



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JANAIRA LUIZA VIEIRA ARAÚJO

SENSOR DE GÁS E FUMAÇA:
USO DO ARDUINO NA INSTRUÇÃO DE CIRCUITO
ELÉTRICOS

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO XIX**

JANAIRA LUIZA VIEIRA ARAÚJO

**SENSOR DE GÁS E FUMAÇA:
USO DO ARDUINO NA INSTRUÇÃO DE CIRCUITO
ELÉTRICOS**

JANAIRA LUIZA VIEIRA ARAÚJO

SENSOR DE GÁS E FUMAÇA:
USO DO ARDUINO NA INSTRUÇÃO DE CIRCUITO
ELÉTRICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Londrina no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Inocente Jussiani.

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

A663s Araújo, Janaira Luiza Vieira.
SENSOR DE GÁS E FUMAÇA: USO DO ARDUINO NA INSTRUÇÃO DE CIRCUITO ELÉTRICOS / Janaira Luiza Vieira Araújo. - Londrina, 2025.
117 f.

Orientador: EDUARDO INOCENTE JUSSIANI.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2025.
Inclui bibliografia.

1. CIRCUITOS ELÉTRICOS - Tese. 2. ROBÓTICA - Tese. 3. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - Tese. 4. ENSINO DE FÍSICA - Tese. I. JUSSIANI, EDUARDO INOCENTE. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

CDU 53

JANAIRA LUIZA VIEIRA ARAÚJO

SENSOR DE GÁS E FUMAÇA:
USO DO ARDUINO NA INSTRUÇÃO DE CIRCUITO
ELÉTRICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Londrina no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Inocente Jussiani
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Paulo Sergio Parreira Universidade
Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo Alves de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Daniel Farinha Valezi
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Londrina, 15 de agosto de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família que está sempre ao meu lado, torcendo por mim e ao professor Eduardo Inocente pelo apoio e orientação na elaboração desta dissertação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

ARAÚJO, Janaira Luiza Vieira. **Sensor de gás e fumaça**: uso do arduino na instrução de circuitos elétricos. 2025. 110 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

Esta pesquisa apresenta o resultado da aplicação do Produto Educacional que propõe o Ensino por Investigação e a Robótica Educacional na instrução de Circuitos Elétricos, tendo como principal objetivo investigar se ocorre aumento de aprendizagem através da aplicação da Estrutura Didática no Ensino Médio que propõe desenvolver um sensor de gás e fumaça com bomba d'água usando uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto - Arduino *UNO* (*hardware*) e Arduino *IDE* (*software*). Foram empregados dispositivos eletrônicos como recursos tecnológicos, tais como: sensor, *LEDs*, *buzzer*, resistores, cabos e bomba d'água para montar o circuito elétrico. Analisou-se o funcionamento, acionamento e eficiência do circuito mediante os testes feitos pelos alunos no laboratório de ciências. O referencial teórico usado refere-se à Teoria da Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação, uma abordagem que inclui investigação, reflexão, análise crítica e desenvolvimento de soluções tecnológicas, aplicado com base no conhecimento prévio dos alunos, analisados nesta pesquisa, a partir do pré-teste, o progresso ocorrido foi identificado com a elaboração do relatório ao final das práticas (pós-teste). A pesquisa permitiu verificar se ocorre progresso na aprendizagem ao associar a prática investigativa à teoria, tendo como grandezas estudadas a corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica, bem como, suas aplicabilidades para elaborar um sensor. A avaliação final apresenta aumento no conhecimento sobre circuitos elétricos por parte dos alunos participantes desta pesquisa.

Palavras-chave: Arduino Uno e IDE; Robótica Educacional; Aprendizagem significativa; Ensino de Física.

ARAÚJO, Janaira Luiza Vieira. **Gas and smoke sensor: using arduino in electrical circuits instruction.** 2025. 110 f. Dissertation (National Master's Degree in Physics Teaching) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

This research presents the results of applying an educational product that proposes inquiry-based learning and educational robotics in the teaching of electrical circuits. Its main objective is to investigate whether learning improves through the application of a teaching structure in high school that proposes developing a gas and smoke sensor with a water pump using an open-source electronic prototyping platform - Arduino UNO (hardware) and Arduino IDE (software). Electronic devices, such as sensors, LEDs, buzzers, resistors, cables, and a water pump, were used as technological resources to assemble the electrical circuit. The circuit's operation, activation, and efficiency were analyzed through tests conducted by students in the science lab. The theoretical framework used refers to the Theory of Meaningful Learning and Inquiry-Based Teaching, an approach that includes investigation, reflection, critical analysis, and the development of technological solutions. This approach was applied based on the students' prior knowledge. This study analyzed the progress made in the pre-test, and the post-test report was prepared. The study verified whether learning progress occurs when associating investigative practice with theory. The variables studied were electric current, voltage, and electrical resistance, as well as their applicability to developing a sensor. The final evaluation demonstrated increased knowledge of electrical circuits among the students participating in this study.

Key-words: Arduino Uno and IDE; Educational Robotics; Meaningful learning; Teaching Physics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Imagem ilustrativa de um segmento de um fio condutor onde q representa as cargas elétricas e seção transversal do fio	22
Figura 2	– Representação figurativa da corrente elétrica convencional em um metal condutor.....	24
Figura 3	– Demonstração do movimento caótico dos elétrons em um material condutor sem a presença de um Campo Elétrico.....	24
Figura 4	– Representação figurativa da corrente elétrica convencional em um condutor metálico	25
Figura 5	– Representação gráfica da corrente elétrica e da tensão contínuas em um circuito elétrico	26
Figura 6	– Representação gráfica da corrente elétrica e da tensão alternadas em um circuito elétrico.....	26
Figura 7	– Gráfico da corrente elétrica em função de tensão elétrica em materiais ôhmicos em que a relação é linear e não-ôhmico que a relação não é linear	28
Figura 8	– Imagem de resistores variados usados em circuitos elétricos... ..	30
Figura 9	– Associação de resistores em Série entre dois pontos de um circuito elétrico... ..	31
Figura 10	– Associação de resistores em Paralelo entre dois pontos de um circuito elétrico.....	31
Figura 11	– Modelo do circuito elétrico do Sensor de gás e fumaça no Tinkercad.....	33
Figura12	– Ilustração da relação entre a Robótica Educacional e Ensino por Investigação no ensino de Física.....	51
Figura 13	– Arduino UNO R3.....	62
Figura 14	– Software de Programação do Arduíno.....	62
Figura 15	– Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça.....	63
Figura 16	– Especificações Técnicas e Pinagem.....	64
Figura 17	– Métodos mencionados na pesquisa Métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa	65
Figura 18	– Interação entre os alunos na elaboração das atividades	77
Figura 19	– Alunos desenvolvendo os circuitos elétricos.	89

Figura 20 – Circuitos elétricos formando um sensor de Gás e Fumaça montados pelos alunos	89
Figura 21 – Relatórios elaborados pelos alunos.....	92
Figura 22 – Gráfico do percentual de erros e acertos no questionário pré-teste	100
Figura 23 – Gráfico do percentual de erros e acertos por estudante no pré-teste	101
Figura 24 – Gráfico do percentual de erros e acertos no pós-teste	102
Figura 25 – Gráfico do Percentual de erros e acertos no pós-teste por grupo	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resistividade e Coeficiente de Temperatura para diferentes materiais.....	29
Tabela 2 – Código de Cores para a determinação da resistência nominal em Resistores.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Símbolos comumente utilizados em diagramas de circuitos elétricos.	20
Quadro 2 – Comparativo entre o ensino tradicional e o ensino com as novas tecnologias	43
Quadro 3 – Codificação dos participantes da pesquisa	67
Quadro 4 – Estrutura Didática aplicada para realização da pesquisa.....	68
Quadro 5 – Questionário investigativo aplicado no1 ^a aula.....	69
Quadro 6 – Plano do desenvolvimento de atividades da aula 1	70
Quadro 7 – Material impresso aula 1	71
Quadro 8 – Plano do desenvolvimento de atividades da aula 3	74
Quadro 9 – Material impresso aula 2.....	75
Quadro 10 – Plano do desenvolvimento de atividades da aula 3	78
Quadro 11 – Roteiro para acessar o simulador	79
Quadro 12 – Plano do desenvolvimento de atividades da aula 4 e 5	83
Quadro 13 – Roteiro da montagem do dispositivo Sensor gás e fumaça com bomba d'água.....	83
Quadro 14 – Plano do desenvolvimento de atividades da aula 6	91
Quadro 15 – Respostas do Questionário I (pré-teste)	93
Quadro 16 – Respostas consideradas corretas.....	95
Quadro 17 – Respostas consideradas incorretas	96
Quadro 18 – Respostas do Questionário II (pós-teste).....	96
Quadro 19 – Respostas consideradas corretas.....	98
Quadro 20 – Respostas consideradas incorretas	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	Atividades Investigativas
AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
ddp	diferença de potencial
EI	Ensino por Investigação
EM	Ensino Médio
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GND	<i>Graduated Neutral Density Filter</i>
IDE	<i>Integrad Development Envioronment</i>
LED	<i>Light-Emiting Diode</i>
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RE	Robótica Educacional
ED	Estrutura Didática
SI	Sistema Internacional de Unidades
UEL	Universidade Estadual de Londrina
USB	Universal Serial Bus

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampere
A	Área da seção transversal
\vec{E}	Campo Elétrico
Q	Carga
q_0	Carga Puntiforme
i	Corrente Elétrica
L	Comprimento
C	Coulomb
dV	Diferença de Potencial
U	Energia Potencial
F	Força
dt	Intervalo de Tempo
J	Joule
m^2	Metros quadrados
Ω	Ohm
R	Resistência elétrica
ρ	Resistividade
s	Segundos
t	Tempo
V	Volts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Objetivos gerais	19
1.1.1.	Objetivos específicos.....	19
2	FUNDAMENTOS DA FÍSICA	20
2.1.	Circuitos elétricos	20
2.1.1.	Diferença de potencial (DDP)	21
2.1.2.	Intensidade da corrente elétrica	22
2.1.2.1.	Corrente contínua e corrente alternada	26
2.1.3.	Resistência elétrica.....	27
3	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	34
3.1.	Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	34
3.2.	Iniciação à pesquisa científica	35
3.2.1.	Ensino por investigação	40
3.3.	Robótica educacional	44
3.3.1	Ensino de física e a robótica	48
4	REVISÃO DE LITERATURA	51
5	SENSOR DE FUMAÇA E GÁS COM ALERTA LUMINOSO E SONORO E BOMBA D'ÁGUA	59
5.1.	Arduino (hardware)	60
5.2	Arduino IDE (software)	62
5.3	Sensor de gás e fumaça	63
6	METODOLOGIA	65
6.1.	Participantes da pesquisa	66
6.2	Metodologia de trabalho	68
6.2.1	Aula 1 - questionário prévio. aula de revisão sobre tópicos de física (circuito elétrico) e robótica educacional.....	69
6.2.2	Aula 2 - uso da robótica para elaboração de soluções	

	envolvendo incêndios causados por vazamento do gás glp.....	74
6.2.3	Aula 3 - roteiro e montagem do protótipo do projeto sensor de gás e fumaça com arduino no simulador tinkercad	78
6.2.4	Aula 4 e 5 - montagem do projeto físico sensor de gás e fumaça com arduino	82
6.2.5	Aula - aplicação do relatório final	90
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	93
7.1	Apresentação dos dados	93
7.2	Análise dos dados	99
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
9	REFERÊNCIAS	107
	APÊNDICE A - Questionário pré-teste	114
	APÊNDICE B - Resultados- projeto sensor de gás e fumaça	115
	APÊNDICE C - Questionário pós-teste (relatório).....	116

