite a compreensão de assuntos tomados como abstratos para sua construção concreta, tomando como base situações reais. Para tanto, caberá ao educador verificar os temas a serem relacionados com as aulas que ele deseja trabalhar e o leve a alcançar o desenvolvimento das competências desejadas.

Fica evidente que é importante mostrar ao estudante um tema que tenha importância no momento em que a aprendizagem acontece, Da Silva (2017, p. 05) expõe que o “significado pode ser percebido em situações cotidianas que passam a ter uma ‘leitura significativa’ após o aprendizado”, como saber sobre o cálculo da conta de energia, o que é consumo? Como funciona um chuveiro? Ou ainda, o que é mais barato usar o carro ou transporte coletivo? Estas situações carregam uma linguagem própria, símbolos e regras específicas, onde é possível “perceber a importância dada [...] ao Letramento Científico [...], quando é reconhecida a existência desta linguagem própria e que o seu uso constitui uma competência necessária para a representação e comunicação referente aos assuntos relacionados” a esta área, conforme Da Silva (2017, p. 05).

Em um artigo publicado na revista *American Scientist*, em 1975 o autor Benjamin Shen discute alguns tipos de letramento científico. Segundo Shen (1975) a

primeira forma seria a prática, onde em uma situação de amamentação de recém-nascidos, as mães oferecem mamadeira em substituição ao leite materno, o que aumentaria a taxa de mortalidade infantil. O letramento científico poderia impactar de forma positiva divulgando a importância da amamentação e os benefícios desta prática às crianças. O desafio é disponibilizar o saber científico para as pessoas, segundo Delizoicov e Angotti (2017, p. 33) o problema “não pode ser enfrentado com as mesmas práticas docentes das décadas anteriores ou da escola de poucos para poucos”, é importante avançar, disseminando o conhecimento.

A segunda categoria, conforme Shen (1975), é a cívica, que envolve o saber essencial para entender os problemas que a sociedade possui nas áreas da tecnologia e ciência, dando voz sobre política, saúde, meio ambiente, entre outros. Cunha (2017, p. 174) afirma que “uma maior exposição do público à ciência” a partir dos meios de comunicação irá democratizar o conhecimento. Ao mesmo tempo cabe às escolas efetivarem um ensino de ciências com a finalidade de familiarizar os educandos com a ciência.

Uma terceira categoria de letramento científico trazida por Shen (1975), é a cultural, que está ligada ao interesse acerca da ciência, um advogado procura informações e artigos sobre tecnologia, um professor de português lê artigos sobre física quântica, ou ainda um artista assiste a documentários sobre o telescópio James Webb, em todos esses casos os sujeitos estão empenhados em manter seu letramento científico cultural que “compreende o desejo de conhecer a ciência enquanto maior realização humana”, Cunha (2017, p. 175).

A escola tem responsabilidade de auxiliar o estudante no contato com o conhecimento científico sendo “um dos objetivos nesse sentido que a escola possa propiciar um espaço favorável à descoberta, à investigação científica e à construção de conceitos [...] sobre fenômenos naturais, sociais, tecnológicos dentre outros”, Pereira e Teixeira (2015, p. 03).

Em seu trabalho, Pereira e Teixeira, (2015, p. 03), afirmam que o letramento científico “direciona o processo que vai possibilitar aos alunos interagir com uma outra cultura”, algo novo, que só é possível quando há uma relação com o fazer científico, o estudante é levado além da leitura e escrita (da alfabetização científica) compreendendo símbolos e as suas aplicações no mundo vivido.

Então o letramento científico deve ter em conta as capacidades necessárias para que os estudantes façam uso do que foi apreendido, considerando “as



habilidades e competências necessárias para o uso dessas informações, nem sempre considerando a questão social do indivíduo”, Pereira e Teixeira, (2015, p. 04). Para o ensino de ciências é necessário buscar a aprendizagem com significado, levando o estudante a compreensão científica, oportunizando a identificação de problemas a começar das suas próprias observações, desenvolvendo hipóteses, testando soluções, ultrapassando seus limites.

## 2.4 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO

A sociedade vem estabelecendo novos patamares de qualidade de vida com o advento da tecnologia. Todos os dias são lançados novos produtos em substituição aos equipamentos antigos, surgindo aparelhos mais rápidos e com novas funções.

Teixeira e Roque (2017, p. 120) afirmam que o “constante aperfeiçoamento de tecnologias eletroeletrônicas”, torna a tecnologia ultrapassada. Este desenvolvimento acelerado provoca uma obsolescência programada nos equipamentos que utilizamos. Concordando com esta visão, Kemerich (2013, p. 05), afirma que “surgem novas tecnologias que diminuem a vida útil de certos equipamentos”, acarretando substituições precoces e um aumento no volume de material eletrônico nos lixões.

Para Pina e Tedesco (2011), o termo e-lixo ou *e-waste* é atribuído a todo aparelho que é substituído por outro mais moderno, apresentando ou não defeito, como celulares, *notebooks*, eletrodomésticos e outros aparelhos eletrônicos.

O descarte realizado de forma imprudente, como discorre Kemerich (2013, p. 02), contamina o solo com “os metais pesados presentes como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata entre outros”, estes materiais quando lixiviados provocam a degradação da terra, infiltrando até o lençol freático, causando danos a flora e a fauna, Kemerich (2013).

Segundo a pegada global (2011), a “demanda da população mundial por recursos naturais é maior do que a capacidade do planeta em renová-los”. No Brasil a pegada brasileira (2011) alcança “2,9 hectares globais por habitante, indicando que o consumo médio de recursos ecológicos pelo brasileiro é bem próximo da média mundial”, ficando próxima a 2,7 hectares globais.

Uma alternativa para diminuir este impacto seria a reutilização de material eletrônico retirado de equipamentos obsoletos. Os telefones celulares possuem alguns tipos de sensores e atuadores que segundo Teixeira e Roque (2017, p. 120), “podem ser retiradas do aparelho, reduzindo a quantidade de componentes jogados fora” sendo aproveitados em projetos de robótica, “aliando a redução de e-lixo jogado fora por meio da reutilização do mesmo”.

A robótica educacional livre pode ser uma alternativa na compreensão da sustentabilidade, conforme De Albuquerque et al. (2019, p. 02), onde é possível “o aprendizado a partir de práticas pedagógicas que utilizam essa tecnologia, usando materiais de sucata, como, por exemplo, o e-lixo”, articulando a robótica com a sustentabilidade. A robótica educacional é colocada como prática pedagógica que emprega o e-lixo proporcionando:

[...] uma conscientização nos estudantes no que se refere ao descarte dos equipamentos eletrônicos e uma criatividade relacionada aos conhecimentos construídos nesse tipo de atividade ao ponto de estimular os discentes a aprenderem mais sobre conteúdos [...]. (DE ALBUQUERQUE et al., 2019, p. 02).

A utilização de estratégias como a robótica educacional sustentável aproxima os educandos do mundo vivido, na busca por soluções do mundo real.

Teixeira e Roque (2017, p. 123), afirmam que quando vem ocorrendo “um aumento substancial do uso das conhecidas baterias de lítio recarregáveis” em função do maior uso de tecnologia no dia a dia das pessoas. Estes equipamentos são utilizados desligados da fonte de alimentação, como Teixeira e Roque (2017, p. 123) confirmam “tanto pelo seu longo tempo de duração quanto pela sua alta capacidade de armazenamento de energia e liberação de corrente elétrica”.

A retirada dos “materiais que fazem parte dos produtos descartados”, de acordo com Vangasse (2020, p. 23), podem ser reaproveitados em circuitos de outros tipos, servindo como “matérias-primas que serão reutilizadas na fabricação de novos produtos”, Vangasse (2020, p. 23).

Teixeira e Roque (2017, p. 123) reiteram que “uma parte dos componentes e/ou estruturas desses materiais podem ser reaproveitados, como componentes discretos (resistores, diodos, LEDs) ” na construção de circuitos eletrônicos experimentais.

Estas peças podem ser empregadas em sala de aula, explorando suas capacidades, associando o tema a função que o componente exerce no circuito experimentado, "esta metodologia poderá trazer economia na construção de projetos pedagógicos e poder direcionar os alunos na visão da reengenharia de construção", conforme Ré, Dario e Caldas, (2013, p. 03). Os itens removidos (resistores, capacitores, diodos e potenciômetros) podem ser utilizados em um contexto educacional onde "esses componentes poderão ser usados em sala de aula, no estudo prático da Física", Teixeira e Roque (2017, p. 126), relacionado aos temas como: Lei de Ohm, associação de resistores e circuitos com transistores. Teixeira e Roque (2017, p. 127) colocam ainda que "podem ser feitas experiências com o uso de um multímetro, associando componentes para que se veja na prática o que acontece com a tensão ou a corrente nesses circuitos", e efetuar posteriores análises e anotações dos comportamentos observados.

Experimentalmente com multímetro é possível estudar a carga e descarga de capacitores, sendo importante revisar conceitos básicos relacionados neste aprofundamento com a manipulação de capacitores retirados de placas eletrônicas, conforme Cavalcante et. al. (2011).

Segundo Cavalcante et. al. (2011, p. 01) "ao construir seu próprio modelo e as formas de representá-lo o estudante torna-se um agente da construção do conhecimento, interpretando e internalizando a linguagem simbólica", assim o educando se capacita para estabelecer novos patamares de vida utilizando a tecnologia de modo sustentável, transformando-se em um agente de mudança na sociedade onde vive.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida sob a perspectiva da Aprendizagem Criativa e Cultura *Maker* como aporte metodológico, valendo-se de uma rotação de experimentos para o ensino de conceitos de eletroeletrônica como estratégia didática, durante as aulas regulares de uma escola técnica estadual do município de Guaíba, situada na região metropolitana de Porto Alegre - RS, Brasil.

Os encontros foram realizados nos turnos da manhã e da noite, ocorrendo uma vez por semana, durante os horários regulares das aulas, com duração de 4 horas/aula. A pesquisa foi realizada nos meses de setembro a novembro de 2021, com um total de 8 aulas.

#### 3.1 SUPORTE METODOLÓGICO

De acordo com o tipo, esta é uma pesquisa de cunho qualitativo, que se apropria da Cultura *Maker* e aprendizagem criativa como aporte pedagógico e metodológico, onde foram apresentados aos educandos a rotação de experimentos como estratégia didática para o ensino e aprendizagem de conceitos de eletroeletrônica.

Os resultados foram analisados descritiva e interpretativamente sob o olhar do professor pesquisador, o qual, na situação em que se encontrava de participante ativo junto aos estudantes, este personagem serviu efetivamente como principal instrumento de pesquisa para coletar dados em um estudo qualitativo, visto que, nenhum instrumento físico de medição, procedimento experimental, ou questionário prevalece, ainda que todos possam ser usados como parte de um estudo qualitativo, neste caso foi adotada a técnica de observação como coleta e construção de dados.

A observação consiste em obter dados fazendo uso dos sentidos para determinar a realidade, segundo Diehl e Tatim (2004, p. 71), este método de pesquisa consiste em “uma técnica de coleta de dados para conseguir informações que utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade”, indo além do ver e do escutar, aprofundando com estudos sobre o objeto em questão. Os autores (2004, p.72) afirmam que a observação “ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetos sobre os quais os indivíduos não tem consciência, mas que orientam seu comportamento”, dando condições do professor pesquisador identificar os fenômenos importantes dos acontecimentos durante as experimentações, fazendo inferências e revelando o comportamento dos participantes da pesquisa (YIN, 2016). Algumas das vantagens da observação são, “possibilitar meios diretos e satisfatórios para estudar uma ampla variedade de fenômenos; permitir a coleta de dados sobre um conjunto de atitudes; depender menos da introspecção ou da reflexão”, conforme Diehl e Tatim (2004, p.72),

Durante a aplicação da pesquisa os educandos foram orientados no desenvolvimento dos experimentos pelo professor pesquisador. Foram criados instrumentos norteadores das práticas como roteiros de montagem (anexos D e E) e roteiros de testes (anexos F, G, H e I). Os roteiros de montagem continham as informações sobre como distribuir os componentes e conectá-los durante a construção dos circuitos que seriam implementados. Os roteiros de testes traziam questões específicas sobre quais procedimentos experimentais os estudantes deveriam executar. Alguns exemplos dos procedimentos ao testar os circuitos são: verificar as correntes medidas e compara-las nas associações de resistores; inverter os polos da fonte na eletrólise; ajustar a sensibilidade do sensor de luz por meio do potenciômetro no experimento do sensor de luz; e o que utilizar para testar o circuito de detecção de umidade.

O estudo baseou-se na aprendizagem criativa, definida por Miranda (2016, p. 38), como “forma de aprender caracterizada por estratégias e processos específicos, em que a novidade e a pertinência são indicadores essenciais”, demonstrando também uma aprendizagem criadora, fecunda e inventiva, transformando o papel do professor em mediador, orientador e observador do trabalho.

O trabalho oportunizou aos estudantes colocar a mão na massa em acordo com a Cultura *Maker*, como Filatro e Cavalcanti, (2018, p. 40), “o movimento *Maker*

ênfatiza a relevância do aprender fazendo” engajando os estudantes na sua aprendizagem. Com os educandos colocando a “mão na massa” no desenvolvimento dos experimentos, de acordo com Ré, Dario e Caldas, (2013, p. 03) afirmam “exemplificando as técnicas para retirar e reutilizar os componentes adquiridos a partir do lixo eletrônico” com a visão de sustentabilidade.

A rotação de experimentos como proposta didática, foi adaptada a partir das sequências didáticas Zabala (1998) e da rotação por estações Horn, Staker e Christensen (2015).

Mininel (2022, p. 03) afirma que “a rotação por estações de aprendizagem é uma metodologia advinda do conceito de ensino híbrido”, dando maior amplitude ao conceito, Bacich, Neto e Trevisani (2015, p. 55), explicam que na rotação por estações “os estudantes são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa”, cada grupo de estudantes realiza um experimento de cada vez, onde os conjuntos de alunos irão revezando os experimentos, deslocando-se para o próximo, em um ciclo de quatro experimentos, assim como Mininel (2022, p. 03) coloca, que “os estudantes executam um rodízio por essas estações, cada uma com uma atividade que se comunica com o objetivo central da aula”.

“As estações precisam ser planejadas para que sejam independentes, sem exigência de algum pré-requisito ou exercício prévio, levando em consideração que cada grupo iniciará as atividades em uma estação diferente”, como afirma Mininel (2022, p. 04), as estações devem ser independentes, oferecendo condições de serem executadas sem nenhum pré-requisito. Horn, Staker e Christensen (2015, p. 39, tradução nossa), afirmam que a rotação de estação “ocorre dentro de uma sala de aula ou conjunto de salas de aula. Isso é chamado de Rotação da Estação”.

De acordo com Zabala (2014, p. 24), as sequências didáticas “são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Os experimentos possuem roteiros de montagem (anexos D e E) e de teste (anexos F, G, H e I) com o objetivo e finalidade articulados com os conceitos de funcionamento dos componentes e comportamentos dos circuitos propostos. Essas sequências como afirma Zabala (2014) tem a qualidade de manter o conjunto da prática acerca dos conteúdos estabelecidos.

### 3.2 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Neste tópico será descrita como a proposta didática foi desenvolvida durante a aplicação da pesquisa.

**1ª Aula:** O objetivo central da aula inicial era de apresentar o funcionamento da pesquisa. Os estudantes participantes foram informados como seriam distribuídos em grupos; como funcionaria a rotação por experimento (quadro 01), como se daria a distribuição dos circuitos por grupo.