1 INTRODUÇÃO

O ensino por investigação e a pesquisa científica de diversas áreas do conhecimento estão presentes em sua grande maioria em ambientes acadêmicos de ensino superior, sendo notável o impacto da mesma no processo de ensino - aprendizagem do discente. Gomes (2001) afirma que “[...] para pesquisar é preciso ter uma pergunta a ser respondida”, logo, a pesquisa surge como uma premência de responder a questionamentos, posto que não se tem informação ou porque há informação, mas o questionamento é respondido parcialmente (Gil, 1996). Houaiss e Villar (2001) define a pesquisa investigativa como “[...] o conjunto de atividades que têm por finalidade a descoberta de novos conhecimentos no domínio científico, literário, artístico etc.” O senso crítico do aluno é provocado pelo processo de aprendizagem e pela aquisição de conhecimento para responder questões sociais, a ferramenta que por sua vez pode contribuir para o processo de formação do estudante é a pesquisa científica, podendo ser explorada e aplicada na sala de aula. Se valorizada, a pesquisa tem um papel importante na formação do estudante, pois este pode desenvolver habilidades que o permita ser crítico e reflexivo no que faz (Oliveira, 2016).

A RE por sua vez, já apresenta características científicas, em que historicamente, dispositivos como o Arduino são usados expressivamente em projetos básicos para desenvolver dispositivos tecnológicos do mais simples ao mais avançados e principalmente, projetos que visam aplicações ou soluções para questões cotidianas. Entretanto, essas ferramentas estão longe do ambiente escolar básico, que na verdade está mais próximo do ensino tradicional. O ensino dito tradicional é, comumente, é visto como transmissão da matéria, realização de exercícios repetitivos, memorização de definições e fórmulas, tendo o professor como elemento ativo que atribui o conteúdo que é absorvido e reproduzido mecanicamente pelo estudante (Libâneo, 1990, p. 83). Nota-se que é dada muita importância ao conteúdo teórico sem a preocupação de torná-lo mais significativo, isso porque o conhecimento teórico é importante, contudo, pode ser associado a práticas para que a aprendizagem ocorra de forma relevante. Ausubel apresentou em sua teoria que é necessário identificar o entendimento básico para então partir para novas compreensões; progresso que pode ocorrer tendo o professor como

mediador, o estudante como participante ativo e adoções de materiais que contribuiram para a apropriação da aprendizagem.

Esta pesquisa propõe contornar este cenário, propondo o EI associado à RE como uma pesquisa científica para a instrução de circuitos elétricos no EM. Reduzir a distância que alunos da educação básica estão da pesquisa científica voltada para a tecnologia pode ser um método substancial para aprimorar o ambiente tecnológico em que vivemos, os alunos por sua vez devem obter habilidades críticas, práticas e de caráter solucionável para eventuais desafios que podem surgir. Segundo Zeichner (1993) a aproximação entre a educação básica a atividades de ensino superior, seria uma forma de elevar a capacitação do professor em lidar com a complexidade, as incertezas na escola e na sociedade, encaminhando o aluno a processos educativo de caráter mais ativo e reflexivo, bem como as a influência das condições sociais. Com o ensino tradicional de conteúdos de Física, muitos não possuem a percepção da aplicabilidade das grandezas fora de sala de aula. Isso acontece porque apropriação é mínima e não há estímulos para romper essas limitações.

A RE é ampla e aplicável, contribui para o desenvolvimento de competências como trabalho de pesquisa, criticidade, habilidades em contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

Fosnot (apud Sandholtz, Ringstaff E Dwyer, 1989, p.166) afirma que,

a tecnologia é mais poderosa quando utilizada com abordagens construtivistas de ensino que enfatizam mais a solução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico do que a simples aquisição do conhecimento factual. Neste contexto, a aprendizagem é vista como algo que o aprendiz faz, não algo que é feito para um aprendiz. Fosnot (apud Sandholtz, Ringstaff E Dwyer, 1989, p.166)

A Robótica está na vivência dos alunos, os eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos e dispositivos para solucionar problemas que até mesmo podem envolver acidentes graves, como por exemplo, incêndios causados por gás GLP.

Com a intenção de identificar a facilitação da aprendizagem sobre circuitos elétricos por meio da investigação no processo de elaboração de um sensor de gás e fumaça com montagem do circuito e realização de testes para verificar a eficiência do mesmo, deu-se este produto. Trata-se de uma análise de pesquisa que se insere

no âmbito de uma abordagem da Pesquisa Qualitativa que verifica se ocorre adição de cognição quando empregado pelo discente incentivo à pesquisa científica. A proposta compreende todas as etapas de uma pesquisa, bem como, uma estrutura didática que inicialmente resgata tópicos teóricos básicos para a elaboração do protótipo. Trata-se de uma pesquisa explicativa feita pelos alunos do EM que se preocupa em responder, a partir dos dados adquiridos e estudos do porquê dos fatos analisados (Albino; Faqueti, 2005). Foi apresentado aos alunos divididos em grupos, em dialogicidade sobre métodos tecnológicos que podem ser desenvolvidos para prevenir incêndios causados por GLP, usando os conceitos de circuitos elétricos. Os mesmos analisaram o problema e propuseram hipóteses e soluções, a direcionada é o detector de fumaça que pode sinalizar com avisos sonoros e luminosos, sobre a presença de gases e fumaça, e uma bomba d'água que libera água para apagar chamas. Dispositivo esse que ao ser desenvolvido exige noções e aplicações de grandezas físicas como corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica para sua montagem. O circuito foi montado com Arduino para controlar o sistema, cabos e resistores complementam a elaboração do sensor, com tudo montado e funcionando os alunos iniciaram os testes de detecção e acionamento dos alarmes. Para concluir todos os dados coletados foram analisados e um relatório foi elaborado pelos grupos. A estrutura didática utilizada utilizou dois questionários, um aplicado no início e outro no final das aulas e práticas que permitiu identificar se houve progresso na aprendizagem.

Esta pesquisa está organizada por tópicos sendo o segundo capítulo os conceitos de Física, tal como circuitos elétricos e as grandezas físicas envolvidas e a seção posterior (capítulo três) a fundamentação teórica subdividida em seções que compreende o EI e RE no Ensino de Física. Na sequência o capítulo quatro apresenta a revisão de literatura e o quinto capítulo os elementos para a montagem do circuito (sensor de gás e fumaça). O sexto capítulo refere-se aos processos metodológicos adotados no produto proposto, bem como os participantes da pesquisa, a coleta de dados, e o produto educacional. Seguindo para o capítulo sete, tem-se a análise dos dados com uma apresentação desses e sua análise, findando no oitavo capítulo com as considerações finais.

1.1 OBJETIVOS GERAL

Investigar se ocorre aumento de aprendizagem sobre os conceitos de circuitos elétricos ao aplicar o produto educacional que relaciona o ensino por investigação com a robótica educacional. Neste contexto, desenvolver o protótipo de um circuito - sensor de gás e fumaça usando uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto - Arduino UNO.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fundamentar os princípios que regem o Ensino por investigação e a Robótica Educacional como ferramenta pedagógica e sua importância no processo ensino-aprendizagem;
- Apontar os conceitos físicos de circuitos elétricos, como: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica;
- Aplicar uma proposta de ED (produto) em que são instruídos os conceitos de circuito elétrico e desenvolver um protótipo de robótica - sensor de gás e fumaça, utilizando o Arduino UNO (*hardware*), Arduino IDE (*Software*), sensor de Gás MQ-2 e dispositivos como LED's (para aviso luminoso) e buzzer passivo (para avisos sonoros);
- Comparar os resultados obtidos com base nas respostas dadas pelos estudantes no pré e pós-teste da aplicação da estrutura didática, afim de identificar se ocorre aumento de aprendizagem nos conceitos físicos instruídos.


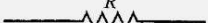
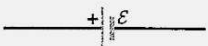

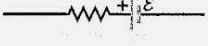


2 FUNDAMENTOS DA FÍSICA

Para a elaboração de um projeto científico de robótica é necessário identificar e estimular a aprendizagem de conhecimentos básicos de circuitos elétricos. Um circuito elétrico é um sistema fechado de condutores elétricos, componentes e dispositivos interconectados, que permite a passagem de corrente elétrica. Um tema fundamental para compreensão dos fenômenos básicos do cotidiano e, conseqüentemente, a elaboração de projetos de robótica nas aulas de Física.

2.1. Circuitos Elétricos

Um sistema fechado para a passagem de corrente elétrica é conhecido como circuito elétrico. Vários componentes eletrônicos fazem parte de um circuito: fios condutores, resistores, geradores, receptores, dentre outros. Todos os dispositivos apresentam relevância para determinadas finalidades que em geral são ligados em série ou em paralelo. O Quadro 1 mostra símbolos geralmente empregados em diagramas de circuitos elétricos.

Quadro 1 – Símbolos comumente usados nos diagramas de circuitos elétricos

	Condutor com resistência desprezível
	Resistor
	Fonte de fem (a linha vertical mais longa indica o terminal positivo, geralmente o potencial mais elevado)
	Fonte de fem com resistência interna r (a resistência interna r pode ser colocada em qualquer lado)
ou	
	
	Voltímetro (mede uma diferença de potencial entre seus terminais)
	Amperímetro (mede uma corrente que passa através dele)

Fonte: (YOUNG E FREEDMAN, p.149)

Para manter uma corrente estacionária em um condutor é necessária uma fonte permanente de energia elétrica. Fonte *fem* (*iniciais de força eletromotriz*), em Volts é oriunda de um dispositivo que fornece energia a um circuito. Exemplo de dispositivos de *fem* são as baterias, que transformam energia química em energia

elétrica, os geradores, que transformam energia mecânica em energia elétrica (TIPLER, 1933).

Neste trabalho de intervenção, aplicou-se conceitos de circuitos e aqui traremos algumas considerações sobre os dispositivos e as grandezas envolvidas.

2.1.1 Diferença de Potencial (ddp)

O deslocamento de carga num material em que forma a corrente elétrica. A grandeza responsável por estabelecer esse fluxo através de uma “pressão” é chamada de tensão elétrica, voltagem ou diferença de potencial (d.d.p) (HEWITT, 2002).

Em geral, de acordo com Tipler (1933) quando um ponto de aplicação de uma força conservativa \vec{F} passa por deslocamento \vec{dl} , a variação na função energia potencial dU é calculada como na equação 1:

$$dU = - \vec{F} \cdot \vec{dl} \quad (1)$$

A força (equação 2) que é exercida por um campo elétrico \vec{E} sobre uma carga puntiforme q_0 é dado por:

$$\vec{F} = q_0 \cdot \vec{E} \quad (2)$$

Logo, no momento em que uma carga é submetida a um deslocamento \vec{dl} , a variação na energia potencial eletrostática é:

$$dU = - q_0 \cdot \vec{E} \cdot \vec{dl} \quad (3)$$

Nota-se que a variação da energia potencial é proporcional à carga q_0 . A variação da energia potencial por *unidade de carga* é chamada de **diferença de potencial** dV :

$$dV = \frac{dU}{q_0}$$

$$dV = -\vec{E} \cdot \vec{dl} \quad (4)$$

Em um deslocamento finito desde o ponto a até o ponto b, a variação do potencial vale:

$$\Delta V = V_a - V_b$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_a^b \vec{E} \cdot \vec{dl} \quad (5)$$

A diferença de potencial $V_a - V_b$ equivale ao negativo do trabalho por unidade de carga (equação 5), feito pelo campo elétrico sobre uma carga de prova positiva no momento em que se move de um ponto a para um ponto b. Para a validade do cálculo, as posições de todas as cargas do sistema devem ser fixas. A função V é determinada como sendo o potencial elétrico.

Sendo o potencial (Grandeza Física Escalar) igual à energia potencial por unidade de carga, as unidades no Sistema Internacional de medidas (SI) para o potencial e para a diferença de potencial são Joule por coulomb, que é chamada de **volt (V)**:

$$1 V = 1 J / C$$

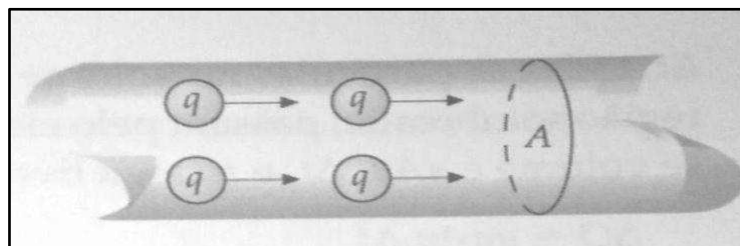
A d.d.p entre dois pontos (medida em volts) é normalmente chamada de **tensão**.

No circuito elétrico são os geradores elétricos e as baterias que estabelecem a fonte de tensão que produz energia.

2.1.2 Intensidade de Corrente Elétrica

Pode-se definir a corrente elétrica (i) como sendo o fluxo de cargas elétricas através da seção transversal de um material condutor.

Figura 1 – Imagem ilustrativa de um segmento de um fio condutor onde q representa as cargas elétricas e seção transversal do fio



Fonte: (TIPLER, 1933, p.145)

A Figura 1 apresenta o segmento onde passa uma carga. Se dQ é a carga que flui pela seção transversal A durante o intervalo de tempo dt , é possível definir que a i equivale:

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (6)$$

Logo, a intensidade da corrente elétrica (equação 6) através de uma dada seção do fio condutor é definida como a *quantidade de carga que atravessa essa seção por unidade de tempo* (MOYSÉS NUSSENZVEIG, 1997).

A unidade de i no SI é dada por ampere (A):

$$1 A = 1 C/s$$

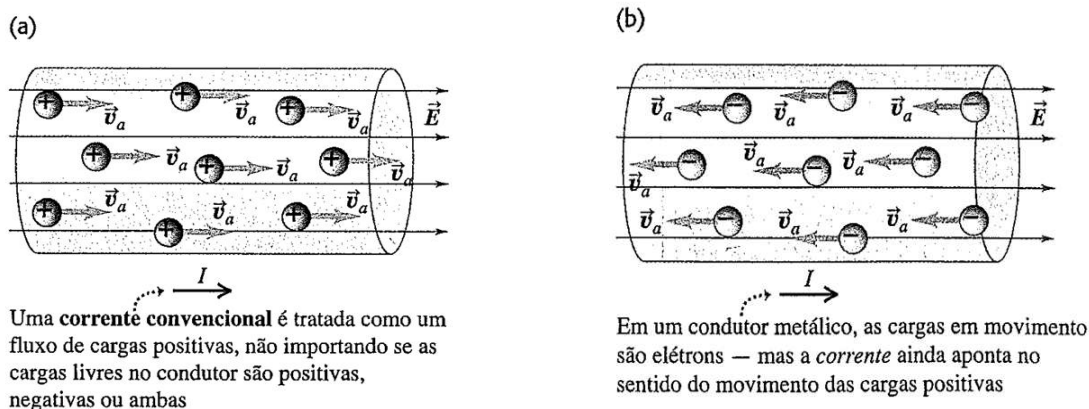
Segundo (TIPLER, 1933),

Se ΔQ é a quantidade de carga que flui através da área da seção transversal A no intervalo de tempo Δt , a corrente que passa por A é $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$. (TIPLER, 1933, p.145)

A orientação de i é por convenção considerada como sendo o fluxo de carga positiva. O estabelecimento desta convenção ocorreu anteriormente às descobertas sobre os elétrons livres, que são partículas que se movem nos fios metálicos carregados. Sendo assim, pode-se afirmar que os elétrons se movem no sentido contrário à orientação convencional da corrente. O movimento dos elétrons livres em um metal se assemelha ao movimento de moléculas de gás, como o ar.

Para ocorrer fluxo de carga é necessário um tipo de material condutor. Os materiais condutores, utilizados em fios e cabos que realizam as conexões entre dispositivos elétricos do circuito, onde ocorre a movimentação dos elétrons. Isso ocorre porque alguns elétrons do átomo de um condutor são livres para realizar movimentações pela rede atômica e esses portadores de carga que chamamos de elétrons livres e/ou elétrons de condução. Apesar de serem os elétrons a carga elétrica que forma a corrente elétrica em um material, considera-se que os portadores de carga positiva realizem a movimentação pelo condutor, como visto na Figura 2. A causa dessa “convenção” acontece porque a descoberta que atribui os elétrons aos formadores de corrente, ocorreu após a descoberta da eletricidade e da mudança de sinal para se estudar os circuitos elétricos (YOUNG, 2009).

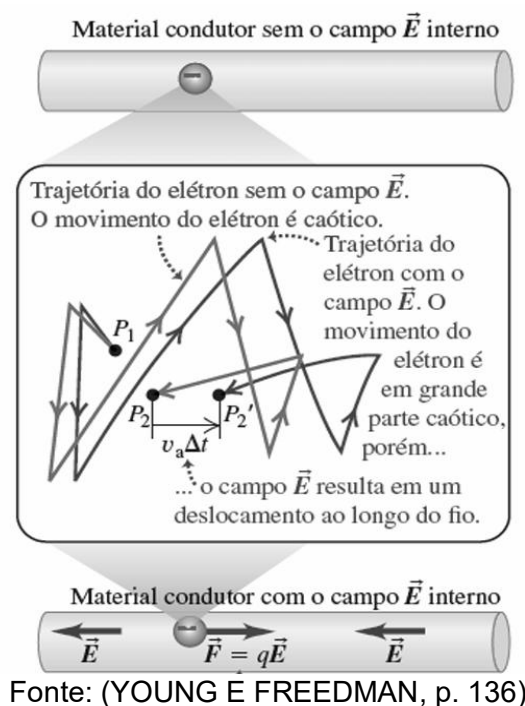
Figura 2 – Representação figurativa da corrente elétrica convencional em um metal condutor



Fonte: (YOUNG E FREEDMAN, p. 137)

A tensão V é responsável pelo fluxo efetivo de carga, estabelecido entre pontos distintos do material. Se o campo elétrico for nulo, para todos os pontos no interior do material, não existirá corrente elétrica, o que não significa que interior do condutor, as cargas estão em repouso. Em metais comuns, os elétrons livres movimentam-se caoticamente em diferentes direções, com velocidades na ordem de 106 m/s (YONG, 2009). A Figura 3, nota-se a diferença entre os movimentos caóticos em um metal com e sem a presença do campo elétrico \vec{E} .

Figura 3 – Demonstração do movimento caótico dos elétrons em um material condutor sem a presença de um Campo Elétrico



Fonte: (YOUNG E FREEDMAN, p. 136)

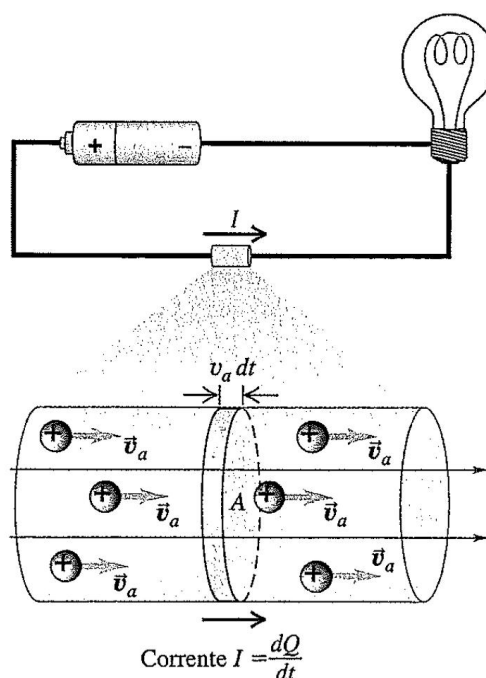
Estabelecida uma força através do campo elétrico sob os elétrons em movimento caótico, resulta um movimento na direção da força, na ordem de 10^{-4} m/s, movimento esse que é conhecido como velocidade de arraste \underline{v} das partículas.

É válido ressaltar que a corrente não é um vetor, segundo Young (2009):

Embora usemos a palavra sentido de uma corrente, como definida pela equação 6, observamos que ela não é uma grandeza vetorial. Em um fio que transporta uma corrente, a corrente flui sempre ao longo do comprimento do fio tanto em fios retilíneos quanto em fios curvos. Um único vetor não pode descrever a mesma grandeza ao longo de uma trajetória curva, por essa razão a corrente não é um vetor. A direção da corrente será definida em palavras (como na frase “a corrente flui no sentido horário em torno do circuito”) ou será escolhida como positiva a corrente que flui em determinado sentido e negativa aquela que flui no sentido contrário. (YOUNG, 2009, p.136)

Na Figura 4 observa-se a corrente i através da área com seção transversal reta A é a taxa de variação com o tempo de carga transferida através de A .