**Quadro 01 - Rotação de experimentos**

Rotação de Experimentos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
<b>1ª Rotação</b>	Experimento 1 Detector de luz	Experimento 2 Detector de umidade	Experimento 3 Eletrólise	Experimento 4 Associação de resistores
<b>2ª Rotação</b>	Experimento 2 Detector de umidade	Experimento 3 Eletrólise	Experimento 4 Associação de resistores	Experimento 1 Detector de luz
<b>3ª Rotação</b>	Experimento 3 Eletrólise	Experimento 4 Associação de resistores	Experimento 1 Detector de luz	Experimento 2 Detector de umidade
<b>4ª Rotação</b>	Experimento 4 Associação de resistores	Experimento 1 Detector de luz	Experimento 2 Detector de umidade	Experimento 3 Eletrólise

Fonte: a pesquisa

Na afirmação de Mininel (2022, p. 04) “o professor disponibiliza três ou mais locais (estações) na sala de aula com atividades distintas”, no caso da aplicação da pesquisa foram disponibilizadas quatro estações distintas. Os alunos foram divididos em grupos com no máximo 5 integrantes, dependendo da quantidade de estudantes na turma, Mininel (2022, p. 04), “de modo que cada grupo de alunos ocupe uma estação com a incumbência de realizar a tarefa associada a ela”.

A partir daí os educandos vão, em grupos, percorrendo as estações, conforme Mininel (2022, p. 04), “os estudantes executam um rodízio por essas estações, cada uma com uma atividade que se comunica com o objetivo central da aula”.

**2ª Aula:** Na segunda aula os educandos tiveram contato com equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos obsoletos. Após avaliação visual (figura 02) iniciou-se o processo de desmontagem dos dispositivos na busca por componentes reutilizáveis. Nesta etapa os estudantes puderam manusear ferramentas como chaves de fenda, chaves Philips, chaves Torx, alicates de corte e alicate universal.

**Figura 02 – Avaliação visual dos equipamentos**



Fonte: a pesquisa.

Na parte interna dos dispositivos foram retirados a sujeira e a oxidação das placas (figura 03) com a finalidade de identificar o que podia ser aproveitado. Os alunos tiveram a oportunidade de utilizar o ferro de solda e sugador no processo de retirada dos componentes como resistores, capacitores, transistores, relés e outros.

**Figura 03 – Limpeza dos componentes**

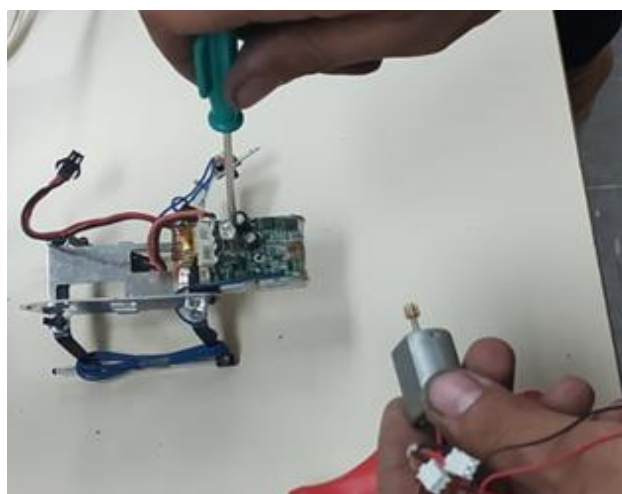




Fonte: a pesquisa.

Depois de retirados das placas onde se encontravam (figura 04), os componentes passaram por testes com multímetro com a finalidade de saber se funcionam. Os estudantes utilizaram o multímetro em várias escalas como: teste de diodo; escala ôhmica; escala de continuidade.

**Figura 04 – Teste dos componentes**



Fonte: a pesquisa.

Para que o teste fosse feito com eficiência, necessitou-se pesquisar em *site* especializado a folha de dados (*datasheets*) de alguns componentes.

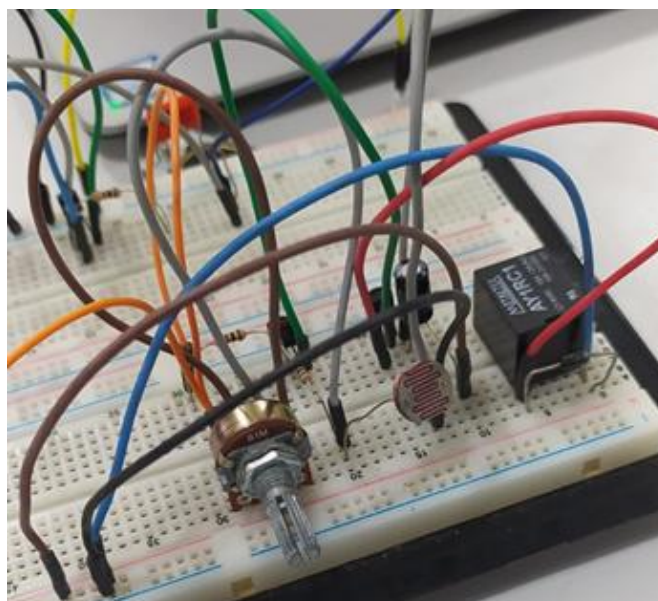
**3ª Aula:** Nesta aula os alunos foram distribuídos em grupos “sem exigência de algum pré-requisito ou exercício prévio, levando em consideração que cada grupo iniciará as atividades em uma estação diferente”, Mininel (2022, p. 04), de acordo com o interesse dos temas dos projetos:

- Associação de resistores em série, paralelo e misto;
- Circuito detector de umidade;

- Circuito detector de luz;
- Eletrólise.

Os educandos iniciaram os estudos sobre os componentes envolvidos e seu papel dentro de cada circuito. Durante a execução dos experimentos foram disponibilizados roteiros de montagem (anexos D e E) com os procedimentos para a realização das tarefas dentro do tempo proposto. Esses roteiros foram elaborados pelo pesquisador de acordo com o módulo que cada turma estava cursando, no intuito de provocar o diálogo e a reflexão acerca dos conhecimentos implícitos aos experimentos. Em seguida iniciaram a montagem do circuito detector de luz (figura 05).

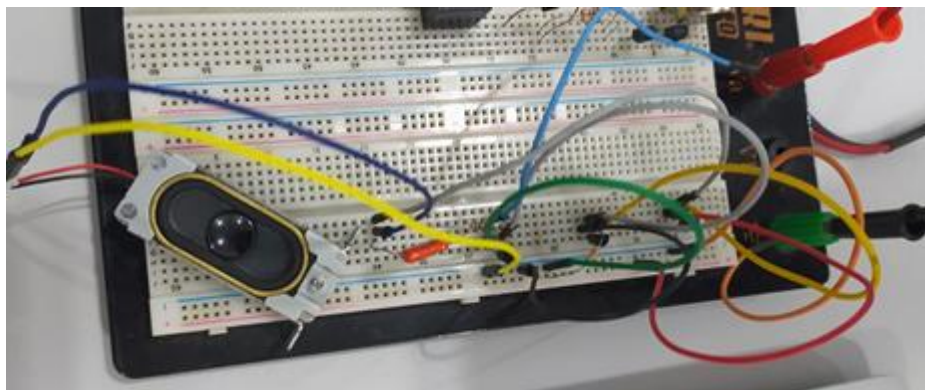
**Figura 05 – Detector de luz**



Fonte: a pesquisa.

Seguindo o que foi estabelecido, de acordo com a rotação, foi montado o circuito detector de umidade (figura 06).

**Figura 06 – Detector de umidade**



Fonte: a pesquisa.

Após se iniciou a montagem do circuito da eletrólise (figura 07). Neste experimento devemos ter atenção nas ligações dos polos dos eletrodos com a alimentação da fonte, se houver a inversão na alimentação, ou seja, a troca do polo positivo para o negativo, fará com que o eletrodo de sacrifício apresente efervescência.

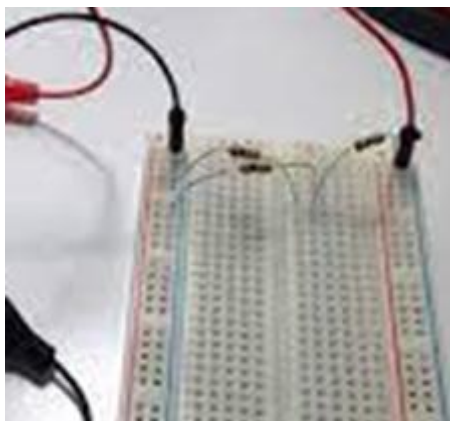
**Figura 07 – Eletrólise**



Fonte: a pesquisa.

Finalizando as montagens, os educandos, estabeleceram os circuitos associando resistores (figura 08).

**Figura 08 – Associação de resistores**



Fonte: a pesquisa.

Durante a execução apenas foram feitas intervenções quando percebemos que havia algum obstáculo na progressão da atividade ou nas discussões. Não eram oferecidas soluções prontas, os educandos eram direcionados de maneira que os alunos dirimissem suas dúvidas no grupo. Quanto aos circuitos, a montagem e componentes foram sanadas com pesquisa nas folhas de dados (*datasheets*).

Depois desta etapa de montagem os protótipos foram testados seguindo os objetivos de cada tema. Aqueles protótipos que apresentaram anomalias no funcionamento foram avaliados, reparados e novamente testados.

**4ª Aula:** Após o término da 3ª aula, iniciamos a rotação de experimentos conforme havíamos planejado. Os educandos passaram para o próximo circuito com o experimento específico.

**5ª Aula:** Os educandos fizeram o segundo movimento indo para a 2ª rotação, efetuando os mesmos procedimentos do passo inicial das rotações.

**6ª Aula:** Os grupos fizeram o penúltimo movimento indo para a 3ª rotação, reproduzindo os processos como inicialmente.

**7ª Aula:** Nesta última rotação, 4ª rotação, os alunos repetiram as técnicas de montagem e testes já efetuadas antes.

**8ª Aula:** Na última aula de aplicação da pesquisa sobre a rotação de experimentos estava previsto o fechamento fazendo uso da discussão sobre a

dinâmica da pesquisa. A proposta de trabalho buscou por meio da experimentação, segundo Mininel (2022, p. 08), “não apenas uma melhor compreensão do conteúdo, mas também uma visão aperfeiçoada da ciência” com ajuda da experimentação dos conceitos propostos na pesquisa.

### 3.3 LOCAL DE COLETA DE DADOS

O local de coleta de dados deu-se em uma escola técnica, localizada na cidade de Guaíba, Região Metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil.

### 3.4 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa são estudantes do curso técnico em eletroeletrônica, de nível médio, do segundo e terceiro módulos, suas idades variam entre 18 e 45 anos. Na escola onde aplicamos a pesquisa o curso técnico de eletroeletrônica tem a duração de 02 anos, distribuídos em 04 semestres (04 módulos) e é está disponível nos turnos da manhã, tarde e noite. Pode ser cursado concomitantemente com o segundo ano do ensino médio ou por educandos que concluíram os estudos. Ao final da formação técnica é exigido a apresentação de um trabalho de conclusão de curso – TCC.

Os educandos encontravam-se matriculados nas disciplinas de acordo com o quadro 02.

**Quadro 02 - Disciplinas**

<b>Nível Educacional</b>	<b>Disciplina</b>
2º Módulo	Eletricidade II
	Eletrônica Analógica I
3º Módulo	Eletricidade III
	Eletrônica Analógica II
	Instrumentação Industrial

Fonte: a pesquisa.

Na tabela 01 temos a amostragem da distribuição dos participantes da pesquisa por módulo e turno. A estimativa participantes é de 70 educandos, divididos entre o segundo e terceiro módulos.

**Tabela 01 - Amostragem dos participantes**

<b>Nível Educacional</b>	<b>Turno</b>	<b>Nº Discentes</b>
2º Módulo	Manhã	15
2º Módulo	Noite	35
3º Módulo	Noite	20
Total Geral		70

Fonte: a pesquisa.

Quanto aos aspectos éticos, o projeto de pesquisa foi protocolado no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedeceram aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme a Resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos que foram usados oferece riscos à dignidade dos participantes. Estes e seus responsáveis assinarão o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE – anexo A) e o Termo de assentimento livre e esclarecido para menores de 12 a 18 anos - (TALE - anexo B). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil pela Plataforma Brasil, sob o número: CAAE 45723821.7.0000.5349.

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

Depois de aplicados os experimentos, os resultados levantados foram tratados e analisados conforme a sua natureza descritiva e interpretativa de acordo com Yin (2016).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

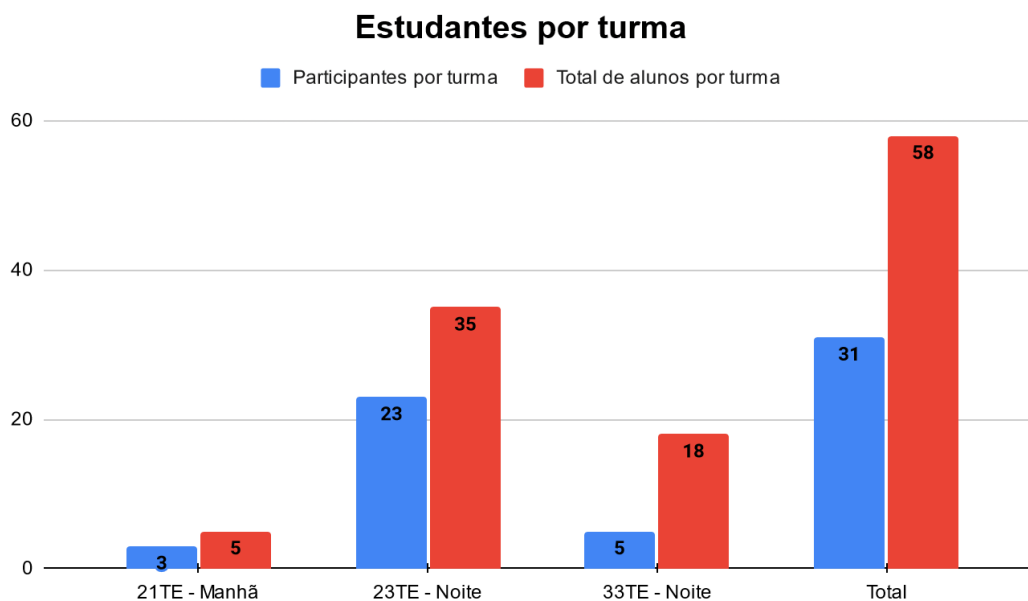
Neste tópico serão apresentados os resultados e a discussão sobre o que foi alcançado com a aplicação da pesquisa. Durante o período de implementação do trabalho, o município passava pela pandemia de Covid-19.

Neste momento optamos por ministrar aulas de forma simultânea para atender os estudantes, conforme orientação da escola. Havia educandos participando presencialmente e outros, por opção, participando de forma on-line fixos em suas residências. Os estudantes que compareciam presencialmente estavam divididos em grupo A e B, alternando as semanas de presença e em casa.

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual técnica, na cidade de Guaíba - RS. Nesta escola são disponibilizados cursos técnicos em Informática, em Redes e em Eletroeletrônica, nos três turnos. Nosso espaço de pesquisa ficou restrito ao curso técnico em eletroeletrônica, nos turnos manhã e noite (não há turmas a tarde).

Analisando o gráfico (figura 09) podemos perceber em azul os alunos que participaram da pesquisa montando os circuitos dos experimentos. Em vermelho representa os educandos que optaram pela não participação e os estudantes desistentes.

**Figura 09 – Participação dos estudantes**



Fonte: a pesquisa

Como observado, em nossas anotações, os educandos apresentam dificuldade para acompanhar o ensino utilizando a tecnologia, como aponta Da Costa (2021), possuem “dificuldades econômicas e/ou emocionais: distorção de idade/série, entre outros, que se apresentam como barreiras à permanência desse jovem/adulto”, afirma a autora (2021, p. 79), que o tempo fora da escola e a falta de familiaridade com a tecnologia pode ser agravantes da situação.

No decorrer da realização da pesquisa observamos que alguns alunos apresentaram dificuldade na leitura e interpretação dos textos técnicos, e também ao expressar de forma escrita os conceitos em acordo com o que afirma a autora (2021).

#### 4.1 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS

Neste tópico iremos descrever os experimentos, o funcionamento dos circuitos propostos, como foram feitas as montagens na protoboard, uma listagem dos componentes utilizados nos ensaios e por final os experimentos.

##### 4.1.1 Detector de umidade - Experimento 01

Este circuito eletrônico pode ser utilizado em experimentos para detectar umidade, simulação de choque elétrico e teste de materiais condutores. Com o



experimento podemos descobrir vazamento de água ou ainda identificar o momento em que inicia a chuva. O circuito atua com uma sinalização sonora variando a sua intensidade, aumentando proporcionalmente o som em relação a umidade.

O experimento consiste em um circuito eletrônico com duas ponteiras de teste que ao entrarem em contato com a umidade da superfície acionam o circuito, conforme Braga (2017, p. 129), são “duas pequenas almofadas condutoras que, em contato com a parede, conduzem a corrente para o acionamento do circuito em caso de vazamentos, infiltrações [...]”.

#### **4.1.1.1 Funcionamento do detector de umidade**

O modelo utilizado como base para o experimento é um circuito oscilador de áudio. Para o acionamento é necessário que o transistor Q1 tenha a sua base polarizada, conforme Braga (2017, p.129), “a polarização vem justamente do transistor Q1 que conduz a corrente no caso de haver circulação de corrente pelo sensor”. Portanto é necessária umidade para que o sensor seja acionado, do contrário não ocorre a emissão de som pelo circuito. Braga (2017, p. 129) afirma que quando há “umidade da parede ou local testado, a resistência cai e o contato com as almofadas condutoras permite a circulação de uma corrente que polariza Q1 no sentido de haver condução”.

A emissão de som encontra-se entre o grave, que representa pouca umidade, e o agudo que demonstra muita umidade Braga (2017, p. 129) define que “um som bem grave que representa uma resistência muito alta e pouca umidade e no outro extremo um som mais agudo que representa uma resistência mais baixa e, portanto, muita umidade [...]”, este princípio pode ser utilizado com materiais simples testando suas características físicas de condução ou isolamento. Utilizando os sensores podemos colocar materiais como madeira, cobre, ferro, grafite e plástico, e verificar por meio da emissão do som se o material é condutor de corrente elétrica ou isolante, conforme Torres (2012, p. 72), “materiais com uma resistência elétrica muito baixa são considerados condutores, enquanto materiais com uma resistência elétrica muito alta são considerados isolantes“, e em quais condições pode conduzir, como madeira: úmida ou seca; ou acrescentando sal a água.

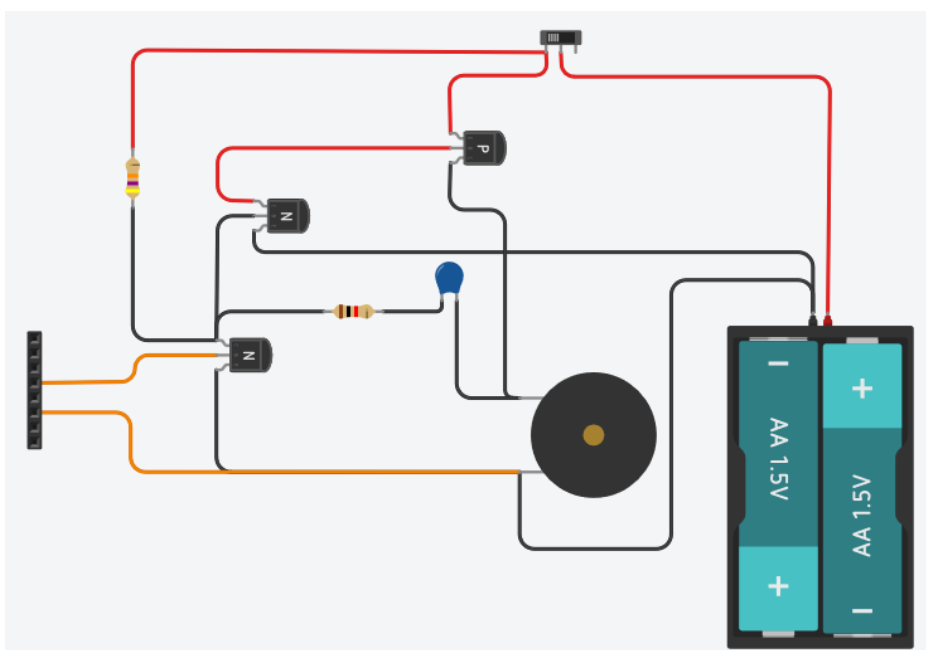
Uma alternativa de aplicação é a abordagem do choque elétrico. O circuito permite discutir o tema com segurança, pois apresenta baixa corrente elétrica para

ser acionado, de acordo com Torres (2012, p. 28), “o choque elétrico ocorre quando o nosso organismo sente a passagem de corrente elétrica através de nós”. Será oportunizado ao estudante vivenciar os sinais sonoros que emite ao se conectar nos sensores, ouvindo sons mais graves ou agudos, de acordo com as características físicas de cada educando.

#### 4.1.1.2 Montagem do detector de umidade

O circuito foi elaborado em uma protoboard de 830 furos, alimentado com uma fonte ajustável de 1,5 a 9V. A montagem foi realizada iniciando pelo posicionamento dos transistores e a distribuição dos componentes na protoboard, após estabelecemos as conexões dos componentes utilizando os *jumpers* conforme a figura 10.

Figura 10 - Esquemático do Detector de umidade



Fonte: Adaptado de (BRAGA, 2017).

Durante a montagem os transistores devem ser testados com a finalidade de identificar os terminais de ligação (a base, o coletor e o emissor), diminuindo os erros de ligação que podem acarretar a queima dos componentes.

As almofadas foram substituídas por ponteiras de teste facilitando o manuseio no momento da experimentação.

Após o término da montagem, deve-se conferir se as ligações entre os componentes estão corretas, e então acionar o circuito utilizando as ponteiras de teste em local com umidade verificando se o circuito está funcionando corretamente.

#### 4.1.1.3 Materiais utilizados no detector de umidade

O quadro 03 enumera a quantidade e a descrição dos componentes utilizados no experimento de detecção de umidade.

**Quadro 03 - Lista de material - detector de umidade**

Quant.	Descrição
02 pç	Transistor BC 548 – NPN
01 pç	Transistor BC 558 – PNP
02 pç	Resistores 47 k $\Omega$ - 1/8 w - 5% (amarelo, violeta, laranja)
02 pç	Resistores 1 k $\Omega$ - 1/8 w - 5% (marrom, preto, vermelho)
01 pç	Capacitor 100 nF - 15 V (cerâmico ou poliéster)
01 pç	Alto Falante 4 ou 8 $\Omega$ (5 cm)
01 pç	Chave liga/desliga
01 pç	Fonte ajustável 1,5 V a 9 V - 110 / 220V
20 pç	<i>Jumpers</i> para ligação
02 pç	Ponteira de teste

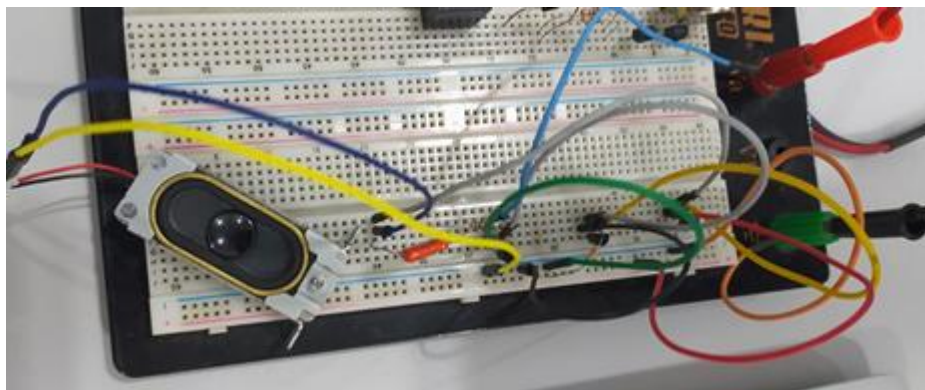
01 pç	Protoboard 830 furos
-------	----------------------

Fonte: a pesquisa.

#### 4.1.1.4 Protótipo do detector de umidade

Os educandos iniciaram os testes e estudos sobre o circuito utilizando as indicações de como proceder com o circuito montado na protoboard. Foram utilizados parâmetros de verificação estabelecidos nos roteiros de teste (anexos F, G, H e I), definindo quais materiais são usados nos testes com a finalidade de padronizar a experimentação. A figura 11 mostra o experimento montado na protoboard pronto para ser utilizado.

**Figura 11 – Protótipo do detector de umidade**



Fonte: a pesquisa.

Os educandos puderam vivenciar os testes, estudar o funcionamento do circuito e seus componentes eletrônicos, após o pesquisador instigou o diálogo sobre o aprendizado prático com o circuito.

#### 4.1.2 Detector de luz - Experimento 02

O circuito apresentado foi desenvolvido para ser acionado por luz, ligando e desligando um relé. O experimento permite comandar cargas diferentes mesmo não havendo luz, segundo Braga (2017, p. 78), é um “circuito que aciona um relé quando a luz que incide num sensor é interrompida ou quando escurece”.

O relé empregado no experimento possui cinco terminais, dois são seu acionamento, e os outros três são responsáveis por comandar cargas. Estes componentes eletromecânicos funcionam por eletromagnetismo, sendo comum o seu uso em motores e relés. Ele é formado a partir do movimento dos elétrons, que segundo Torres (2012, p. 104), “toda corrente elétrica cria um campo magnético ao redor de seu condutor”, então, a partir desta condição temos corrente elétrica gerando campo magnético. Existe uma outra possibilidade, quando um condutor é exposto a um campo magnético, surge uma corrente elétrica como afirma Torres (2012, p. 104), “o inverso também é verdadeiro: se variarmos um campo magnético próximo a um condutor, podemos gerar corrente elétrica em um fio no qual originalmente não havia eletricidade nele”.

Outra forma de explorar o circuito proposto seria estudar o comportamento do LDR (resistor dependente da luz). Os resistores dependentes da luz (figura 12) são resistores com características especiais, pois têm o valor da sua resistência alterado quando a luz incide sobre ele (Torres, 2012).

**Figura 12 – Resistor dependente da luz - LDR**



Fonte: a pesquisa.

Esse valor de resistência vai variar de acordo com a quantidade de luz, até as pequenas variações de luz são notadas em seus terminais.

#### 4.1.2.1 Funcionamento do detector de luz

O circuito detector de luz é um experimento que utiliza um sensor LDR (resistor dependente da luz). A regulagem de sensibilidade é ajustada, conforme a aplicação, por meio de um potenciômetro linear.

O sistema desenvolvido é acionado pelo LDR (resistor dependente da luz) que varia sua resistência conforme a intensidade de luz que incide sobre a sua superfície (figura 13), conforme a afirmação de Torres (2012, p. 199), “pequenas variações na intensidade da luz irão provocar pequenas variações no valor da resistência”.

**Figura 13 – Gráfico: Resistência X Luminosidade**



Fonte: Manual da eletrônica, 2019.

O LDR (resistor dependente da luz) por meio da variação da resistência polariza a base do transistor acionando a bobina do relé. Segundo Torres (2012, p. 108), “eles possuem uma bobina que age como um eletroímã, fechando um circuito”. A bobina do relé é energizada e os contatos mudam de estado, invertendo a posição

(de aberto para fechado; e de fechado para aberto), Torres (2012, p. 108), estabelece que “quando o relé está desligado, há contato entre NF (normalmente fechado) e C (comum), NA (normalmente aberto) ficando em aberto.

#### 4.1.2.2 Montagem do detector de luz

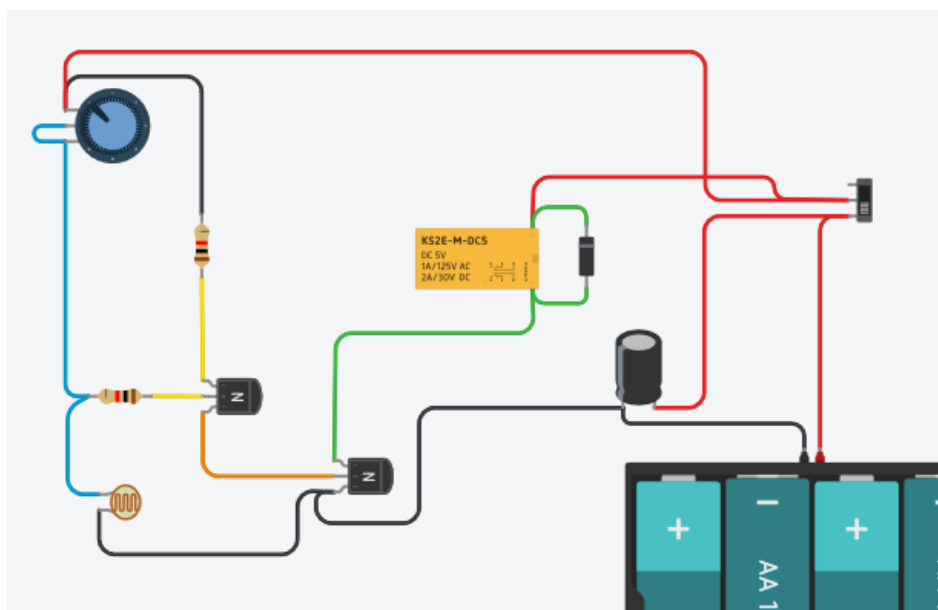
Na implementação do circuito foram utilizados uma fonte ajustável de 1,5 a 9V, e uma protoboard de 830 furos. A composição do circuito foi elaborada a partir da fixação dos componentes na protoboard, a interligação entre os elementos foi executada com o uso de *jumpers*.

Durante a montagem o relé foi substituído por outro de maior capacidade conforme Braga (2017, p. 79), “o relé indicado no projeto original é para corrente de 2A, mas esse componente pode ser trocado por outros de maior capacidade de corrente”. A ligação do relé requer a identificação dos terminais de acionamento com o auxílio do multímetro, em escala de medição de diodo ou de continuidade (emite som característico). Os terminais foram testados e identificados como:

- Contato aberto;
- Contato fechado;
- Contatos da bobina ou comando do relé.

O processo de testagem com o multímetro na escala de continuidade foi repetido para a identificação dos terminais A, B, e C do potenciômetro. A figura 14 aponta o esquema utilizado para a montagem do experimento.

**Figura 14 - Esquemático do Detector de luz**



Fonte: Adaptado de (BRAGA, 2017).

#### 4.1.2.3 Materiais utilizados do detector de luz

O quadro 04 demonstra a listagem de materiais e a descrição dos componentes utilizados no experimento de detecção de luz.