Figura 4 – Representação figurativa da corrente elétrica convencional em um condutor metálico



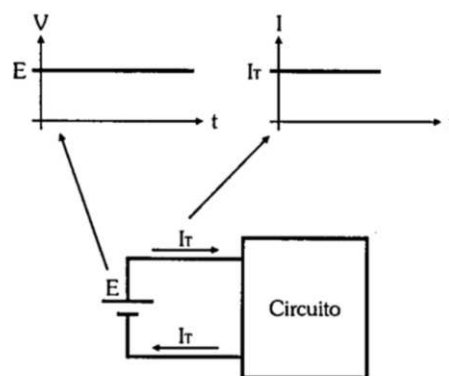
Fonte: (YOUNG E FREEDMAN, p. 136)

As partículas apresentam movimento caótico e a corrente que resulta apresenta igual sentido de E , sejam negativas (como na Figura 2.b) ou positivas em movimento (exemplificado na Figura 4) (YOUNG, 2009).

2.1.2.1 Corrente Contínua e Corrente Alternada

É possível determinar a corrente elétrica em dois tipos, Corrente contínua (CC ou DC) e Corrente Alternada (CA ou AC). Determina-se contínua a que é formada por um fluxo de cargas em um único sentido em que os elétrons se deslocam do polo negativo, causado pela repulsão, para o polo positivo, devido à atração. Pilhas e baterias analisadas têm em comum a característica de fornecer corrente contínua ao circuito, como é possível observar na Figura 5. É importante ressaltar que a abreviação DC do inglês, encontrada em algumas bibliografias, é *Direct Current*.

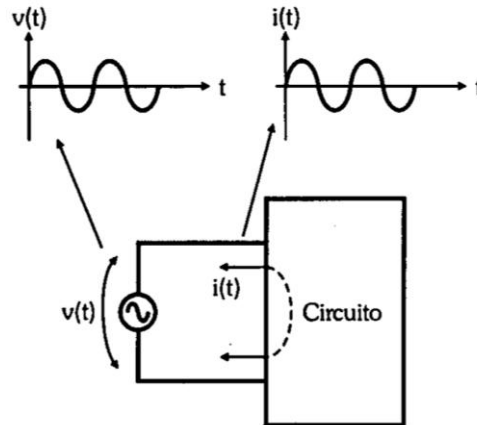
Figura 5 – Representação gráfica da corrente elétrica e da tensão contínuas em um circuito elétrico



Fonte: (MARKUS, 2018)

A fonte de alimentação CC mantém sempre a mesma polaridade, de forma que a corrente no circuito tem sempre o mesmo sentido durante todo o intervalo de tempo (YONG, 2009). Caso o movimento de cargas elétricas seja sempre no mesmo sentido, o circuito elétrico é denominado circuito de corrente contínua. Na corrente alternada ocorre a mudança de sentido dos elétrons sobre suas posições fixas; logo, em determinado instante ocorre uma mudança de sentidos, ou seja, em um momento estão no mesmo sentido, em outro no sentido contrário (MARKUS, 2018). Esse fenômeno é resultado da alternância de polaridade em períodos bem-definidos, presente na tensão elétrica de um gerador como visto na Figura 6. A CA, do inglês, *Alternate Current*, pode ser gerada em diferentes tipos de usinas de energia elétrica.

Figura 6 – Representação gráfica da corrente e elétrica e da tensão alternadas em um circuito elétrico



Fonte: (MARKUS, 2018)

Em circuitos prediais e residenciais no Brasil, essa mudança ocorre 60 vezes por segundo, ou seja, a frequência é de 60 Hz (Hertz). Conclui-se, portanto, que a corrente alternada varia periodicamente a intensidade e sentido.

2.1.3 Resistência Elétrica

Sendo uma Grandeza Física associada a oposição ao movimento ordenado de carga em um circuito, a resistência elétrica (R) possui relação entre a d.d.p e i . Neste contexto, a fluidez da corrente é dependente de diversos fatores em um material. Caso seja um fio, ele será dependente das dimensões (área e comprimento), da temperatura, entre outros fatores que representam um índice de proporcionalidade da resistência no circuito. George Simon Ohm, um físico alemão, estudou a relação entre as três grandezas físicas mencionadas nos materiais e em sua homenagem a unidade da resistência é dada em ohm (Ω -símbolo grego chamado de ômega) Halliday (1996); essa unidade é usada no Sistema Internacional (SI).

Mede-se R e i resultante entre dois pontos de um condutor aplicando uma d.d.p e R é determinada por

$$R = \frac{V}{i}$$

Válida para condições em que o resistor for considerado ôhmico, ou seja, apresentar uma resistência elétrica constante para uma variação de ddp. A relação Volt por ampere ocorre com tanta frequência de acordo com Halliday (1996) que a unidade Ω é usada para representá-la. Assim:

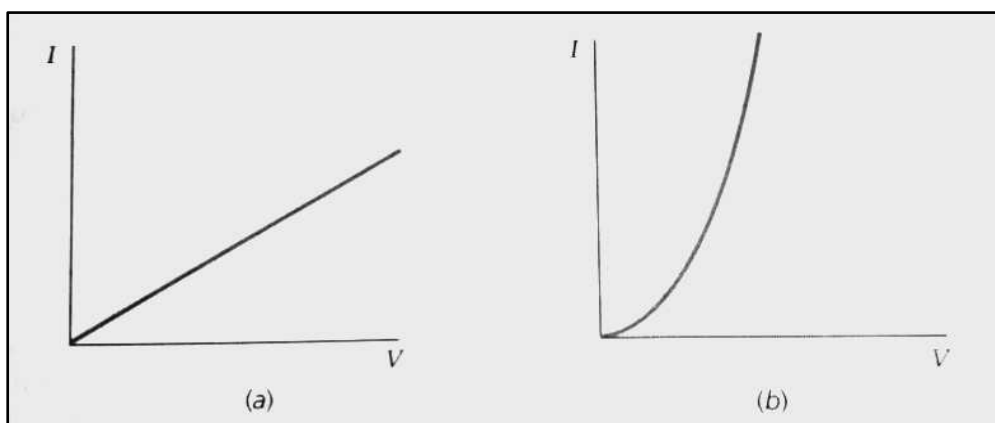
$$1 \text{ ohm} = 1\Omega = 1 \text{ volt por ampère} \\ = 1 \text{ V/A}$$

Para os materiais ôhmicos, a queda de tensão entre as extremidades de um segmento de condutor é proporcional à corrente:

$$V = i.R, \quad R \text{ é constante}$$

Para os materiais não ôhmicos, a resistência depende da corrente i , logo a tensão V não é proporcional a i . Na Figura 7 é possível identificar a d.d.p em função da corrente para materiais ôhmicos e não-ôhmicos (TIPLER, 1933). Em materiais ôhmicos (Figura 7-a) a relação é linear enquanto para o não-ôhmico (Figura 7-b) a relação é não linear.

Figura 7 – Gráfico da corrente elétrica em função de tensão elétrica em materiais ôhmicos em que a relação é linear e não-ôhmico que a relação não é linear



Fonte: (TIPLER, 1933, p.149)

Os gráficos presentes na Figura 7 referem-se à corrente i em função da tensão para materiais (a) ôhmicos e (b) não-ôhmicos. A resistência $R = V / i$ é independente de i para materiais ôhmicos, conforme indicado pela inclinação constante da linha mostrada na Figura 7-a (TIPLER, 1933).

Em um fio condutor a resistência é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área da sua seção transversal:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

A constante de proporcionalidade ρ é denominada resistividade do material condutor no SI, a unidade da resistividade é em ohm-metro ($\Omega \cdot m$), L é o comprimento do condutor (m), A a área da seção transversal do condutor (m^2). A resistividade de qualquer material depende de sua temperatura, ou seja, ρ varia de forma quase linear com a temperatura (TIPLER, 1933). As tabelas presentes nas literaturas à resistividade normalmente são fornecidas para uma temperatura de 20°C , juntamente com o coeficiente de temperatura para a resistividade, α , ρ_{20} , que é dado como:

$$\alpha = \frac{(\rho - \rho_{20})/\rho_{20}}{t_c - 20^\circ\text{C}}$$

A Tabela 1 apresenta uma ampla faixa de valores para a resistividade ρ a 20°C e o coeficiente de temperatura a 20°C para diversos materiais:

Tabela 1 – Resistividade e Coeficiente de Temperatura para diferentes materiais

Resistividades e Coeficientes de Temperatura		
Material	Resistividade ρ a 20°C , $\Omega \cdot m$	Coeficiente de Temperatura α a 20°C , K^{-1}
Prata	$1,6 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Tungstênio	$5,5 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Ferro	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$
Chumbo	22×10^{-8}	$4,3 \times 10^{-3}$
Mercúrio	96×10^{-8}	$0,9 \times 10^{-3}$
Nichrome	100×10^{-8}	$0,4 \times 10^{-3}$
Carbono	3500×10^{-8}	$-0,5 \times 10^{-3}$
Germânio	0,45	$-4,8 \times 10^{-2}$
Silício	640	$-7,5 \times 10^{-2}$
Madeira	$10^8 - 10^{14}$	
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$	
Borracha endurecida	$10^{13} - 10^{16}$	
Âmbar	5×10^{14}	
Enxofre	1×10^{15}	

Fonte: (TIPLER, 1933, p.150)

É chamado de resistor, um material cuja função em um circuito é introduzir certa resistência - a Figura 8 mostra diferentes resistores. Geralmente são vendidos comercialmente com faixas coloridas que indicam o valor da sua resistência.

Figura 8– Imagem de resistores variados usados em circuitos elétricos



Fonte: (TIPLER, 1933, p.152)

Para interpretação, na Tabela 2, é fornecido as cores para a interpretação dos resistores:

Tabela 2 – Código de Cores para a determinação da resistência nominal em os Resistores

Cores	Número	Tolerância
Preto	= 0	Marrom = 1%
Marrom	= 1	Vermelho = 2%
Vermelho	= 2	Ouro = 5%
Laranja	= 3	Prata = 10%
Amarelo	= 4	Nenhuma = 20%
Verde	= 5	
Azul	= 6	
Violeta	= 7	
Cinza	= 8	
Branco	= 9	

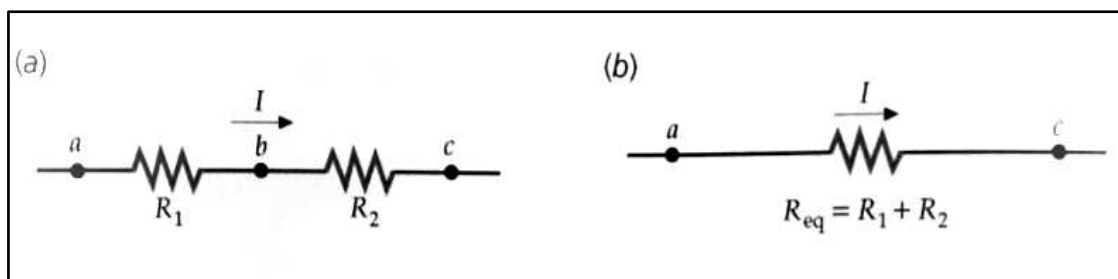
Fonte: (TIPLER, 1933, p.152)

As tarjas coloridas são lidas a partir da mais próxima da extremidade do resistor, sendo as duas tarjas iniciais representantes de um número inteiro entre 1 e 9, a terceira tarja indica a quantidade de zeros, por exemplo, na tabela 2 o resistor demonstrado apresenta as três primeiras tarjas, respectivamente, laranja, preta e azul, indicando o número 30.000.000 (30 M Ω). A quarta tarja é a de tolerância; caso seja cinza a tolerância é de 10%. Para o exemplo mencionado, dez por cento de

trinta é igual a três ($30 = 3$), indicando que a resistência deste resistor é de $(30 \pm 3) M\Omega$ (TIPLER, 1933).