**Quadro 04 - Lista de material – Detector de luz**

Quant.	Descrição
02 pç	Transistor BC 548 – NPN
01 pç	Diodo 1N4148



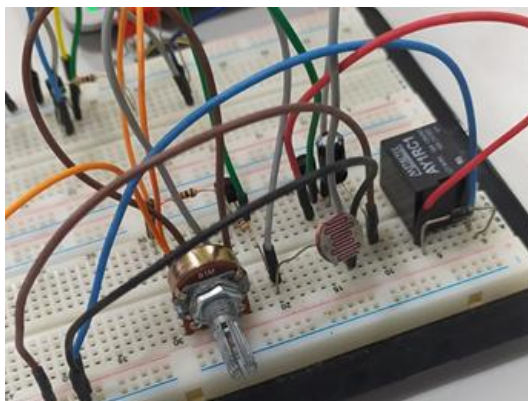
03 pç	Resistores 1 k $\Omega$ - 1/8 w - 5% (marrom, preto, vermelho)
01 pç	Potenciômetro 1 M $\Omega$ linear
01 pç	LDR (resistor dependente da luz)
01 pç	Capacitor 100nF - 15 V – Eletrolítico
01 pç	Rele 5 pinos - 6 V
01 pç	Chave liga/desliga
01 pç	Fonte ajustável 1,5 V a 9 V - 110 / 220V
20 pç	<i>Jumpers</i> para ligação
01 pç	Protoboard 830 furos

Fonte: a pesquisa.

#### 4.1.2.4 Protótipo do detector de luz

O estudo deste protótipo ocorreu a partir da compreensão do funcionamento dos componentes principais do circuito o relé, o LDR (resistor dependente da luz) e o potenciômetro. Após foram feitos testes com o circuito a partir da incidência de luz sobre o sensor e obstrução do mesmo com a finalidade de simular a falta de luz. Em outro momento na saída do relé, os estudantes conectaram LED de diferentes cores com o objetivo de observar o comportamento do relé a ser acionado e desligado quando havia luz sobre o LDR (resistor dependente da luz). A figura 15 mostra o circuito detector de luz montado na protoboard.

**Figura 15 – Protótipo do detector de luz**



Fonte: a pesquisa.

Ao final dos testes o pesquisador fomentou a discussão sobre o funcionamento do circuito, suas características e dos principais componentes utilizados no experimento.

#### 4.1.3 Eletrólise - Experimento 03

A eletrólise é um experimento simples, de fácil obtenção de materiais e com resultados facilmente observáveis pelos estudantes, essas mudanças químicas podem ser na cor ou no material. Serão utilizados uma fonte variável de 1,5 a 9V, um recipiente plástico ou de vidro, esponja de aço e um prego com ferrugem.

O processo químico envolvido no ensaio não é espontâneo, é provocado pela energia elétrica, ou seja, é a transformação de energia elétrica em energia química, Maia e Bianchi (2007, p. 366), afirmam que “na eletrólise em solução aquosa, uma reação redox não espontânea é realizada passando por uma corrente elétrica por meio de uma solução aquosa de um eletrólito”. Na célula voltaica vemos a produção de energia elétrica por meio da reação de oxirredução, mas na eletrólise é necessário fornecer uma fonte como um gerador ou pilha, para que a reação de oxirredução aconteça (figura 16).

**Figura 16 – Eletrólise**



Fonte: a pesquisa.

Existem outras aplicações para a eletrólise conforme Pilla e Schifino (2010) afirmam, que a eletrólise é usada para decompor gases produzindo hidrogênio e empregada na recuperação de materiais.

#### 4.1.3.1 Funcionamento da eletrólise

Segundo Pilla e Schifino (2010), a eletrólise é uma reação forçada, pois é necessário o uso de eletricidade, este processo rompe com o composto, ou seja, separa substâncias elementares de seus compostos.

Pilla e Schifino (2010, p. 305), reiteram que a reação se processa “num reator denominado célula eletrolítica, e o sistema a considerar é constituído do eletrólito (dissolvido ou fundido) e dos eletrodos nele imersos”. Sendo que o processo de eletrólise inicia o processo de oxirredução quando o gerador é ligado, o circuito é fechado, e os elétrons saem do polo negativo (o ânodo) da fonte e passam pela cuba eletrolítica chegando ao polo positivo (o cátodo).

Nas células eletrolíticas os elétrons sempre saem do ânodo e vão em direção ao cátodo:

- O ânodo fornece elétrons e é ligado ao polo positivo da fonte;
- O cátodo recebe elétrons e é ligado ao polo negativo da bateria.

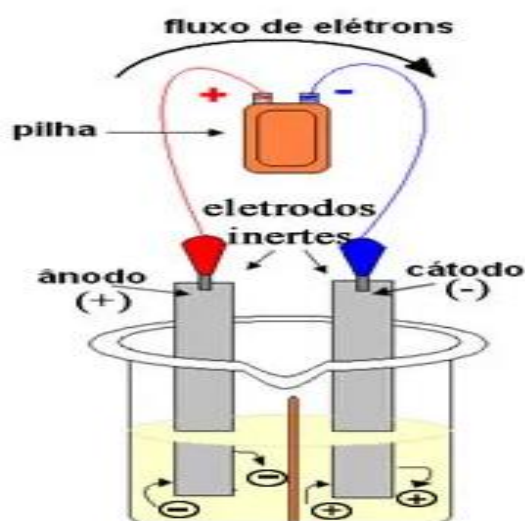
No recipiente os elétrons saem do ânodo, que perde elétrons (onde ocorre a oxidação) e vão para o cátodo, que ganha elétrons (onde ocorre a redução). No caso de o experimento utilizar um prego enferrujado, espera-se que o objeto com ferrugem seja recuperado.

#### 4.1.3.2 Montagem da eletrólise

Na montagem do experimento de eletrólise utilizamos uma cuba plástica transparente, uma fonte ajustável de 1,5 a 9 V, uma esponja de aço, cabinhos flexíveis com garrinhas e um prego enferrujado.

Na interligação da fonte com os eletrodos foram utilizados cabinhos flexíveis com garras, onde o ânodo era a esponja de aço, dito “eletrodo de sacrifício”, ligado ao polo positivo da fonte. O polo negativo teve o prego enferrujado ligado a ele por meio de cabinho semelhante (figura 17).

Figura 17 – Esquemático da eletrólise



Fonte: Manual da química, 2015.

A cuba plástica foi preparada com água quente, a 70° C, com a finalidade de acelerar o processo de oxirredução, foram adicionadas algumas gramas de sal de cozinha, segundo Pilla e Schifino (2010) tornando o sistema um eletrólito dissolvido, fazendo da água um meio mais eficaz para o experimento.

O experimento foi energizado por meio da fonte ajustável para 9 V fazendo com que o eletrodo a ser recuperado iniciasse a produção de bolhas de gás em toda a sua superfície.

Verificamos após um tempo de aproximadamente 10min a mudança da cor da água e a transformação do material enferrujado em metal. Após a retirada do prego do eletrólito foi possível observar a mudança no material metálico, a oxidação do metal havia cessado.

#### 4.1.3.3 Materiais utilizados na eletrólise

O quadro 05 designa a lista e a descrição dos materiais usados na eletrólise.

**Quadro 05 - Lista de material - Eletrólise**

Quant.	Descrição
02 pç	Cabinho flexível 1 mm <sup>2</sup> com garras para conexão
01 pç	Pote plástico transparente 500 ml
20 g	Sal de cozinha 100 g
01 pç	Esponja de aço
400 ml	Água quente a 70°
01 pç	Prego ou pedaço de ferro enferrujado
01 pç	Rolo de fita isolante
01 pç	Fonte ajustável 1,5 V a 9 V - 110 / 220V

Fonte: a pesquisa.

#### 4.1.3.4 Protótipo da eletrólise

Os educandos após a montagem da célula eletrolítica puderam observar como o processo da reação forçada, utilizando a corrente elétrica, rompendo com os

compostos. A reação química de oxirredução é percebida no eletrólito (água morna e sal) com a sua efervescência.

Os estudantes observaram que o eletrólito acaba por mudar de cor, sinalizando que existe material em suspensão, que anteriormente pertencia ao eletrodo que está reduzindo na reação química. A figura 18 mostra o experimento da eletrólise.

**Figura 18 – Protótipo do circuito da eletrólise.**



Fonte: a pesquisa.

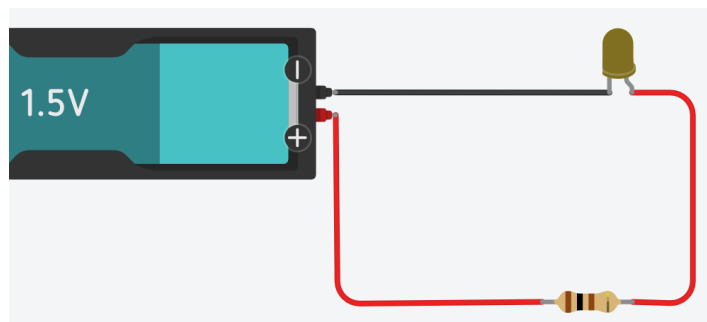
Neste experimento foram seguidos os parâmetros de verificação estabelecidos nos roteiros de teste (anexos F, G, H e I).

#### 4.1.4 Associação de Resistores - Experimento 04

Este experimento demonstra como podem ser utilizados os resistores com as configurações série, paralelo e mista.

Os resistores são dispositivos eletrônicos como Capuano e Marino (2010, p. 09) colocam, “são componentes que tem por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica por meio de seu material”, limitando a corrente ou reduzindo a tensão aplicada ao circuito (figura 19).

**Figura 19 - Resistor reduzindo a tensão do LED.**



Fonte: a pesquisa.

Estes componentes podem ser divididos em resistores fixos e variáveis, como afirmam Capuano e Marino (2010, p. 08), “os resistores fixos são aqueles cujo valor da resistência não pode ser alterado, enquanto os resistores variáveis têm a sua resistência modificada dentro de uma faixa de valores por meio de um cursor móvel”, como funcionam desta forma com valor fixo de resistência, utilizamos o multímetro com a finalidade de verificar se os valores são equivalentes as marcações de cores no corpo dos resistores.

#### 4.1.4.1 Funcionamento da associação de resistores

Na associação série os resistores possuem um comportamento segundo Torres (2012, p. 74) “a resistência total será a soma dos resistores do circuito em série”, a resistência equivalente será a junção de todos os resistores pertencentes a associação série. Gussow (2009, p. 64) afirma que “a corrente que passa por R1 é a mesma que passa por R2, por R3 e é exatamente aquela fornecida pela bateria”, neste tipo de circuito é a mesma em cada resistor associado, e a tensão comporta-se de acordo com Gussow (2009, p. 65), “tensão total num circuito série é igual a soma das tensões nos terminais de cada resistência do circuito”, sendo proporcional a queda de tensão ou a tensão consumida em cada resistor do circuito.

Em outra forma de associar resistores, Gussow (2009, p. 87) afirma que um “circuito paralelo é aquele no qual dois ou mais componentes estão conectados à mesma fonte de tensão”, onde cada resistor possui uma ligação direta à alimentação do circuito. O comportamento da corrente e da tensão com esta configuração de circuito é diferente da série, onde Capuano e Marino (2010, p. 37) afirmam que a

“tensão é a mesma em todos os resistores e igual à da fonte”, e a corrente da mesma forma possui um modo diferente de atuar no circuito como garante os autores “o somatório das correntes dos resistores é igual ao valor da corrente fornecida pela fonte” (2010, p. 37).

Existe ainda uma forma em conjunto de associar resistores em série e paralelo, tornando uma configuração mista de equipamentos. Capuano e Marino (2010, p. 43) afirmam que é “denominado circuito série-paralelo ou misto aquele formado por associações série e paralela, onde respectivamente suas propriedades são válidas”, neste tipo de circuito eletrônico os comportamentos de tensão e corrente para as duas formas de associar resistores são válidas.

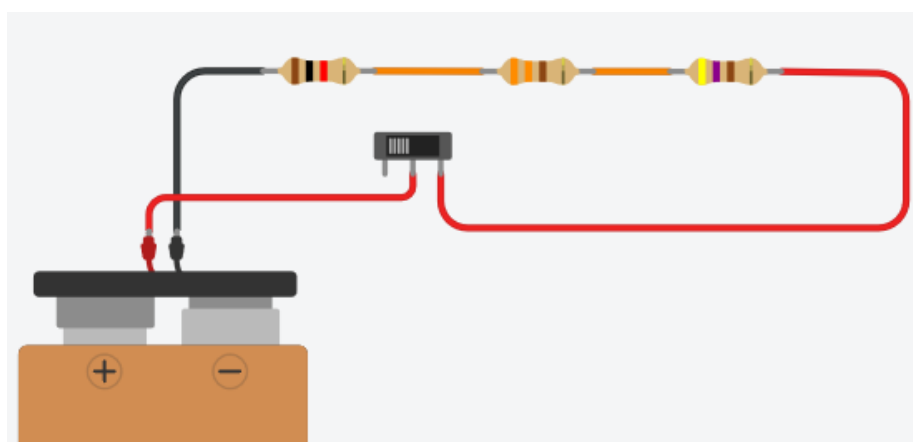
#### 4.1.4.2 Montagem da associação de resistores

Para este experimento foram utilizados resistores, protoboard, uma fonte ajustável de 1,5 a 9V, *jumpers*, e multímetro para a implementação de três circuitos:

- Uma associação série;
- Uma associação paralela;
- Uma associação mista.

No circuito série as conexões entre os componentes foram feitas por meio de *jumpers*, onde os resistores foram conectados um após o outro conforme a figura 20.

**Figura 20 - Associação série.**

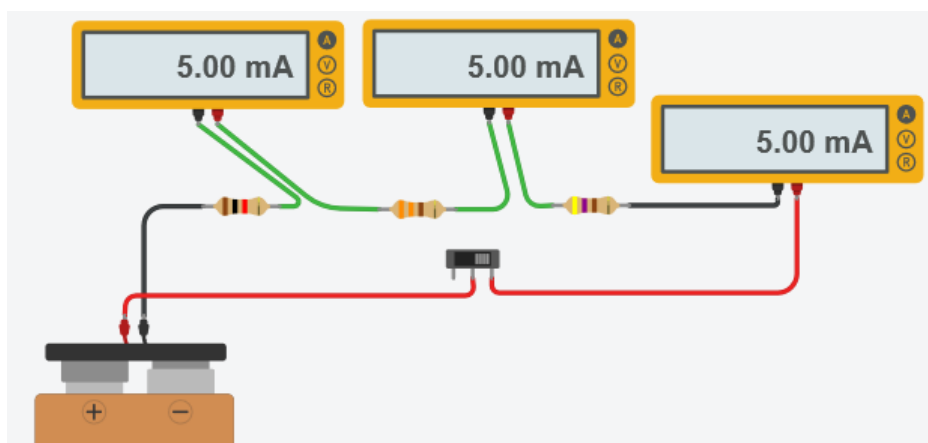


Fonte: a pesquisa.



Após a montagem do circuito iniciamos as medições de corrente e tensão com o multímetro em pontos do circuito onde é possível verificar com precisão as grandezas indicadas. A figura 21 demonstra onde foram feitas as medições de corrente no circuito.

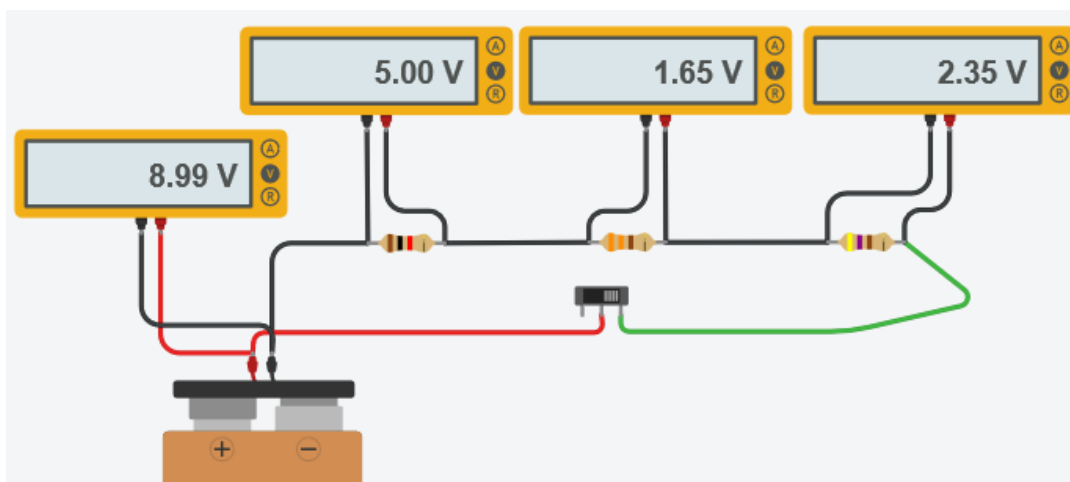
**Figura 21 - Medição de corrente - circuito série.**



Fonte: a pesquisa.

Na figura 22 podemos observar em quais locais do circuito foram inseridos instrumentos para medição de tensão no circuito.

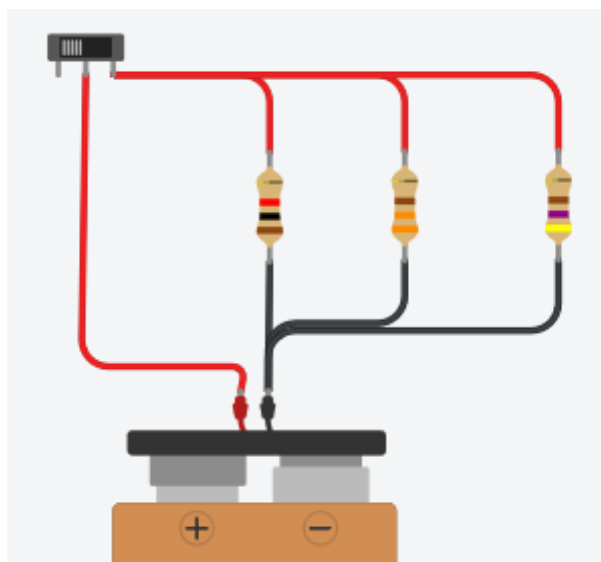
**Figura 22 - Medição de tensão - circuito série.**



Fonte: a pesquisa.

No circuito paralelo as conexões entre os componentes foram realizadas por meio de *jumpers*, onde os resistores foram conectados em paralelo com a fonte de alimentação conforme a figura 23.

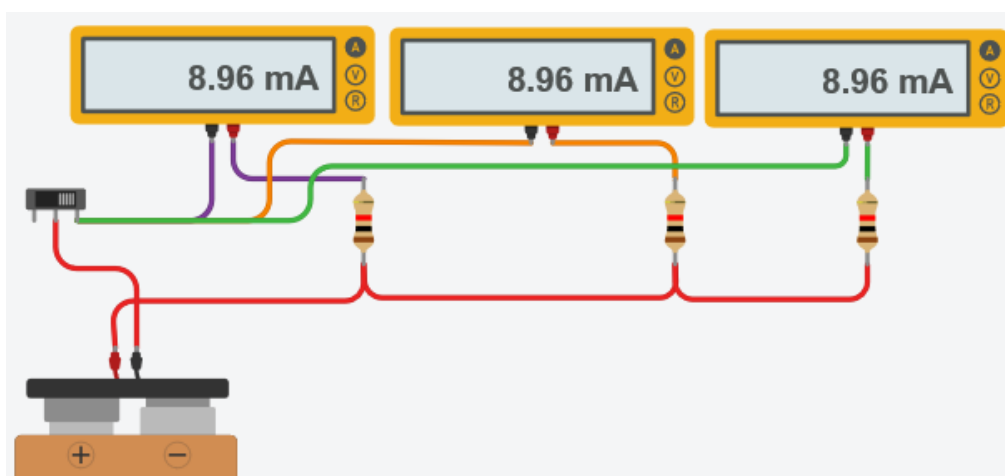
**Figura 23 - Associação paralela**



Fonte: a pesquisa.

Em seguida da implementação do circuito paralelo na protoboard e estabelecidos os pontos estratégicos para as medições, as aferições de tensão e corrente foram realizadas. A figura 24 demonstra os pontos de medição de corrente no circuito paralelo.

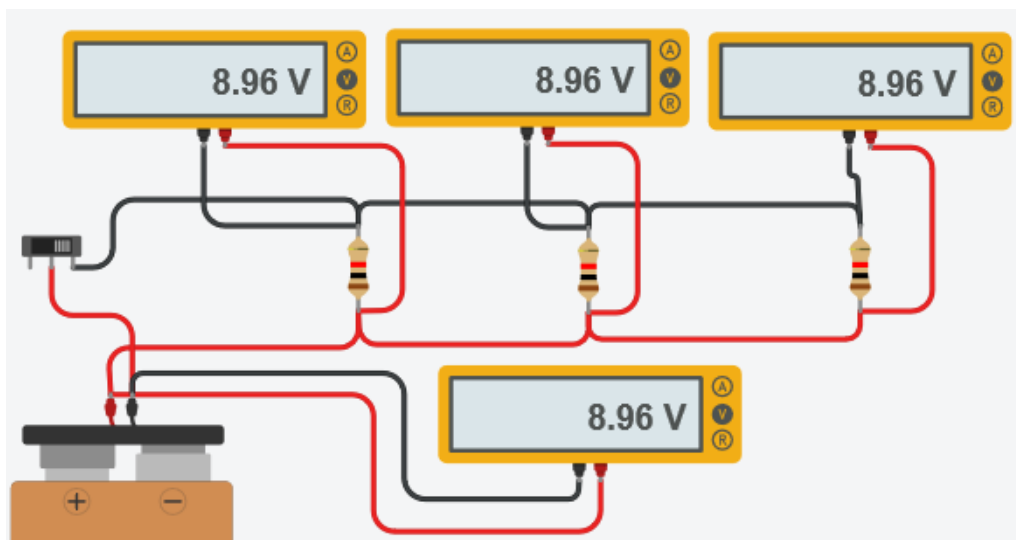
**Figura 24 - Medição de corrente - circuito paralelo.**



Fonte: a pesquisa.

Na figura 25 observamos as conexões do circuito onde inserimos os instrumentos para medição de tensão no circuito.

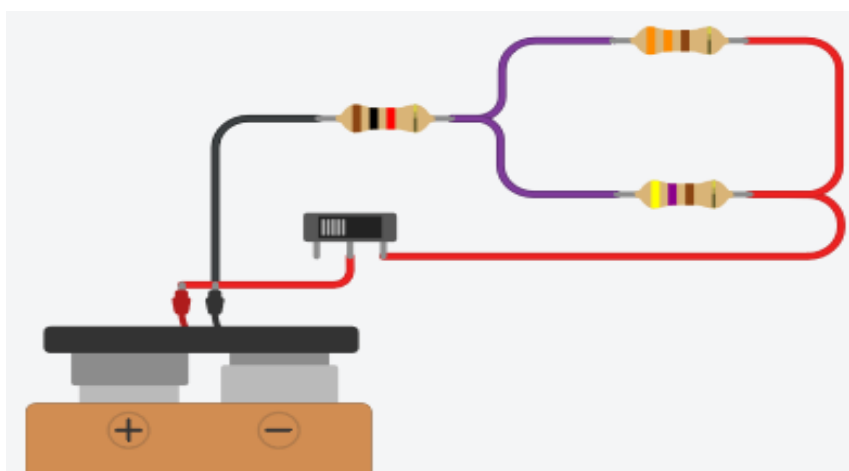
**Figura 25 - Medição de tensão - circuito paralelo.**



Fonte: a pesquisa.

Seguindo a sequência de experimentos implementamos a montagem do circuito misto conectando os resistores e a fonte na protoboard por meio dos *jumpers*. A configuração de conexão dos resistores foi definida com um resistor em série com outros dois em paralelo conforme mostrado na figura 26.

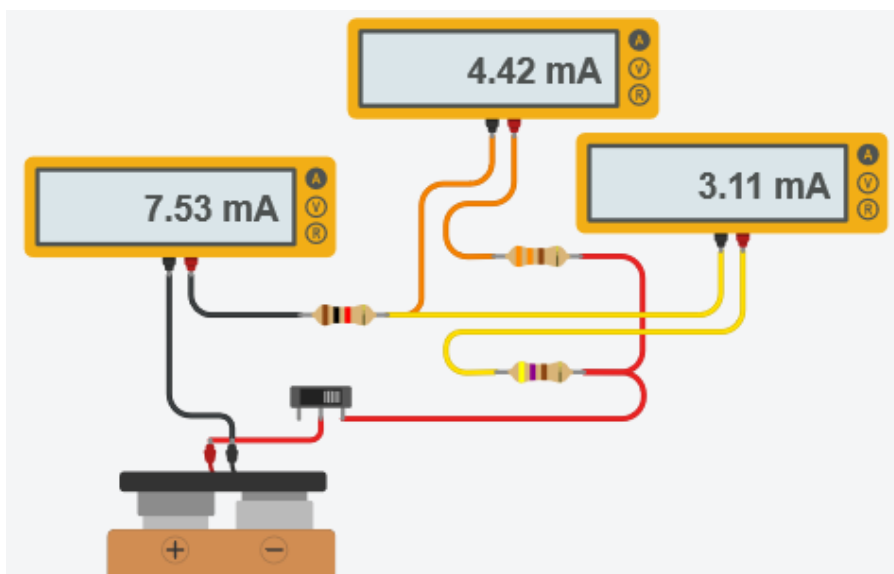
**Figura 26 - Associação mista.**



Fonte: a pesquisa.

Podemos observar na figura 27 os pontos utilizados para inserção do multímetro e a medição de corrente.

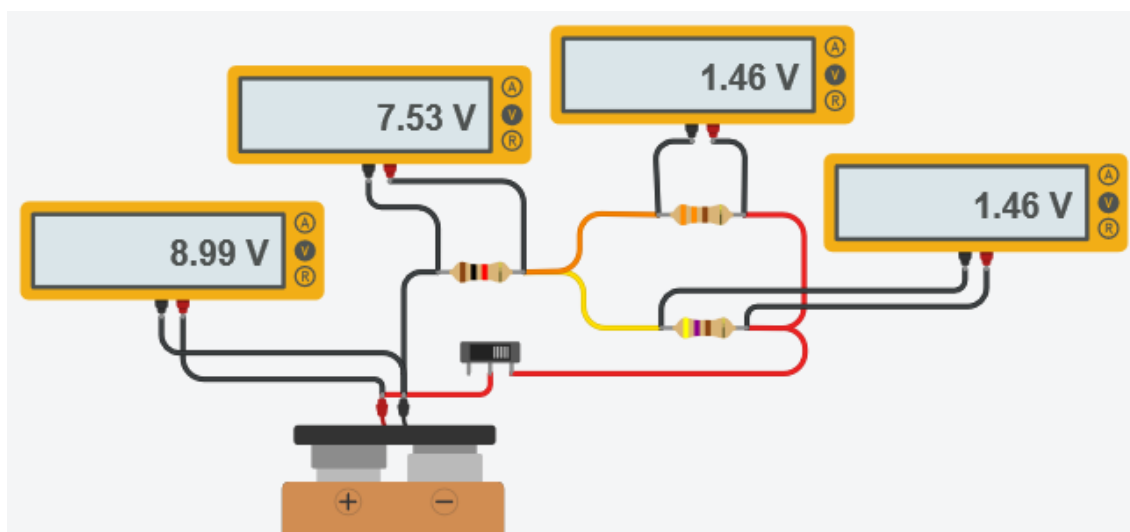
**Figura 27 - Medição de corrente - circuito misto.**



Fonte: a pesquisa.

Após a medição de corrente foram estabelecidas as posições adequadas para a mensuração da tensão, conforme a figura 28.

**Figura 28 - Medição de tensão - circuito misto.**



Fonte: a pesquisa.

Com este experimento foi possível observar o comportamento das grandezas elétricas, tensão e corrente, em diferentes configurações de circuitos.

#### 4.1.4.3 Materiais utilizados nas associações de resistores

O quadro 06 designa a lista e a descrição dos materiais usados na associação de resistores em série, paralelo e mista.

**Quadro 06 - Lista de material – Associação de resistores**

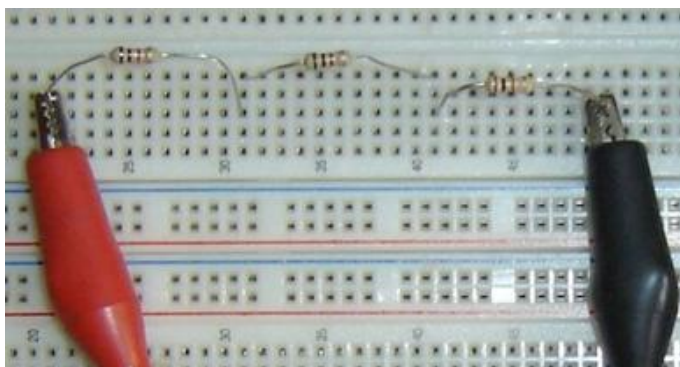
Quant.	Descrição
01 m	Cabinho flexível 1 mm <sup>2</sup>
03 pç	Resistores 1 k $\Omega$ - 1/8 w - 5% (marrom, preto, vermelho)
03 pç	Resistores 330 $\Omega$ - 1/8 w - 5% (laranja, laranja, marrom)
03 pç	Resistores 470 k $\Omega$ - 1/8 w - 5% (amarelo, violeta, marrom)
01 pç	Chave liga/desliga
01 pç	Fonte ajustável 1,5 V a 9 V - 110 / 220V
20 pç	<i>Jumpers</i> para ligação
01 pç	Protoboard 830 furos
01 pç	Multímetro digital

Fonte: a pesquisa.

#### 4.1.4.4 Protótipo das associações de resistores

Na associação de resistores em série foram realizadas as medições de corrente e tensão, utilizando multímetro, sendo possível comprovar que a corrente tem valor igual em todos os pontos do circuito. Quanto ao comportamento da tensão no circuito os estudantes chegaram à conclusão que a grandeza é consumida proporcionalmente em cada resistor e somada essas quedas são de valor igual ao da fonte. Na figura 29 mostramos o circuito de resistores associado em série.

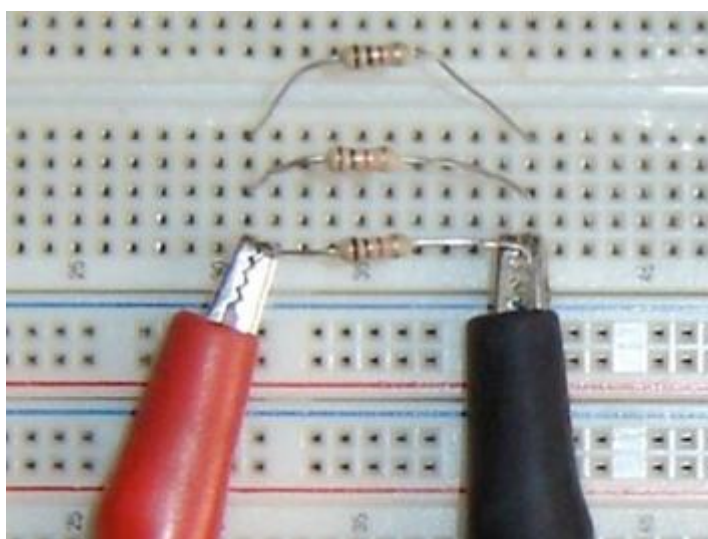
**Figura 29 – Protótipo da associação de resistores em série**



Fonte: a pesquisa.