Os resistores podem ser associados em um circuito em série, paralelo e/ou mista. Para uma associação em série, dois ou mais resistores devem estar conectados de forma que passem pelos seus terminais a mesma corrente elétrica - Figura 9. Em (a), a mesma corrente passa pelos resistores em série, logo os dois resistores podem ser substituídos por uma resistência equivalente (b).

Figura 9 – Associação de resistores em Série entre dois pontos de um circuito elétrico.



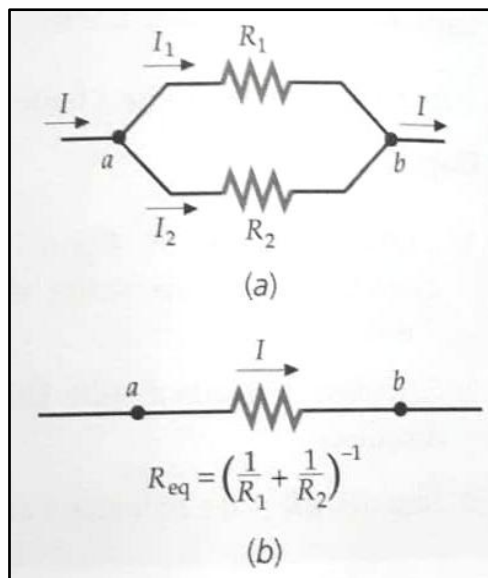
Fonte: (TIPLER, 1933, p.158)

A resistência equivalente R_{eq} que fornece a mesma queda de potencial devido a mesma corrente, pode ser obtida com a seguinte equação:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

No caso em que dois resistores conectados, conforme a Figura 10, em que estão sujeitos a mesma diferença de potencial, caracterizam uma associação em paralelo. Nesta combinação os resistores são conectados pelas suas extremidades, quando a corrente chega ao ponto a o circuito se divide em duas partes, igualmente ocorre com a corrente elétrica (TIPLER, 1933).

Figura 10 – Associação de resistores em Paralelo entre dois pontos de um circuito elétrico.



Fonte: (TIPLER, 1933, p.158)

Conforme representado na parte superior contém R_1 com a corrente i_1 , e na parte inferior contém R_2 com a corrente i_2 . Quando somadas as correntes que chegam ao ponto a:

$$i = i_1 + i_2$$

a d.d.p entre qualquer resistor é dada por $V = V_a + V_b$ está relacionada às correntes por

$$V = i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2$$

para resistores em paralelo a resistência equivalente para qual a corrente total requer a mesma diferença de potencial, tem-se:

$$R_{eq} = \frac{V}{i}$$

resolvendo a equação sob a condição $i = i_1 + i_2$, obtém-se:

$$i = \frac{V}{R_{eq}} = i_1 + i_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

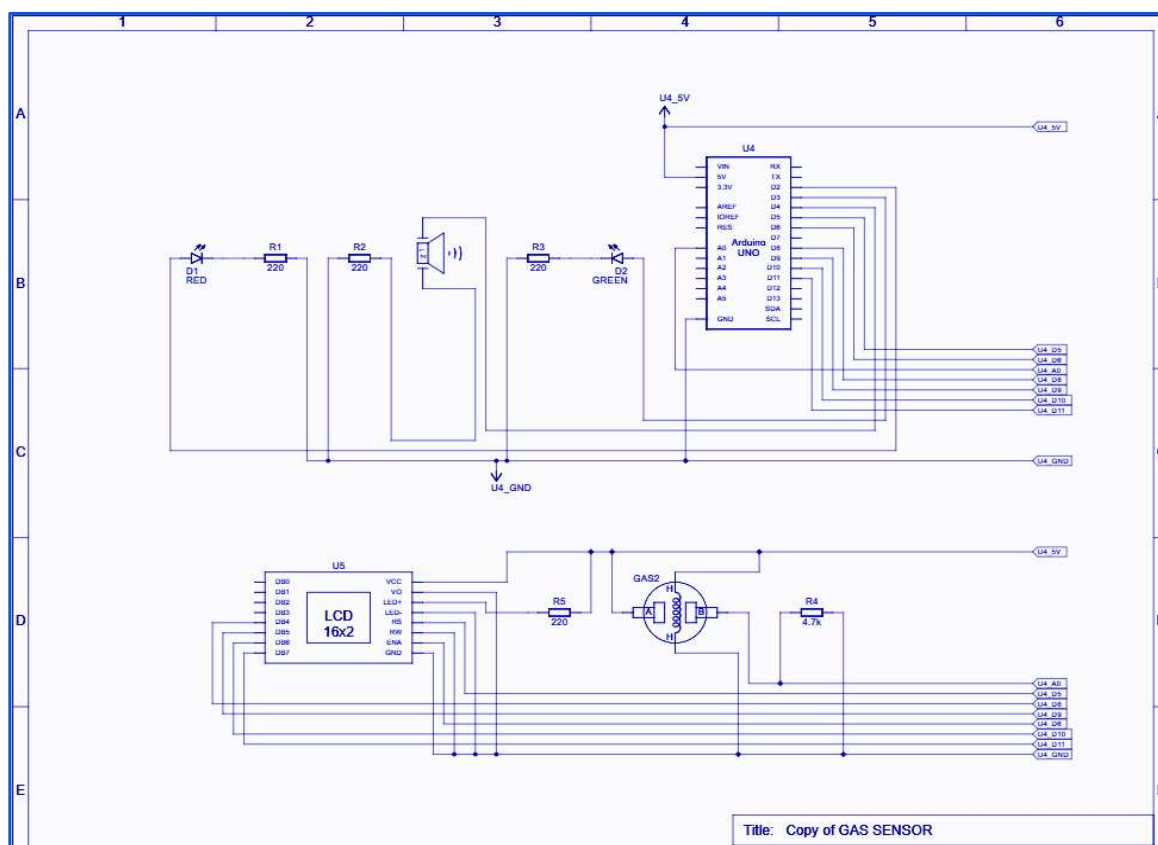
Para o cálculo da resistência equivalente entre dois ou mais resistores em paralelo pode-se utilizar a equação final:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Em geral também pode-se encontrar resistores associados de forma mista, isto é, envolvendo combinação entre série e paralelo. Em casos assim, o resistor equivalente pode ser obtido de várias etapas, mediante o cálculo das resistências equivalentes parciais.

As grandezas físicas apresentadas compõem o conteúdo básico para o ensino de circuitos elétricos. Um modelo de circuito a ser desenvolvido de forma simulada na plataforma ¹Tinkercad durante a aplicação da ED está apresentado na Figura 11 a seguir:

Figura 11 – Modelo do circuito elétrico do Sensor de gás e fumaça no Tinkercad



Fonte: <https://www.tinkercad.com>

¹O Tinkercad é um aplicativo Web gratuito para projetos 3D, eletrônica e codificação. Disponível em <<https://www.tinkercad.com/>>.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A medida em que um novo conteúdo é vinculado às estruturas de conhecimento de um indivíduo, em que adquire-se um significando tendo relação com um conhecimento prévio, é possível denominar como Aprendizagem Significativa. A AS é um conceito educacional que se refere ao processo de aprendizado em que o estudante estabelece conexões significativas entre o novo conhecimento e suas experiências, conceitos e estruturas cognitivas pré-existentes. Para Ausubel (1968, p. 37-38) a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, entendida como “[...] conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento”.

Neste contexto cabe algumas características para a aprendizagem, tais como, a conexão com conhecimento prévio, compreensão profunda, em que não ocorre só a memorização, mas também compreende o significado e a aplicação do conhecimento e uma aplicação prática em diferentes contextos.

Afirma-se que um indivíduo aprende significativamente ao atribuir sentido ao que aprende, com significados que são sempre de natureza subjetiva, em consequência disso, a aprendizagem que não tem significado pessoal ou relação com o conhecimento prévio do estudante não é vista como significativa, mas sim mecânica. Moreira (2011) elucida que o processo da aprendizagem mecânica para a AS não é automática, ou natural; é ingênuo imaginar que o estudante pode aprender inicialmente de forma mecânica e que ao final do processo, aprendizagem resultará na significativa; vale ressaltar isto pode ocorrer, entretanto, da predisposição do aluno para aprender, depende da existência de subsunçores, materiais relevantes e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas que predomina é a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011, p.32). O método do aprendizado significativo impõe que o indivíduo esteja fortemente envolvido no processo de aprendizagem, o que significa que os mesmos devem ser capazes de analisar as novas informações e fazer conexões significativas.

Ausubel (2003) sustenta sua teoria ao afirmar que

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos. (AUSUBEL, 2003)

A Teoria da Aprendizagem Significativa propõe que o conhecimento prévio dos alunos se comporta como "pontos de ancoragem", na qual novas informações desenvolvem o seu caminho para integrar e interagir com o que o aprendiz já conhece, neste sentido ao equiparar a AS ao método da memorização no sentido de ensino mecânico, é preferível a AS porque é uma maneira mais fácil, mais prática e mais eficaz de absorver o conhecimento.

Moreira e Masini (2006) destacam que a AS ocorre quando: [...] uma nova informação ancora-se em subsunções relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel enxerga retenção de informações na mente humana como sendo altamente organizado, desenvolvendo uma hierarquia conceitual em que elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos proposições mais gerais, mais inclusivos (MOREIRA e MASINI, 2006, p.17).

3.2 INICIAÇÃO À PESQUISA CIENTÍFICA

O Ensino de Física é trabalhado de forma mecânica em algumas escolas de acordo com Rabelo (2016). Este método de ensino se concentra em formas de ensinar, onde a repetição da resolução de problemas sem contextualização, determina que os alunos realizem a solução de exercícios apenas substituindo números no lugar de grandezas físicas nas equações, sem levar em consideração a análise e discussões dos resultados obtidos. Deste modo, Moreira afirma:

[...] a aprendizagem mecânica, é aquela praticamente sem significado, puramente memorística que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Em linguagem coloquial, a aprendizagem mecânica é a conhecida decoreba, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada pela escola. (MOREIRA, 2010, p. 31-32).