Durante o ensaio com os resistores associados em paralelo os aulistas constataram que os conceitos abordados obedecem a leis específicas e que há um comportamento específico neste circuito. A tensão quando medida com a utilização do multímetro era igual em todos os pontos e, por conseguinte igual a fonte. A corrente elétrica possui um comportamento onde é proporcional a cada resistor associado com esta configuração. A figura 30 demonstra o circuito com os resistores associados em paralelo.

**Figura 30 – Protótipo da associação de resistores em paralelo**

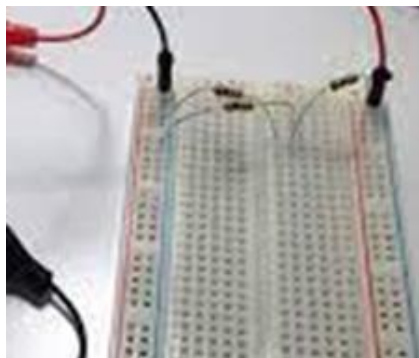


Fonte: a pesquisa.

Após a montagem e verificação dos circuitos o pesquisador interpelou os educandos com a intenção de fomentar o debate acerca do foi visto nas associações

em paralelo e série. A partir deste ponto os estudantes foram instigados a unir os conceitos das associações anteriores e analisar o circuito misto. A figura 31 demonstra o circuito com os resistores associados de forma mista.

**Figura 31 – Protótipo da associação de resistores mista**



Fonte: a pesquisa.

Encerrando os experimentos com associação de resistores em série, paralelo e misto, incentivando os educandos a comparar os conceitos sobre cada uma das associações propostas nas montagens e suas particularidades. Outro ponto abordado são as medições com emprego do multímetro. A forma de operar o equipamento, como a troca do tipo de grandezas e escala para medição correta. Percebemos uma maior segurança no manuseio do equipamento e nas montagens dos circuitos.

#### 4.2 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA CULTURA *MAKER*

Como sabemos a sociedade necessita de profissionais da área técnica que possam desenvolver novos produtos, que sejam capazes de inovar. Filatro e Cavalcanti (2018) afirmam que um *Maker* é todo aquele capaz de participar efetivamente da feitura de algo, são profissionais capazes de criar projetos novos, de materializar ideias.

Aprender é participar do processo, não é estar estático apenas recebendo informações, conforme De Sá Filho et al. (2019, p. 189), “o aluno, no processo de ensino-aprendizagem tradicional, é considerado como um repositório de informações, no qual apenas recebe e armazena o conhecimento a ele transferido”, é necessário modificar o tradicional.

Superada a dificuldade de acessar a *internet* e com os recursos tecnológicos dominados pelo educando do curso técnico, este pode compartilhar ideias e cooperar com pessoas de diferentes setores apontando para soluções.

Quando implementamos a proposta de pesquisa da rotação de experimentos os aulistas foram divididos em grupos com a proposta de trabalho colaborativo tornando possível o processo aquisição e gestão do conhecimento. Um técnico com este aporte de ferramentas tornar-se-á imprescindível para o mundo do trabalho. A produção de conhecimento segundo Monfredini e Frosch (2019,) acontece onde há cooperação entre profissionais, de forma estruturada e aberta a todos, como em fóruns sobre tecnologia.

*Makers* exploram “fenômenos ou conceitos físicos, como equilíbrio, forças e movimento, eletricidade e magnetismo da luz, ressonância, simetria e outros”, Bevan et al. (2015, p. 99). Os experimentos trazem conceitos como o da eletrólise, que utilizando a corrente elétrica é possível converter a oxidação em metal novamente, aqui um *Maker* pode utilizar esta ideia para otimizar a limpeza de ferramentas oxidadas. Os circuitos com resistores associados em série, paralelo ou de forma mista demonstram como é possível alterar os valores de corrente e tensão nos circuitos e usar nos mais variados projetos eletrônicos ou elétricos, seja diminuindo valores de grandezas ou sendo utilizados para aquecimento. Os conceitos de magnetismo e resistor dependente da luz são colocados em um modelo de circuito que utiliza um relé para acionar cargas dos mais variados tipos de acordo com a variação de luz do ambiente, seja durante o dia ou a noite. Com outro experimento permite medir a umidade, pode ser aproveitado em sistemas de irrigação de plantas e hortas, ou ainda para localizar vazamentos de água. Outra oportunidade onde este circuito também pode ser usado é na simulação de choque elétricos, sem oferecer perigo aos usuários, e ou para demonstrar materiais isolantes e condutores.

Estar envolvido com o fazer ajuda os alunos a assumir diferentes papéis como matemáticos, cientistas, designers ou fabricantes, que podem orientar os conhecimentos, habilidades e práticas que eles aproveitam para resolver os problemas que encontram, Martin (2015).

Conforme Martin (2015), existem conexões entre fazer e aprender que tornam o aprendizado valioso:



- ✓ O fazer alinha as demandas curriculares da escola, em especial as práticas;
- ✓ Fornece aos estudantes acesso a ferramentas sofisticadas para a construção e o pensamento;
- ✓ Envolve criar coisas, ver como funcionam e compartilhar com os outros;
- ✓ Fazer é lúdico pois gera experiências e aumenta a tolerância aos erros;
- ✓ Qualquer pessoa pode aprender habilidades para construir seus projetos;
- ✓ Criar ambientes de aprendizagem que tragam autonomia e controle dos projetos aos jovens;
- ✓ Criar comunidades de aprendizagem presenciais e *on-line* de várias áreas e faixas etárias.

A aprendizagem *Maker* utilizada nas escolas, em diversos níveis, acompanhada de situações que tenham significado para os educandos, engaja alunos, que podem desenvolver seus potenciais para que a *posteriori* transformem o meio em que vivem.

Segundo Mello, Neto e Petrillo (2021), o espaço que o educando ocupa na escola deve ser instigante, dando oportunidade de interação, valorizando a prática, inspirando o estudante a pesquisar temas de seu interesse.

Blikstein, Valente e Moura, (2020) chamam a atenção para um ambiente pensado, onde hajam objetos simples, ferramentas, impressoras e equipamentos apropriados para empreender uma tarefa. Os laboratórios precisam estar equipados com instrumentos e ferramentas adequadas para este fim.

O papel do professor deve ser repensado, segundo Batista (2021), o docente encontra-se frente a novos desafios de aperfeiçoamento de competências e habilidades condizentes com as demandas da sociedade atual. As instituições de ensino segundo Batista (2021, p. 192), devem reestruturar “aspectos metodológicos relativos ao processo de ensino-aprendizagem”, e ainda repensar e modificar a estrutura da sua formação docente”.

É importante, segundo Batista (2021, p. 193), “incorporar metodologias e práticas que visem o desenvolvimento das *Soft Skills* nos alunos para atender as demandas deste mercado ao mesmo tempo que se tornam cidadãos mais críticos e conscientes”, as *Soft Skills* são as competências comportamentais relacionadas interação, a capacidade de adaptação a situações novas e complexas, que são habilidades desenvolvidas com a *Cultura Maker*. Conforme Da Silva (2020), faz-se

necessário a formação de “um indivíduo, não só com competências e aptidões individuais, mas também com habilidade de se relacionar com os outros em sociedade e na resolução de conflitos”, formando um cidadão capaz de conviver e viver bem.

A rotação de experimentos propicia o uso de metodologias ativas, conforme Da Silva (2020, p. 02), utilizando “recursos didáticos pertinentes/condizentes com a proposta, a fim de melhorar/elevar o nível de desempenho acadêmico dos alunos”. Uma das consequências da utilização destes recursos didáticos é o letramento científico dos estudantes, segundo Da Silva (2020, p. 04), “possibilitará que o indivíduo tenha não somente a capacidade de compreender e interpretar o mundo natural, social e tecnológico, mas também para saber agir sobre ele”, transformando-o, que é uma premissa da Cultura *Maker*. Existe a preocupação de professores e alunos em ater-se apenas aos conceitos, como afirma Gonçalves (2021, p. 18), preocupando-se “de forma demasiada com fórmulas, e gastam o tempo e energia apenas com sua memorização”, fazendo do ensino um labirinto de formulas sem sentido prático. Estamos muito próximos da informação como Gonçalves (2021) coloca, “há um ‘clique’ de distância de um mundo de informações que podem contribuir

para a mudança da dinâmica de sala de aula, fomentando aprendizagem e formação crítica para a tomada de decisões” e levar a sala de aula para o mundo real.

A rotação de experimentos aliada a Cultura *Maker* pode qualificar o ensino com mudanças simples como levar o educando ao protagonismo, transformar a figura do professor em facilitador e oportunizar a experimentação, esta é capaz de desconstruir as atividades tradicionais e dar liberdade a aprendizagem apoiada em seus próprios projetos.

#### 4.3 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA APRENDIZAGEM CRIATIVA

Quando revisitamos os conceitos acerca da Aprendizagem Criativa como dar significado ao que se aprende, o aprender fazendo, mão na massa, experimentar, imaginar, desconstruir e reconstruir. Ao analisarmos estes conceitos aplicados a rotação de experimentos, percebemos que os estudantes aprendem, pois a mais significado nas práticas de sala de aula, conforme Resnick (2018), o professor ao

compartilhar informações sobre a prática, como se estivesse contribuindo no jardim de infância, torna o processo de aprendizagem efetivo.

Nos anos posteriores ao Jardim de infância temos sufocado a criatividade dos nossos educandos, justamente quando a sociedade necessita de pessoas criativas, longe daqueles alunos passivos que Resnick (2018) descreve “sentados em suas cadeiras preenchendo planilhas e ouvindo as aulas. Os cursos técnicos precisam se parecer mais como os Jardins de infância com interação e compartilhamento de informações, como Resnick (2018) afirma “auxiliar os alunos no processo de aprendizagem criativa” indo contra ao tradicional, conforme Pereira (2020, p. 34) “devem aprender a desenvolver soluções inovadoras para problemas imprevistos que, sem dúvida, surgirão em suas vidas”.

Gonçalves (2021, p. 18) afirma que “As metodologias ativas se contrapõem ao ensino tradicional, ao possibilitar que os alunos sejam” personagens que exercem o papel ativo na aprendizagem, experimentando e desenvolvendo novos pontos de vista acerca do conhecimento.

Foi possível verificar em nossas observações um aumento na compreensão dos conceitos demonstrado pela autonomia e domínio no uso dos componentes. A Aprendizagem Criativa permite o protagonismo, a motivação e interesse pela descoberta e uma maior atenção ao que se produz com a mão na massa.

Nossas escolas não formam profissionais criativos pelo processo de ensino que utilizamos, formamos trabalhadores, segundo Resnick (2018), “elas não foram criadas para ajudar os alunos a se desenvolverem como pensadores criativos”, nossa sociedade necessita de técnicos que com este perfil. A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2017, p.14) coloca que os educandos devem “aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades”.

O professor deve privilegiar atividades que desenvolvam a imaginação, onde o educando, conforme Pereira (2020, p. 34), deve “aprender a usar o conhecimento com criatividade” e criar coisas novas. A rotação de experimentos permite compor outros caminhos a partir da compreensão do funcionamento dos circuitos propostos. Além disso, devemos como professor, propiciar o diálogo e o compartilhamento dos conceitos aprendidos sempre os incentivando a buscar mais, desenvolver projetos mais complexos.

Ao observarmos mais de perto a concatenação de conceitos entre os experimentos, segundo Pereira (2020, p. 35), “considera-se, então, que o produto criativo da aprendizagem corresponde às conexões personalizadas pelo aluno aos trabalhos diferenciados que eles constroem”, isto é demonstrado por meio da criticidade, do questionamento, daquilo que é escrito ou mesmo pelas soluções encontradas aos problemas. Conforme a autora (2020) os estudantes desenvolvem diversas habilidades, como colaboração e a criatividade, à medida que os problemas relativos aos experimentos como desconhecimento sobre os componentes ou a inabilidade em interpretar os circuitos propostos, eram superados.

#### 4.4 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

Percebemos que nosso educando apresenta dificuldade de transformar o mundo em que vive, mesmo que possuindo os conceitos básicos, conforme BNCC (2017, p. 321), o Letramento Científico “é a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência”. Por exemplo, o estudante domina a Lei de Ohm, o seu conceito e a relação entre as grandezas, mas ao se deparar com a possibilidade de encontrar um resistor para um LED em um circuito ou a polarização de um transistor, apresenta dificuldade em fazê-lo. O letramento não tem a meta de ensinar está aplicação, mas dar plenas condições de usar o conhecimento em uma polarização de transistor.

De Godoi Branco (2018) afirma que a alfabetização, ler e escrever, não garantem que o estudante possa provocar mudanças no mundo, é necessário formular ideias e compreender os acontecimentos a sua volta.

A rotação de experimentos é leva os estudantes a se aproximarem da realidade, pois busca por meio da prática abrir novas possibilidades, novos olhares, outros pontos de vista, conforme Da Silva (2017, p. 06), “levando em consideração elementos práticos próximos da realidade dos alunos; de forma que possibilite a compreensão de assuntos tomados como abstratos para sua construção concreta, tomando como base situações reais”, cabendo ao professor buscar assuntos relacionados com o que se vai trabalhar.

É evidente que mostrar vários contextos em que os componentes e os experimentos podem ser utilizados amplia a visão de mundo dos estudantes, conforme Da Silva (2017, p. 05) expõe que o “significado pode ser percebido em situações cotidianas que passam a ter uma ‘leitura significativa’ após o aprendizado”, como as situações cotidianas carregadas de símbolos, conceitos e uma linguagem particular.

Segundo Delizoicov e Angotti (2017), não podemos enfrentar o problema se continuarmos com as mesmas práticas de antigamente, precisamos ir adiante, necessitamos de novas aplicações e abordagens inovadoras, como a prática apresentada neste trabalho, que envolve experimentos, utilizando as ideias de Cultura *Maker*, por meio de rotação de experimentos.

#### 4.5 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS SOB A ÓTICA DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO

A proposta de pesquisa também visa despertar nos educandos a consciência acerca da reutilização de material eletrônico. Os componentes em sua maioria foram retirados de equipamentos obsoletos, conforme Kemerich (2013), afirma que as novas tecnologias diminuem a vida útil dos aparelhos.

Como forma de despertar a consciência dos estudantes para o fato da obsolescência programada dos aparelhos fomentamos discussões sobre o tema apresentando o conceito de *e-waste*, conforme Pina e Tedesco (2011), *e-waste* é atribuído a todo equipamento que é substituído por um mais moderno, como celulares, *notebooks* e outros aparelhos eletrônicos. Durante as aulas abordamos a contaminação do solo como afirma Kemerich (2013, p. 02), “os metais pesados presentes como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata entre outros”, são agentes contaminantes do lençol freático, causando danos a flora e a fauna, Kemerich (2013).

De Albuquerque (2019) afirma que a conscientização dos educandos acerca do descarte de eletrônicos em atividades de reaproveitamento de componentes eletrônicos pode ser despertada com atividades que envolvam desmontar e analisar os equipamentos obsoletos. Segundo Da Silva (2020, p. 04), “além de compreenderem ser possível reaproveitar o lixo eletrônico de forma educativa, utilizando esse material associado à metodologia proposta pela Cultura *Maker*, do

faça você mesmo”, aprenderam utilizar o que foi retirado, desenvolvendo novos aparatos, máquinas ou circuitos que aproveitem os insumos provenientes do lixo. O próprio exercício de dessoldar componentes das placas, como foi feito, pode ser de grande valia na prática de montagem de circuitos eletrônicos onde se faça necessário inserir os elementos em placas de circuito.

Trabalhamos com perspectiva de retirar material de produtos descartados, de acordo com Vangasse (2020, p. 23), “materiais que fazem parte dos produtos descartados”, com a finalidade de serem aproveitados em outros produtos, fabricando novos artefatos, Vangasse (2020), como feito com os capacitores e resistores.

Na fala de Teixeira e Roque (2017) os componentes e estruturas dos materiais que foram reusados, como resistores, diodos, LEDs e relés, são componentes que se tornaram outros circuitos, com outros propósitos.

Os componentes retirados foram empregados em sala de aula, examinando suas características e associando suas funções, sendo possível chegar a novos produtos, "esta metodologia poderá trazer economia na construção de projetos pedagógicos e poder direcionar os alunos na visão da reengenharia de construção”, conforme Ré, Dario e Caldas (2013, p. 03).

Podemos contextualizar os componentes retirados com os temas desenvolvidos, conforme o quadro 07:

**Quadro 07 – Componentes retirados e os temas**

<b>Componentes eletrônicos</b>	<b>Tema</b>
Resistores	Lei de Ohm Resistividade Associação de resistores
Diodos	Aplicações em circuitos
Transistores	Funcionamento Tipos e usos Aplicações em circuitos
Potenciômetros	Resistência variável Aplicações em circuitos

Fonte: Adaptado de (TEIXEIRA; ROQUE, 2017).

Segundo Teixeira e Roque (2017, p. 126), “esses componentes poderão ser usados em sala de aula, no estudo prático da Física”, com aplicação direta nos circuitos. Os capacitores foram utilizados no circuito detector de umidade, o uso dos resistores foi demonstrado na associação, e nos dois casos, relacionando aos temas. Como exemplo das aplicações a lei de Ohm, vemos os resistores na associação de resistores e na polarização dos transistores. Analisamos o funcionamento do potenciômetro no circuito detector de luz, os estudantes perceberam que o seu papel era de ajustar a sensibilidade do LDR (resistor dependente da luz), ou seja, assim como a iluminação pode variar, também podemos variar a sensibilidade do sensor obtendo um melhor desempenho.

Aprendendo o manejo do multímetro os estudantes puderam observar a carga e descarga dos capacitores de acordo com Cavalcante (2011) é notória a importância de revisar na prática os conceitos.

Ao dar espaço para que nossos estudantes pudessem montar os circuitos, Cavalcante (2011) afirma que nesse caso, os educandos puderam ser agentes da construção do próprio conhecimento alcançando novos patamares se transformando em agentes de mudança no meio onde vivem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendeu entender como o desenvolvimento de uma estratégia didática como a rotação de experimentos pode contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos de eletroeletrônica. A escola de hoje necessita ser repensada. O insucesso escolar pode ser causado por uma escola não atrativa, professores despreparados, ausência de motivação e incompatibilidade de horário para os estudos, todos estes fatores levam a evasão escolar.

A pesquisa utiliza a rotação de experimentos como ferramenta para desenvolver competências, a criatividade e a capacidade de resolução de problemas por meio da construção de experimentos que instiguem os estudantes a curiosidade natural pela Ciência.

Como objetivo principal estabelecemos o desenvolvimento rotações de experimentos para ensinar conceitos de eletricidade e eletrônica reutilizando componentes eletrônicos. A retirada destes elementos buscou trazer a pesquisa um olhar de sustentabilidade reaproveitando componentes nos experimentos.

Após análises dos comportamentos dos componentes associados formando os circuitos, os estudantes foram capazes de fazer relações com os conceitos de físicos ensinados nas disciplinas correntes do módulo.

Os resultados obtidos podem ser vistos durante as práticas dos estudantes, onde aplicam os conceitos que aprenderam sobre o funcionamento do experimento de detecção de luz, que vemos como destaque o relé e o LDR (resistor dependente da luz). Sobre o LDR os estudantes demonstraram que reconheciam o resistor que varia sua resistência conforme a luz variava e o relé pode acionar outros equipamentos como motores e outros. Em outro circuito como o detector de umidade, os aulistas trouxeram falas sobre a relação com a umidade, onde, conforme a umidade aumenta o som torna-se mais agudo.

No experimento de associação de resistores foram relacionadas ideias sobre a lei de Ohm, conceito que envolviam as grandezas elétricas: corrente, tensão e resistência. A familiaridade acerca das Leis de Kirchhoff, suas aplicações práticas no



manuseio, na identificação dos resistores, nas montagens dos circuitos foram observadas durante as práticas, algo que no início das aplicações apresentava dificuldade.

Na eletrólise foram percebidos a apreensão da ideia do processo químico não espontâneo provocado pela passagem da corrente elétrica, transformando energia elétrica em energia química.

A Cultura *Maker* e Aprendizagem Criativa com a filosofia de colocar a mão na massa trouxeram para a sala de aula a experiência de colaboração e compartilhamento na construção do conhecimento entorno dos experimentos. Esta cultura de desconstruir, explorar e reconstruir, foi aproveitada quando os estudantes puderam retirar os componentes das placas eletrônicas obsoletas. Observamos que esta visão de interação, assim como ocorre no Jardim de Infância, funciona de forma satisfatória no ensino técnico, pois, houveram interações nos grupos e fora deles, tornando o educando protagonista do seu aprendizado, um processo prazeroso, indo de encontro com a proposta da Aprendizagem Criativa. O professor assumiu a figura de mediador da construção do conhecimento

O Letramento Científico assume uma posição de destaque na proposta pois é fundamental não apenas saber os conceitos, mas também aplicá-los no dia a dia. A apropriação da linguagem científica é importante para os profissionais formados para o mercado de trabalho. O domínio dos termos técnicos facilita a comunicação no meio, unificando a comunicação no mundo vivido. A utilização do conhecimento científico, para o seu detentor, o torna capaz de agir no espaço onde vive, fazendo dele um ser capaz de resolver problemas práticos e tomar decisões inteligentes acerca das situações.

A reutilização de material eletrônico durante os experimentos mostra um aspecto pouco explorado e com benefícios tanto financeiros como ambientais. Ao retirar componentes damos opções baratas para o desenvolvimento de projetos, pois é possível colocar o educando em situações onde seja necessário pesquisar o funcionamento do componente ou testar este elemento, estas ações tornam o aprendizado interessante e desenvolvem a consciência ambiental dos estudantes.

Diante dos aspectos apresentados sobre as dificuldades de aprendizagem e a evasão escolar podemos afirmar que a pergunta central do trabalho: Como desenvolver uma rotação de experimentos para o ensino de conceitos de eletroeletrônica reutilizando componentes foi respondida. Ao observarmos as

práticas que envolveram os estudantes percebemos uma maior autonomia nas montagens dos circuitos, uma mudança de ânimo em relação ao aprendizado. Durante a aplicação da pesquisa os educandos mostraram melhoras na capacidade de resolução de problemas, pois durante os experimentos tivemos ocorrências neste sentido corroborando para o desenvolvimento desta habilidade.

Diversificando nossas aulas é possível dar maior liberdade criativa aos estudantes formando assim profissionais atuantes e com as capacidades exigidas para a sociedade

Em pesquisas futuras pode-se aplicar a mesma abordagem explorando ainda mais, ampliando a quantidade e diversidade da rotação de experimentos. A ampliação dos experimentos passa pela análise dos temas das aulas ministradas durante o semestre e adaptação de novos projetos e a utilização de outros componentes eletrônicos. Outra oportunidade de verificação seria o desenvolvimento de uma rotação de projetos relacionados aos conceitos planejados e executados pelas estudantes.

## REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. In: **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2000. p. 203-203.

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; DE MELLO TREVISANI, Fernando. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BATISTA, Esteic Janaina Santos et al. Circuito STEAM: Oficina mão na massa para docentes da Educação Profissional durante a pandemia. In: **Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2021. p. 191-201.

BEVAN, Bronwyn et al. Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. **Science Education**, v. 99, n. 1, p. 98-120, 2015.

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, José; DE MOURA, Éliton Meireles. Educação maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.

BRAGA, Newton C. **Projetos eletrônicos educacionais com energia alternativa**. Editora Newton C. Braga, 2017.

BRAHMS, Lisa. **Making as a learning process: Identifying and supporting family learning in informal settings**. 2014. Tese de Doutorado. University of Pittsburgh.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL. **PISA 2018**. Relatório Nacional. Brasília, DF: INEP/MEC. Disponível em <[http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206)>. Acesso em: 11 de dez. de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. vol. 3. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2022.

CARLOS GIL, Antônio. Como Elaborar Projeto de Pesquisa. **4ª edição**. Editora Atlas. São Paulo, 2002.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018

CAPUANO, Francisco Gabriel; MARINO, Maria Aparecida Mendes. **Laboratório de Eletricidade e Eletrônica**. São Paulo: Érica, 2010.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2011, v. 33, n. 4, Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000400018>> Acesso em: 28 fev. 2022.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 169-186, 2017.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DOUGHERTY, Dale. **Free to make: How the maker movement is changing our schools, our jobs, and our minds**. North Atlantic Books, 2016.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 525-542, 2012.

DA COSTA, Renata Luiza. Mapeamento sistemático da literatura científica sobre egressos de cursos técnicos e superiores de informática e empregabilidade. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, p. 2670-2693, 2021.

DE SÁ FILHO, Paulo et al. Espaço pedagógico: influência para a permanência e êxito dos alunos da educação profissional e tecnológica. **EDU REVIEW. International Education and Learning Review/Revista Internacional de Educación y Aprendizaje**, v. 7, n. 4, p. 187-194, 2019.

DA SILVA, Heitor Felipe. Letramento científico nas aulas de física: Um desafio para o ensino médio. **Redin - Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, 2017: 22º Seminário Educação, Tecnologia e Sociedade. Disponível em: <<https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/625>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

DA SILVA, João Batista et al. Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: Um Relato de Experiência com Alunos do Ensino Fundamental. In: **Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação**. SBC, 2020. p. 620-626.

DE ALBUQUERQUE, Edson Severiano et al. Robótica Sustentável e o Ensino de Química: uma Prática Pedagógica Utilizando Lixo Eletrônico. **XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS–XII ENPEC**. Anais. Natal, RN, ABRAPEC, p. 01-07, 2019.

DE ALMEIDA, Anselmo Daniel Campos; WUNSCH, Luana Priscila; MARTINS, Emanuele Bittencourt. Aprendizagem criativa e a educação maker: análise de boas práticas. **Dialogia**, n. 40, p. 21067, 2022.

DE GODOI BRANCO, Alessandra Batista et al. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, v. 3, p. 702-713, 2018.

FERREIRA, Fabrício Alves. Fracasso e evasão escolar. **Brasil Escola**, 2013. Disponível em:<<http://educador.brasilecola.com/orientacao-escolar/fracasso-evasao-escolar.htm>> Acesso em: 07 fev. 2022.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FORTUNA, Tânia Ramos. Brincar é aprender. **Jogos e ensino de história**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018. P. 47-71, 2018.

GERSHENFELD, Neil A. **Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication**. Basic Books (AZ), 2005.

GOMES, Carlos Francisco Simões. **A evasão escolar no Ensino Técnico: Entendendo e enfrentando as dificuldades** - Um estudo de caso do CEFET-RJ. 2014. 112 f.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo et al. **O ensino de física: um olhar para a educação Maker**. 2021.

GRAY, David E. Pesquisa no mundo real. 2ª ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GUTWILL, Joshua P.; HIDO, Nina; SINDORF, Lisa. Research to practice: Observing learning in tinkering activities. **Curator: The Museum Journal**, v. 58, n. 2, p. 151-168, 2015.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. The maker movement in education. **Harvard educational review**, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

HORN, Michael B. STAKER, Heather. **Blended: using disruptive innovation to improve schools**. 1ª ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2015.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha et al. Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2013.

KAFAI, Yasmin B. et al. A crafts-oriented approach to computing in high school: Introducing computational concepts, practices, and perspectives with electronic textiles. **ACM Transactions on Computing Education (TOCE)**, v. 14, n. 1, p. 1-20, 2014.

LINKE, Elizandra Campos; NOGUEIRA, Bárbara Campos; LINKE, Elisangela Campos. A evasão escolar no ensino técnico profissionalizantes. **Anais do 22º Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. 01-14, 2017.

LUDKE, Menga. ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2º ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MAIA, Daltamir Justino. BIANCHI, J. C. de A. **Química Geral: Fundamentos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MARTIN, Lee. The promise of the maker movement for education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 1, p. 4, 2015.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary. Invent to learn. **Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom**. Torrance, Canada: Construting Modern Knowledge, 2013.

MITJÁNS MARTINEZ, Albertina. A criatividade na escola: três direções de trabalho. **Linhas críticas**, v. 8, n. 15, p. 189-206, 2002.

MELLO, Cleyson de Moraes. NETO, José Moura de A.. PETRILLO, Regina Pentagna. **Educação 5.0: educação para o futuro**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2021.

MIRANDA, Simão de. **Estratégias didáticas para as aulas criativas**. 1ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2016.

MININEL, Francisco José. Corantes naturais na aprendizagem de conceitos químicos: proposta de ensino híbrido utilizando Rotação por Estações. **Ensino em Perspectivas**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2022.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2013.

MONFREDINI, Ivanise; FROSCHE, Renato. O espaço maker em universidades: possibilidades e limites. **EccoS Revista Científica**, n. 49, p. 1-20, 2019.

PATARO, Patrícia Moreno; BALESTRI, Rodrigo. **Matemática essencial 7º ano: ensino fundamental, anos finais**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2018.

PEGADA ECOLÓGICA GLOBAL. **WWF Brasil**, 2011. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/pegada\\_ecologica\\_global/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_ecologica_global/)> Acesso em: 17 fev. 2022.

PEGADA ECOLÓGICA BRASILEIRA. **WWF Brasil**, 2011. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/pegada\\_brasileira/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_brasileira/)> Acesso em: 17 fev. 2022.

PEREIRA, Elenise da Silva. O software SCRATCH como fomento para práticas STEAM a partir da Aprendizagem Criativa com alunos de uma escola pública de Alvorada, RS. **Teses e Dissertações PPGEICIM**, 2020.

PEREIRA, Juliana Carvalho; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. Alfabetização científica, letramento científico e o impacto das políticas públicas no ensino de ciências nos anos iniciais: uma abordagem a partir do PNAIC. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–ENPEC, IX**, 2015.

PILLA, Luiz. SCHIFINO, José. **Físico - químico II: equilíbrio entre fases, soluções líquidas e eletroquímica**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2010.

PINA, Thaís Melise Lopes; TEDESCO, Patrícia Cabral de Azevedo Restelli. **Lixo Eletrônico: o que fazer com os componentes eletrônicos**. II Encontro Anual de Tecnologia da Informação e II Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação - EATI, 2011.