Esta forma de ensino tradicional está em voga, e isso ocorre porque o aluno muitas vezes não é instigado a realizar a pesquisa e observação dos conceitos físicos abordados, além de haver dificuldade tanto dos professores quanto dos alunos em enjeitar os modelos de ensino já familiarizados. A investigação científica é tida como um método fora do contexto escolar, restrito apenas ao ensino superior. Entretanto, segundo (Edmund, 2005), a pesquisa científica pode ser utilizada para introduzir o pensamento científico anteriormente ao ingresso em universidades, tendo resultados relevantes no processo aprendizagem do aluno da educação básica. De acordo com Ausubel (1968, p.6) e Novak (1998, p. 9) o ponto inicial na construção da aprendizagem está na compreensão do que o estudante já sabe, para assim iniciar dentro deste contexto a investigação científica, Moreira (2011) afirma, que a AS ocorre através da interação de maneira significativa e não arbitrária com o conhecimento que já está presente na estrutura cognitiva do aprendiz, logo, é necessário promover integração e organização no cognitivo do estudante. Conhecido como subsunçor, o conhecimento prévio, já presente na estrutura do aluno, é a base para a elaboração de novos conceitos, que de acordo com Moreira (2012, p. 30), “tanto por recepção como por descobrimento a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles”. Dessa forma é necessário se informar sobre conhecimento do aluno e a partir deste, construir junto com os alunos uma AS. O autor justifica que quando não há concepções importantes na estrutura cognitiva dos alunos as informações adquiridas serão apreendidas de forma mecânica e esquecidas rapidamente. Contudo, quando o estudante participa do processo de construção do conhecimento de forma ativa e não de forma passiva, os mesmos compreendem mais os processos do cotidiano que o cercam (CAREY et al., 1989).

A iniciação à investigação científica ainda no ensino médio consiste em desenvolver espaços favoráveis para o desenvolvimento de habilidades, que coloca o estudante em uma posição de ser crítico e curioso, permitindo que o mesmo sob orientação de educadores, desenvolvam suas investigações e desperte o interesse pela aprendizagem nas áreas de ciências, que é determinante para promover cidadãos prontos para enfrentar as incitações do mundo contemporâneo. Este processo de ensino aprendizagem auxilia o aluno a lidar com novos pontos de vista que podem emergir, a gerar novas interpretações além de conduzir o aluno a uma aprendizagem significativa, reflexiva e crítica (Gonçalves, 2004).

O Ensino de Física, tendo como uso de aulas para projetos de investigação científica, pode ser caracterizado em várias etapas, de acordo com a organização da estrutura didática do educador. Um ponto em comum está no objetivo de desafiar o estudante a localizar um problema e investigar soluções possíveis para resolução do mesmo. Outro ponto importante, após desenvolver uma hipótese, é a realização de experimentos e a coleta de dados, para que após uma sequência de testes seja possível obter os resultados e, finalmente, elaborar uma ou mais conclusões tendo como base as suas descobertas. Deste modo, o estudante participa ativamente das aulas. Neste método, que de acordo com Papert (2008, p.135), os seres humanos aprendem melhor quando são envolvidos no planejamento e na construção dos objetos.

A AS pode ser diretamente atrelada à iniciação à pesquisa científica no ensino de Física, quando, de acordo com Ausubel (1968), corresponder a duas condições. Inicialmente, a disposição do aluno em aprender, isto porque se o estudante quiser memorizar o conteúdo de forma literal e arbitrária o aprendizado será mecânico. Por fim, deve haver um conteúdo escolar em potencial, ou seja, o mesmo precisa ser psicologicamente significativo: o significado psicológico é uma experiência de cada indivíduo. O psicólogo em educação considera que cada aprendiz absorve e filtra as informações que têm relevância ou não para si, considerando que os indivíduos detêm de ordens cognitivas internas que baseiam-se em saberes conceituais. Dentro deste contexto, o conhecimento científico produzido é o processo reflexivo da construção e divulgação de informações acerca do objeto de pesquisa estudado, habilitando e correspondendo a primeira condição para a AS, pois auxilia na necessidade de encontrar maneiras de resolver problemas práticos, mas também do desejo de fornecer explicações complexas que possam ser testadas e criticadas, desenvolvendo no estudante a curiosidade e, conseqüentemente, a disposição por aprender (GOMIDES, 2002).

O objeto de estudo também contribuiu para o desenvolvimento do interesse por parte do estudante. Nesse contexto, Miskulin (1999) alude que,

O novo papel da Educação é: proporcionar o desenvolvimento pleno e integral do sujeito, formar indivíduos críticos, conscientes e livres, possibilitando-lhes a relação com as tecnologias, para que eles não percam a dimensão do desenvolvimento tecnológico que perpassa o país. (Miskulin, 1999, p.)

São diversos os recursos que pode-se utilizar para trabalhar no âmbito educacional. Um dos conteúdos de Física abordados em grande relevância no ensino médio é o estudo da eletrodinâmica, mais precisamente, circuitos elétricos. Para este conteúdo, por exemplo, é possível explorar instrumentos tecnológicos da RE para elaboração de projetos científicos que agreguem ao estudante novos formatos de conduzir e difundir o conhecimento. A investigação científica, realizada com ferramentas tecnológicas, tem como ênfase contribuir para a ampliação das habilidades dos alunos em compreender, investigar a realidade e aplicar o conhecimento sistematizado sob três objetivos:

1. Aprofundar conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos;
2. Ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer científico;
3. Utilizar esses conceitos e habilidades em procedimentos de investigação voltados à compreensão e enfrentamento de situações cotidianas, com proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade (BRASIL, 2018, p. 2).

Estes objetivos são atendidos quando a investigação científica está delimitada a focos pedagógicos que reafirmam de forma gradual para a vivência do caminho formativo, levando em consideração o desenvolvimento de uma pesquisa científica nas diversas áreas do conhecimento. Sendo eles:

[...] a identificação de uma dúvida, questão ou problema; o levantamento, formulação e teste de hipóteses; a seleção de informações e de fontes confiáveis; a interpretação, elaboração e uso ético das informações coletadas; a identificação de como utilizar os conhecimentos gerados para solucionar problemas diversos; e a comunicação de conclusões com a utilização de diferentes linguagens (BRASIL, 2018, p.3).

Esses processos pedagógicos promovem reflexões de discussões sobre o aprofundamento e desenvolvimento do conhecimento e pensamento científico, que resulta na contribuição da ampliação de uma postura criativa, investigativa e reflexiva. A curiosidade científica deve ser desenvolvida de forma ativa, pois ela enquadra-se como elemento fundamental, ao momento em que desperta o interesse e motiva os alunos a questionarem-se e identificarem problemáticas, nos seus contextos, no cotidiano.

A curiosidade científica dos aprendizes do Ensino Médio, atualmente, está entre as prioridades mais importantes dos profissionais da educação, considerando

a prioridade dada pelas orientações e documentos oficiais recentes, como os currículos estaduais e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Logo, as atividades pedagógicas, que incluem a investigação científica na educação básica, resultam em processos criativos, que estão cada vez mais presentes nas salas de aula (OLIVEIRA, 2023). Torna-se, então, a curiosidade, o desejo por novas descobertas, característica intrínseca do indivíduo, sobretudo pelo estado único de racionalidade, de forma mais específica, pelas diversas particularidades do convívio social, tornando-se parte de um contexto científico, onde parte de sua evolução impulsiona descobertas, constroi novas ideias e proporciona acervo de saberes. Para Assmann (2004), a curiosidade pode ser descrita como um aumento no ânimo que orienta a aprendizagem, um desejo por realizar questionamentos, explorar o desconhecido, um cuidado e vontade de conhecer e compreender, de acordo com a semântica latina – *curiositas*. É importante ressaltar que a curiosidade científica, ou seja, o anseio em conhecer, não está restrita apenas à motivação, uma vez que os indivíduos submetidos ao ato de conhecer e aprender realizam uma correlação com desejo cognitivo de manter constante contato com a realidade na qual está inserido. Nesse sentido, Schmitt e Lahroodi (2018) afirmam que a objetividade, o conteúdo crítico e explicativo, a atenção, são o fundamento da curiosidade científica.

Schmitt e Lahroodi (2008) destrincham e complementam este posicionamento ao reafirmar que nem todo desejo por conhecer desencadeia, de fato, a curiosidade científica, mas consequentemente, recai na construção do pensamento racional científico, dado que a curiosidade que se institui pertinaz, efetiva e objetiva na sua orientação ao objeto.

Freire (2011) afirma que a curiosidade científica proporciona o início para a ampliação de uma atmosfera favorável às reflexões, às práticas dialógicas, aos direitos e deveres do cidadão, à autonomia e ao estímulo da criticidade dos alunos. Para o autor, é necessária uma ótica diferenciada no incentivo da curiosidade. Esse feito se estende ao educador, que segundo Freire:

[...] como professor devo saber que sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino [...] é preciso, indispensável mesmo, que o professor se ache 'repousado' no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano (FREIRE, 2011, p. 96).

Para o mesmo, o professor deve construir trajetórias com a curiosidade dos sujeitos para superar a curiosidade ingênua e alcançar uma curiosidade epistemológica. Com a curiosidade iniciam-se os questionamentos e é a partir de questionamentos que iniciam as buscas por respostas. Nesse contexto Freire e Faundez (2011) afirmam:

somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas, e não o contrário: estabelecer as respostas, com o que todo o saber fica justamente nisso, já está dado, é um absoluto, não cede lugar à curiosidade nem a elementos por descobrir [...] uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais, existenciais (FREIRE; FAUNDEZ, 2011, p. 52).

A formulação da pergunta dá-se no início da prática da pesquisa, logo, necessita-se delimitar o tema e no Ensino Médio é necessária a contribuição do professor para orientar e designar os próximos passos da pesquisa.

3.2.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

As atividades ligadas à curiosidade científica têm como foco desenvolver nos alunos o desejo pela procura por respostas que os leva à pesquisa. Um método educador que contribui para a ascensão do interesse científico dos alunos de Física na educação básica é o Ensino por Investigação. Conhecido também como “*inquiry*”, o EI foi inicialmente estudado pelo pedagogo e filósofo John Dewey (1859 - 1952) e pode-se citar alguns conceitos para o termo: resolução de problemas, aprendizagem por projetos, questionamentos, ensino por descoberta, dentre outros. O pedagogo apresentou, por volta de 1940, uma metodologia para a investigação, que detém como principal objetivo, a promoção de um pensamento mais reflexivo nos alunos Clement (2013), ao ponto que, John Dewey (1959) desenvolveu uma referência para a investigação, possuindo: detecção de situações intrigantes, esclarecimento da situação-problema, formulação de hipóteses provisórias, testes dessas hipóteses, revisão com testes rigorosos e desenvolvimento da solução.

Na década de 80, a EI assumiu outras perspectivas, versando sobre a importância da investigação científica relacionada à sociedade (ANDRADE, 2011). A partir de 1990, a educação por meio do EI ganhou espaço e se consolidou no sistema educacional brasileiro, sendo proposto e discutido por diversos autores, tais como:

Carvalho (1995); Azevedo (2004); Zompero e Laburú (2011); Sasseron (2016). Este método de ensino possibilita o aperfeiçoamento das habilidades, do raciocínio cognitivo dos alunos, além de estimular a cooperação entre os mesmos, possibilitando a compreensão da natureza do estudo científico. Pode-se afirmar que na perspectiva do ensino, trata-se do termo Atividades Investigativas (AI) (ZÔMPERO, 2011). Para o EI, se faz necessário a elaboração e realização de ações que possam ser assistidas de situações questionadoras, problematizadoras e que gerem diálogo, permitindo assim, a introdução de conceitos aos alunos, para que os mesmos possam construir seu conhecimento (CARVALHO, 1995). Diversos modelos de problemas na sociedade podem ser usados como ponto de partida para uma AI, seja problema teórico ou experimental, para atividades não experimentais, por exemplo, tem-se como base, vídeos, figuras de jornais ou internet, textos, até ideias que podem ser trazidas pelos alunos (CARVALHO, 2013), neste trabalho a AI será realizada de forma experimental. Tanto para o ensino de Física quanto para as demais áreas de conhecimento o EI pode ser realizado; a BNCC cita, exemplificando, o ensino das Ciências (Física) que pode ocorrer pela articulação com outros saberes, de tal forma que possibilite aos alunos o “acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017, p. 319). Dentre as competências gerais da BNCC uma que cita, para a educação básica, as perspectivas para o EI se dar por:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9)

Ao elaborar uma AI, é importante levar em consideração os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997a, p.33), que determina alguns critérios para a separação de conteúdos na disciplina de Ciências:

- *Os conteúdos devem se constituir em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores compatíveis com o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos;*
- *Os conteúdos devem favorecer a construção de uma visão de mundo, que se apresenta como um todo formado por elementos interrelacionados, entre os quais o homem, agente de transformação. O*

ensino de Ciências Naturais deve relacionar fenômenos naturais e objetos da tecnologia, possibilitando a percepção de um mundo permanentemente reelaborado, estabelecendo-se relações entre o conhecido e o desconhecido, entre as partes e o todo;

- *Os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social e ter revelados seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. (BRASIL, 1997, p.33)*

Quanto a disciplina de Física, o foco deste trabalho, algumas habilidades a serem desenvolvidas com base no Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, determina que:

- *compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;*
- *identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos;*
- *compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas. (BRASIL, 1997, p.33)*

O processo investigativo deve ser apresentado como uma proposta de ensino, cujo desenvolvimento das atividades possibilite aos alunos reforçar suas compreensões e conhecimentos, de forma reflexiva, sobre o mundo em que vivem (BRASIL, 2017). Percebe-se que o EI se apresenta como uma ferramenta recomendada pela BNCC e PCNEM, uma vez que, os mesmos enfatizam a definição de contrariedades, levantamento e análise de hipóteses e dados, diálogo e interatividade entre os alunos, proporcionando aos mesmos a construção do conhecimento crítico e científico.

Tanto o educador quanto o aluno devem ser sujeitos ativos na implementação de AI em sala de aula ou laboratório. É necessário que o educador apresente os meios que possibilitam conduzir as atividades realizadas pelos educandos onde suas interferências não interrompam o processo autônomo do aluno na elaboração de seu levantamento, problematização e soluções de hipóteses. O educador, como mediador do EI, pode atribuir deveras ferramentas pedagógicas; uma muito utilizada

pelos alunos é a tecnologia. As tecnologias associadas a AI tendem a facilitar a aprendizagem e auxiliar na elaboração das atividades.

As tecnologias presentes nas escolas trazem consigo novas abordagens para uma aprendizagem significativa ativa. Por conseguinte, mais do que avanços modernos no ambiente escolar, deve resultar nas mudanças dos paradigmas tradicionais de ensino, através dos benefícios disponibilizados. Litto (2002 citado por MORAN, 2003) considera a personalização e o protagonismo do estudante como foco em uma escola do futuro.

O foco na aprendizagem será predominante. O aluno se transformará no protagonista da sua própria formação. A aprendizagem (será) realizada não pela “decoreba”, mas sim pela participação em projetos organizados em torno de problemas e que levem a “descobertas” pelos alunos de conhecimentos novos. Buscar-se-á mais o equilíbrio entre a aquisição de competências necessárias para sobrevivência no mundo moderno (identificar problemas, achar informação, filtrar informação, tomar decisões, comunicar com eficácia) e a compreensão profunda de certos domínios de conhecimento estudados. O estudo será mais transdisciplinar, focado em experiências, projetos, pesquisas on-line, interatividade, orientação individual e grupal. Os alunos mais ativos, o professor mais orientador de aprendizagem. (LITTO, 2002 apud MORAN, 2003, p.08)

Nesse cenário tecnológico, deve-se permitir ao educando, a autonomia para realizar suas próprias descobertas, dado que, o professor torna-se o estimulador da curiosidade do estudante pelo saber, conhecer, pesquisar e buscar novas informações, afastando-se cada vez mais de métodos pedagógicos tradicionais. Na Quadro 2, é possível observar a mudança no papel de cada agente no processo de aprendizagem:

Quadro 2 – Comparativo entre o ensino tradicional e o ensino com as novas tecnologias

	Na educação tradicional	Com a nova tecnologia
O professor	Um especialista	Um facilitador
O aluno	Um receptor passivo	Um colaborador ativo
A ênfase educacional	Memorização de fatos	Pensamento crítico
A avaliação	Do que foi retido	Da interpretação
O método de ensino	Repetição	Interação
O acesso ao conhecimento	Limitado ao conteúdo	Sem limites

Fonte: Cortelazzo e Garcia (1998)

Observando essas informações, percebe-se que as tecnologias permitem que os adolescentes deem lugar de sua condição passiva para a condição ativa, compreendendo que para as incertezas surgentes, tem-se o professor como interventor no processo, orientado sobre os meios para converter informações em conhecimento. É possível que surjam intervenções sobre o uso de tecnologias; outrora achava-se possível a substituição do professor pelas mesmas, entretanto, nota-se que o educador tem papel intransferível no processo de ensino. Diversos autores estão alinhados a respeito do uso significativo das tecnologias na educação, considerando importância de associar a dispositivos a uma proposta inovadora de ensino, entre eles Moran (1995), Valente (1999), Catapan e Fialho (2003):

As tecnologias de comunicação não mudam necessariamente a relação pedagógica. As tecnologias tanto servem para reforçar uma visão conservadora, individualista como uma visão progressista. A pessoa autoritária utilizará o computador para reforçar ainda mais o seu controle sobre os outros. Por outro lado, uma mente aberta, interativa, participativa, encontrará nas tecnologias ferramentas maravilhosas de ampliar a interação. (MORAN, 1995b, p.24)

Nesta linha de abordagem, Catapan e Fialho (2003) propõem que a utilização de tecnologias no processo pedagógico, incluindo o EI, por si só, não muda a qualidade do ensino, pelo contrário, sua associação como proposta para AI, por exemplo, resulta em projetos inovadores e explora o uso de tecnologias na educação. O uso apropriado das tecnologias oportuniza o progresso da predisposição para aprender, e possui potencial quando utilizada em projetos envolvendo quaisquer conteúdos no ambiente escolar, visto que se trata de um recurso concernente à percepção prévia do estudante que já a utiliza em seu cotidiano.

3.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Os alunos da educação básica, encontram-se imersos em um cenário totalmente tecnológico. Mesmo que não seja acessível e disponível a todos, já é uma realidade do cotidiano o convívio com avanços tecnológicos. Outrora não disponível para algumas gerações, esses avanços são percebidos como: celulares, televisores, carros, computadores, dentre outros. Os mesmos alunos que observam essas tecnologias no seu cotidiano, passam grande parte do seu período escolar, estudando os conceitos de física de forma teórica e, paradoxalmente, os conceitos

tornam-se distantes da prática vista na sociedade. Uma alternativa capaz de viabilizar o saber científico-tecnológico, e paralelamente estimular a experimentalmente a criatividade, com forte apelo lúdico é a robótica educacional.

Para contextualização, robótica pode ser descrita como sendo o ramo da tecnologia que inclui a eletrônica, computação e mecânica. Trata-se de uma integração de sistemas compostos por segmentos de máquinas e mecânicos automáticos controlados de forma manual ou automática por circuitos integrados (microprocessadores e/ou microcontroladores) e por sistemas motorizados (D' ABREU, 2007). A palavra robô foi apresentada inicialmente por Karel Capek em uma peça de teatro que tem por título *Rossum 's universal robots* que traduzida para o português chama-se *Robôs universais de Rossum*. A peça, encenada em 1921, foi escrita em 1920. O termo tem origem no vocabulário checo *robota*, que segundo Oliveira (2015, citado por Regis, 2012) refere-se a servidão, escravatura ou trabalho forçado. No mundo contemporâneo, um robô, está associado tanto para se referir a humanoides, quanto a industriais. Na ficção científica diversas obras se referem a robôs. O termo robótica em narrativas de ficção, por exemplo, a notório destaque das obras de Isaac Asimov, que não apenas na literatura, foi considerado por cientistas como uma ciência interdisciplinar, atravessando diversas áreas do conhecimento. De acordo com Silva (2009, p. 27):

(...) Isaac Asimov (1920-1992) escreveu um conto intitulado de "Runaround", em que o termo significa o estudo e o uso de robôs. Mais tarde o termo foi adotado pela comunidade científica. Entretanto, a robótica não é ficção científica. É uma ciência em expansão e transdisciplinar por natureza, envolvendo várias áreas de conhecimento, tais como: Microeletrônica, Computação, Engenharia Mecânica, Inteligência Artificial, Física (Cinemática), Neurociência, entre outras. (Silva, 2009, p. 27)

Para além das diversas áreas da robótica, este trabalho se concentrou na RE. Na educação a robótica vem ganhando grande proporção e ocupa importante colocação no processo de ensino aprendizagem com relação às outras tecnologias.