POMBO, Olga. Escolas Monásticas e Episcopais. **Modelos de Escolas na Idade Média** <<https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/images/hfe/momentos/modelos/episcopais.htm>>. Acesso em: 06 de set. de 2021.

RÉ, Angelita; DARIO, Douglas; CALDAS, Evanise. Reaproveitamento de componentes do lixo eletrônico. **31º SEURS - Seminário de Extensão Universitária da Região Sul**. Florianópolis, SC, 04 a 07 ago, 2013.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Porto Alegre: Penso, 2020.

RESNICK, Mitchel. **Tudo o Que Eu Preciso Saber (Sobre Pensamento Criativo) Eu Aprendi (Estudando Como as Crianças Aprendem) no Jardim de Infância**. Massachusetts: MIT Press, 2018.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play**. Massachusetts: MIT Press, 2017.

SANTO, Rafi. Towards hacker literacies: What Facebook's privacy snafus can teach us about empowered technological practices. **Digital Culture & Education**, v. 5, n. 1, p. 18-33, 2013.

SHEN, Benjamin. S. P. Science literacy. **American Scientist**, Sigma Xi – Scientific Research Society, v. 63, n. 3, p. 265-268, May/June 1975. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/27845461.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

TEIXEIRA, Gustavo; ROQUE, Alexandre dos Santos. Conscientização ambiental acerca do impacto dos resíduos do lixo eletrônico, aliado ao ensino de robótica e da prototipação 3D. **Revista Vivências**. Vol. 13, N.24: p.119-133, Maio/2017.

TORRES, Gabriel. **Eletrônica para Autodidatas, Estudantes e Técnicos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Novaterra, 2012.

VANGASSE, Carlos Alberto Vanderlei. **O vórtice do lixo eletrônico no instituto federal de Alagoas: prolongamento do reaproveitamento de componentes eletrônicos**. 2020. 48 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Análise de Sistemas Ambientais) – Programa de Pós Graduação em Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, 2020.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar [recurso eletrônico]**  
Tradução: Ernani F. da F. Rosa; revisão técnica: Nalú Farenzena. – Porto Alegre:  
Penso, 2014.

## **ANEXOS**

ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS





**Escola Estadual de Educação Profissional Dr. Solon Tavares**

Estrada Santa Maria, 2300, Guaíba/RS. Fone/Fax: 51 3491-6748

Site: [www.solontavares.com](http://www.solontavares.com) - Email: [dr.solontavares@gmail.com](mailto:dr.solontavares@gmail.com)

### CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS

Prezados Senhores

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a realização do projeto de pesquisa intitulado **"Estação de Experimentos para o Desenvolvimento de Objetos Educacionais Auxiliares ao Ensino de Ciências"**, proposto pelo (s) pesquisador (es) **Carlos Roberto Puyo Martinez**.

O referido projeto será realizado em **Escola Estadual de Educação Profissional Dr. Solon Tavares**, e só poderá ocorrer a partir da apresentação do Parecer de Aprovação do Colegiado do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS.

Guaíba, 10 de março de 2021.

Lucio Renato de Oliveira - Diretor

Estrada Santa Maria, 2300 – Ramada – Guaíba/RS

Lucio Renato de Oliveira  
Diretor ID 270071101

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### 1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do Projeto: Rotação de Experimentos Auxiliares ao Ensino de Ciências.

Área do Conhecimento: Educação

Número de participantes: 53

Curso: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Unidade: Ulbra/Canoas/RS

Projeto Multicêntrico	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Nacional	<input type="checkbox"/>	Internacional	<input type="checkbox"/>	Cooperação Estrangeira	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
-----------------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------	----------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	-----	--------------------------	-----

Patrocinador da pesquisa: Não se aplica

Instituição onde será realizado: Escola Estadual de Educação Profissional Dr. Solon Tavares

Nome dos pesquisadores e colaboradores: Carlos Roberto Puyo Martinez

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas, se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo para você.

### 2. Identificação do PARTICIPANTE da Pesquisa

Nome:

Data de Nasc.:

Sexo:

Nacionalidade:

Estado Civil:

Profissão:

RG:

CPF/MF:

Telefone:

E-mail:

Endereço:

<b>3. Identificação do Pesquisador Responsável</b>		
Nome: Carlos Roberto Puyo Martinez		Telefone: (51) 99339-8624
Profissão: Professor	Registro no Conselho Nº:	E-mail: c.puyomartinez@gmail.com
Endereço: Rua O Tempo e o Vento, 230 – Jardim dos Lagos – Guaíba/RS – CEP: 92714-455		
Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), após receber informações e esclarecimento sobre o projeto de pesquisa, acima identificado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) e estou ciente:		
<p><b>1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.</b></p> <p>Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (2018), no Brasil temos pouca proficiência em Matemática e Ciências na comparação com outros 78 países participantes. As informações do PISA, na área da Matemática mostram que 68,1% dos estudantes estão no pior nível de proficiência, sendo que destes 40% dos jovens são incapazes de resolver questões simples. Na área de ciências os alunos sequer chegaram ao nível máximo, 55% não se aproximam do nível básico, analisando outras edições vemos que estes índices estão estáticos desde de 2009.</p> <p>Vemos com preocupação o atual cenário da educação, como demonstrado pelo PISA, este momento é delicado nas salas de aula das escolas brasileiras, em função destes problemas, a Rotação de Experimentos Auxiliares ao Ensino de Ciências pode ajudar a reverter este quadro tornando as aulas interessantes, a participação dos alunos e como consequência a redescoberta pelo prazer de aprender.</p>		
<p><b>2. Do objetivo de minha participação.</b></p> <p>Desenvolver rotações de experimentos de ciências, empregando componentes eletrônicos reutilizados, no curso de eletroeletrônica.</p>		

### 3. Do procedimento para coleta de dados.

A amostra da pesquisa consiste em estudantes do segundo, terceiro e quarto módulo do curso técnico em eletroeletrônica da Escola Estadual de Educação Profissional Dr. Solon Tavares, na cidade de Guaíba, RS. Consideramos o número amostral da pesquisa, seguimos as indicações para subsidiar a construção do Plano Nacional de Educação 2011-2020, através da Portaria CNE/CP nº 10, de 6 de agosto de 2009 (BRASIL, 2009), que dispõe sobre recomendações para o Plano Nacional de Educação, em especial ao que concerne sobre o número máximo de estudantes e professores por sala de aula. Neste sentido, e pensando em como estabelecer o número amostral desta pesquisa, seguimos o padrão de números de alunos e professores por sala de aula estabelecida pela Portaria CNE/CP nº 10, que informa:

- 1) na Educação Infantil: de 0 a 2 anos, seis a oito crianças por professor; de 3 anos, até 15 crianças por professor; de 4 a 5 anos, até 20 crianças por professor;
- 2) no Ensino Fundamental: nos anos iniciais, 25 alunos por professor; nos anos finais, 30 alunos por professor;
- 3) no Ensino Médio e na Educação Superior, até 35 alunos por professor.

Dessa forma, estimamos que as atividades a serem desenvolvidas pelos pesquisadores deste projeto serão aplicadas no Ensino Técnico, no máximo em seis turmas. Portanto, o número amostral estimado será:

Tabela 1 - Estimativa de amostra para a execução do projeto de pesquisa do Programa de Pós-graduação de Ciências e Matemática, ULBRA Canoas.

Nível Educacional	Nº Discentes	Nº Docentes	Total
2º Módulo	20	1	21
3º Módulo	20	1	21
4º Módulo	10	1	11
Total Geral		53	

Fonte: a pesquisa.

Como critério de inclusão, utiliza-se o interesse em participar da pesquisa. O critério de exclusão será a recusa em participar da pesquisa.

O método utilizado para o levantamento de dados na busca de resposta para o problema será a análise observacional, as anotações em diário de campo, a exposição dialogada e a análise de conteúdo. Os dados coletados serão analisados qualitativamente por meio da análise de conteúdo, e serão armazenados para que possam ser utilizados posteriormente. Pretende-se divulgar os resultados obtidos por meio de publicações. Para tanto, os alunos participantes da pesquisa, que forem menores de idade, devem assinar o Termo Assentimento Livre e Esclarecido, e será solicitado aos responsáveis que assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.**

Os dados ficarão armazenados na plataforma Google Drive, de forma privada, atrelada a conta do pesquisador responsável.

**5. Dos desconfortos e dos riscos.**

Considerando a Resolução 466 da CNS, em consonância com o CEP da ULBRA, considera-se que há riscos comuns a todas as pesquisas com seres humanos. Mesmo que de forma não-intencional e involuntária, há o risco de quebra de sigilo, podendo gerar algum constrangimento ou desconforto direto ou indireto, durante sua participação na pesquisa.

**6. Dos benefícios.**

Melhorar a aptidão em utilizar ferramentas tecnológicas abrangentes às Tecnologias de Informação e Comunicação.

**7. Da isenção e ressarcimento de despesas.**

A minha participação é isenta de despesas e não receberei ressarcimento porque não terei despesas na realização das atividades.

**8. Da forma de acompanhamento e assistência.****9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.**

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico. Não virá interferir nos resultados da pesquisa.

**10. Da garantia de sigilo e de privacidade.**

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

**11. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.**

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar o **pesquisador responsável**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo(s) pesquisador (es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da ULBRA Canoas (RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail comitedeetica@ulbra.br .

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

Canoas (RS), 26 de maio de 2021.

\_\_\_\_\_  
**Pesquisador Responsável pelo Projeto**

\_\_\_\_\_  
**Participante da Pesquisa e/ou Responsável**

## ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, NOME E VOZ

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, NOME E VOZ**

Pelo presente instrumento particular de licença de uso de imagem, nome e voz, \_\_\_\_\_, portador(a) do CPF de nº \_\_\_\_\_, residente e domiciliado(a) na rua \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_ / \_\_, doravante denominado(a) Licenciante, autoriza a veiculação de sua imagem, nome e voz, gratuitamente por tempo indeterminado, por Carlos Roberto Puyo Martinez, portador(a) do CPF de nº 634.091.000-91, doravante denominada Licenciada.

Mediante assinatura deste termo, fica a Licenciada autorizada a utilizar a imagem, nome e voz do Licenciante no projeto intitulado Rotação de Experimentos Auxiliares ao Ensino de Ciências, para fins exclusivos de divulgação da Instituição e suas atividades, podendo, para tanto, reproduzi-la ou divulga-la junto à internet, ensino a distância, jornais e todos os demais meios de comunicação, público ou privado, sem qualquer contraprestação ou onerosidade, comprometendo-se a Licenciante a nada exigir da Licenciada em razão do ora autorizado.

Em nenhuma hipótese poderá a imagem, nome e voz do Licenciante ser utilizada de maneira contrária à moral, bons costumes e ordem pública.

E, por estarem de acordo, as partes assinam o presente instrumento em 02 (duas) vias, de igual teor e forma, para que produza entre si os efeitos legais.

Guaíba, 08 de abril de 2021.

\_\_\_\_\_

**Licenciante**

No caso de menores de 18 (dezoito) anos, o documento obrigatoriamente deverá ser assinado pelo Representante Legal.

\_\_\_\_\_

**Representante Legal**

Nome: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_



## ANEXO D – ROTEIRO DE MONTAGEM 21TE E 23TE

**Rotação de Experimentos – 21TE e 23TE****Roteiro de Experimentos**

Experimento: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Instruções:**

1. Identificar os componentes através dos códigos;
2. Verificar utilizando o motor de busca os *datasheets* dos componentes eletrônicos;
3. Testar o funcionamento dos mesmos utilizando o *datasheets*;
4. Organizar os elementos que serão utilizados na montagem;
5. Verificar a protoboard;
6. Distribuir os componentes na protoboard;
7. Conectar os elementos com *jumpers* na protoboard;
8. Conferir se a montagem corresponde ao desenho do experimento;
9. Energizar o circuito com a fonte para testar o seu funcionamento;
10. Observar o funcionamento do circuito.
11. Observações:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO E – ROTEIRO DE MONTAGEM 33TE

**Rotação de Experimentos – 33TE****Roteiro de Experimentos**

Experimento: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

**Instruções:**

1. Identificar os componentes através dos códigos;
2. Verificar utilizando o motor de busca os *datasheets* dos componentes eletrônicos;
3. Testar o funcionamento dos mesmos utilizando o *datasheets*;
4. Organizar os elementos que serão utilizados na montagem;
5. Verificar a protoboard;
6. Distribuir os componentes na protoboard;
7. Conectar os elementos com *jumpers* na protoboard;
8. Conferir se a montagem corresponde ao desenho do experimento;
9. Energizar o circuito com a fonte para testar o seu funcionamento;
10. Observar o funcionamento do circuito.

**Perguntas sobre o experimento:**

11. Descreva outras possibilidades para o circuito proposto:

12. Observações:

---

---

---

## ANEXO F – ROTEIRO DE TESTE 21TE E 23TE

**Rotação de Experimentos – 21TE e 23TE****Roteiro de Teste**

Experimento: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

**Teste – Detector de umidade:**

1. Verificar qual som é produzido:
  - a. Utilizar um pedaço de pano úmido;
  - b. Utilizar um pedaço de pano seco;
  - c. Colocar as ponteiras de teste em um pedaço de madeira;
  - d. Testar o grafite de um lápis com as ponteiras;
  - e. Segurar as ponteiras com as mãos secas as ponteiras;
  - f. Segurar as ponteiras com as mãos úmidas as ponteiras.

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_**Teste – Detector de luz:**

2. Verificar o comportamento do circuito:
  - a. Utilizar o potenciômetro para ajustar o sensor;
  - b. Utilizar um artefato que bloqueie a luz do sensor;
  - c. Observar o acionamento e desligamento do relé quando a luz incide sobre o sensor.

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ANEXO G – ROTEIRO DE TESTE 21TE E 23TE - CONTINUAÇÃO

**Teste – Eletrólise:**

3. Verificar o comportamento do circuito:

- a. Observar o que acontece com o polo onde o pedaço de metal oxidado está conectado;
- b. Inverta os polos da fonte e observe o que acontece com os eletrodos imersos no eletrólito.

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Teste – Associação de resistores:**

4. Verificar o comportamento do circuito:

- a. Medir com o multímetro as grandezas tensão e corrente nos circuitos e compara-las;

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ANEXO H – ROTEIRO DE TESTE 33TE

**Rotação de Experimentos – 33TE****Roteiro de Teste**

Experimento: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

**Teste – Detector de umidade:**

1. Verificar qual som é produzido:

- a. Utilizar um pedaço de pano úmido;
- b. Utilizar um pedaço de pano seco;
- c. Colocar as ponteiras de teste em um pedaço de madeira;
- d. Testar o grafite de um lápis com as ponteiras;
- e. Segurar as ponteiras com as mãos secas as ponteiras;
- f. Segurar as ponteiras com as mãos úmidas as ponteiras.

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Teste – Detector de luz:**

2. Verificar o comportamento do circuito:

- a. Utilizar o potenciômetro para ajustar o sensor;
- b. Utilizar um artefato que bloqueie a luz do sensor;
- c. Observar o acionamento e desligamento do relé quando a luz incide sobre o sensor.

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO I – ROTEIRO DE TESTE 33TE - CONTINUAÇÃO

**Teste – Eletrólise:**

3. Verificar o comportamento do circuito:

- a. Observar o que acontece com o polo onde o pedaço de metal oxidado está conectado;
- b. Inverta os polos da fonte e observe o que acontece com os eletrodos imersos no eletrólito.

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Teste – Associação de resistores:**

4. Verificar o comportamento do circuito:

- a. Medir com o multímetro as grandezas tensão e corrente nos circuitos e compara-las;

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_