Os instrumentos robóticos utilizados na educação consistem em abordagens da robótica industrial, em circunstâncias na qual as atribuições de automação, construção e controle de dispositivos robóticos, permitam a execução concreta de concepções, em ambientes de ensino aprendizagem. (D' ABREU, 2007). Na experimentação, as novas versões de tecnologias robóticas, proporcionam aos

alunos controlar o comportamento de ferramentas presentes em ambientes virtuais, possibilitando a investigação de fenômenos que ocorrem no cotidiano e o desenvolvimento de novos experimentos científicos (Resnick, 1996). Desta forma compreende-se que a RE pode ser aplicada em diversas áreas pedagógicas, de maneira que possibilite aos integrantes, a garantia de vivenciar experiências de simularem eventuais situações, que podem resolver problemas. Sendo assim, Ortolan (2003, citado por Maisonnette, 2003) argumenta que:

A robótica educacional é uma atividade que permite a simulação em mundos virtuais e reais, colocando o aluno e o professor diante do computador como manipuladores de situações ali desenvolvidas, que imitam ou se aproximam de um sistema real. É esse ambiente que permite ao aluno manipular várias variáveis, observar os resultados, errar, e modificar seu trabalho, trabalhando de forma positiva com o paradigma erro-acerto. (Ortolan 2003, Citado por Maisonnette, 2003)

Com a robótica educativa, os alunos terão a oportunidade de explorar diversas ideias e realizar novas descobertas para a aplicação na experimentação dos conceitos teóricos adquiridos e em sala de aula, uma vez que, quando integrada aos conteúdos curriculares, o estudante é colocado como um construtor de seu próprio conhecimento que segundo Coutinho (2003) a aprendizagem passa a ser vista como um processo ativo de construção. O objetivo então é formar discentes mais proativos e que assumam lugar de responsabilidade em seu processo de construção de aprendizado, ou seja, os alunos deixam o papel de espectadores e tornam-se protagonistas de seus conhecimentos, conduzidos por um educador que propõe caminhos para alcançar este objetivo, pois uma relação intrínseca e a colaboração entre os principais agentes do processo; conforme aponta Braga (2013, p. 63):

[...] podemos conjecturar que, em casos específicos, o aprendiz vai precisar da ajuda do professor, dos colegas de turma e das comunidades on-line para superar suas lacunas de conhecimento. Idealmente, ele também vai fazer esforços para contribuir para as construções coletivas de conhecimento dentro de suas possibilidades de colaboração. (Braga 2013, p. 63)

Neste processo, para que ocorra a devida integração, o estudante precisa ter confiabilidade em sua capacidade de produzir usando a robótica como instrumento para seu desenvolvimento cognitivo. A fim de alcançar este objetivo, o educador é o sujeito que viabiliza os meios para que a confiança ocorra de forma natural, estimulando, e motivando o aluno no desenvolvimento de projetos de robótica que

sejam capazes de construir soluções e alternativas para sanar dúvidas e resolver problemas. É possível destacar que a aplicação da robótica em salas de aula como ferramenta pedagógica possui a capacidade de motivar os jovens. Seu uso apresenta sólido potencial para despertar interesse nos alunos nas disciplinas do STEM, segundo (SCHONS et al, p. 5, 2004):

"A robótica educacional constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno".(SCHONS et al, p. 5, 2004)

O aplicamento da RE propicia um contexto motivador e significativo e, segundo Fortes (2007), cria-se um ambiente lúdico e interativo de ensino ao ser apresentado vários tipos de atividades integrado a conteúdos matemáticos com tópicos físicos, motores, sensores e de programação. Para mais, o trabalho de pesquisa é favorecido, permitindo o desenvolvimento do senso do saber, raciocínio lógico e capacidade crítica, criando interconexões educacionais, na qual é possível determinar ambientes propícios a uma relação com o contexto dos discentes. Para isso, a programação em *softwares* de dispositivos de *hardware*, são utilizados de maneira simples e adaptada à faixa etária do público onde será realizada a aplicação. De acordo com o autor Zilli (2004), a robótica educativa pode colaborar para o progresso das experimentações para as aulas de Física.

A robótica é a programação (*software*) utilizada para acionar os projetos (*hardware*) e propicia ao aprendiz um âmbito escolar desafiador e que o impele a pensar. Desenvolver projetos programáveis envolve diversas capacidades, como o trabalho em grupo, que estimula a socialização, uma vez que, o processo cognitivo de aprendizagem está envolto ao aspecto da socialização do estudante e o raciocínio lógico. Por sua vez a robótica confere a materialização dos resultados da programação, concretizando a contribuição para diversas áreas do conhecimento, em destaque a Física, assumindo caráter de ligação interdisciplinar, tendo como alvo a aplicação da realidade na construção do conhecimento coletivo (TRENTIN; PÉREZ; TEIXEIRA. 2013). A partir do uso da robótica, a experiência social de interatividade pela linguagem computacional e utilização de dispositivos resulta na inclusão digital, favorecendo a autonomia dos aprendizes.

O raciocínio lógico, por exemplo, pode ser desenvolvido através da robótica educacional, além de estimular a continuidade no processo de aprendizagem (ANWAR et al. 2019). Na medida em que há realização de projetos robóticos, os alunos analisam problemas, dos simples aos mais abstratos, a medida em que a resolução de problemas complexos através da abstração, decomposição e sistematização da solução, ocorre o processo de simplificação do problema, logo, o raciocínio lógico auxilia e faz parte da prática da robótica educacional (AVILA et al. 2017). Consequentemente, em atividades bem planejadas, os alunos aprendem a planejar ações, trabalharem em colaboração, realizarem testes, bem como desenvolvem habilidades de ordem superior (BERS et al., 2014).

A inserção da robótica no ensino de Física possibilita aos discentes, com a mediação do professor, os meios tecnológicos que constroem uma AS, pois proporciona ao aprendiz interagir com o objeto de estudo, que segundo Fornaza e Webeer (2014, p. 2): “A robótica educacional ao reproduzir os problemas do dia a dia propicia um contexto mais significativo e motivador”.

3.3.1 ENSINO DE FÍSICA E A ROBÓTICA

Na docência da Física, diversos são os desafios enfrentados no ensino e, de acordo com Pereira e Martins (2002), os resultados de alguns problemas, é o desestímulo, que impacta o andamento educativo. Neste sentido, inúmeros educadores de Física buscam utilizar ferramentas diversas visando contornar desafios de desmotivação em sala de aula. Como mediador do processo de ensino-aprendizagem, destaca-se o uso de recursos tecnológicos que propiciem dinamizar e atrair os alunos, dentre as mais diversas atividades práticas possíveis a serem realizadas no processo de ensino por investigação, a RE possibilita amplo desenvolvimento de projetos robóticos que contextualizam o estudante com os conteúdos teóricos e fenômenos do cotidiano. Neste cenário, Rabelo (2016) afirma que a utilização da RE, como ferramenta pedagógica no ensino de Física, pode oferecer ao estudante do Ensino Médio uma oportunidade de contribuir para seu próprio conhecimento utilizando a imaginação, a criatividade e o intelecto. A Robótica converte-se em uma ferramenta eficaz, que possibilita a ativação dos alunos no processo de instrução em trabalhos cooperativos de forma lúdica. Fornaza e Webber (2014) expressam que a RE pode colaborar para o estudo tecnológico e científico,

correlacionados à Física. Neste entendimento, a aquisição de novos conhecimentos ultrapassa as paredes da sala de aula, levando o estudante a inovar em soluções que dialoguem com o mundo real, elaborar conjecturas e realizar testes para verificar como elas se comportam. Na opinião de Lopes e Fagundes (2006):

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

A robótica associada à Física torna-se um produto imprescindível para conceber o mundo instituído pelo campo da eletrônica, corroborando a formação do cognitivo do estudante. A contribuição do ensino de Física para a construção da cultura científica efetiva dos alunos do ensino médio pode ser reforçada com o desenvolvimento de dispositivos robóticos que sejam aplicáveis em situações cotidianas.

Na composição do conhecimento físico está envolto uma sequência de ocorrências históricas, desenvolvida em sociedade, atrelada a diversas formas de expressão, da escrita, da linguagem e até mesmo de cálculos, logo, de diversas obras humanas. É possível reconhecer, por conseguinte, que a Física faz parte de um processo, ou seja, não é o objeto final, é como uma ferramenta para a compreensão do mundo, admitindo suplantar a vontade ao que é proposto, colaborando para o estudante em sua identidade, ou ao desafio proposto, tornando-o sociável, criativo e com autonomia para decidir e aprimorar suas habilidades (LDB, 1996 – Ensino Médio).

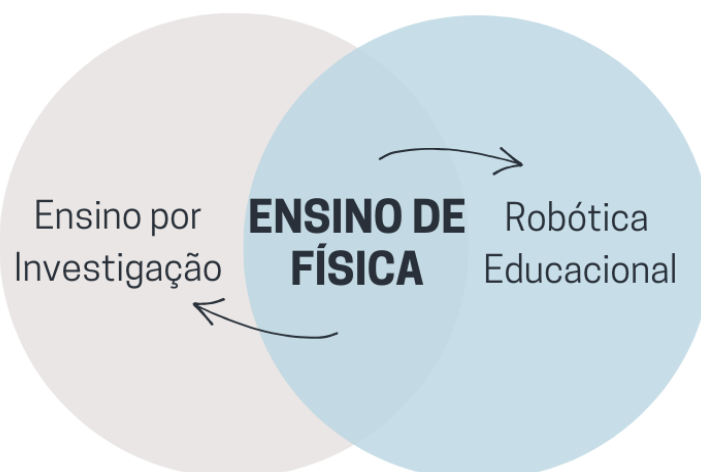
Ausubel, Novak e Hanesian (1980) especificam que a aquisição da informação consiste em trocas de significados e vivências entre professor e alunos. Logo, percebe-se que a metodologia das atividades da robótica em ambientes acadêmicos permite o compartilhamento de significados que resultam na ascensão de aprendizagem científica significativa. Na compreensão de Maisonette (2002), com a RE, o aluno fica sob diversas possibilidades de arquitetar seu aprendizado por meio de suas próprias observações, reforçando a ideia de que o que é aprendido a partir do esforço próprio do sujeito tem maior significado para o mesmo, pois promove adaptações nas suas estruturas mentais. Lieberknecht (2009) opina ser um subsídio ao porte de habilidades e competências como senso crítico, exposição de

pensamentos, autodesenvolvimento, responsabilidade, criatividade, autonomia e trabalho em equipe. Para Rogers (2009), da Harvard Graduate School of Education, o quanto antes for desencadeado o interesse dos alunos pela aplicação dos conceitos de Física na robótica, maiores e melhores serão os benefícios. Tecnologias robóticas na educação fornecem um cenário do mundo real que possui a possibilidade da exploração da Física de forma natural, distinto do âmbito simulado, uma vez que os próprios aprendizes iniciam e constroem seus dispositivos robóticos usando um kit de dispositivos "do zero". Considera-se, então, a aprendizagem mais atrativa, pois promove interesse situacional, promove motivação, apresenta oportunidades de exploração do conhecimento científico e favorece a facilitação dos conceitos de Física outrora estudados (NASCIMENTO, 2014). Diversos conceitos de Física podem ser explorados para desenvolvimento de projetos envolvendo a robótica, para o desenvolvimento de qualquer projeto o conceito básico para o bom funcionamento estão os tópicos de circuitos elétricos. No currículo de Física a eletrodinâmica detém de conceitos como: Corrente elétrica (A), Diferença de potencial ou Tensão (V) e Resistores (Ω). Estes tópicos podem ser experimentados nos desenvolvimentos de dispositivos usando dispositivos da robótica para diversos fins. Cabe ao educador idealizar, planejar e elaborar dispositivos, sobretudo com finalidades aplicáveis e contextualizadas com os fenômenos cotidianos, pois a robótica está presente na rotina da sociedade e forte aliada na construção de conceitos, promoção do diálogo e aprendizagem ativa.

A Robótica está muito mais próxima da vida das pessoas do que é possível imaginar. Cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado robô. Uma máquina de lavar, tão comum nos lares, é um robô que executa uma tarefa doméstica que costuma ser árdua para a maioria das pessoas – lavar roupas. As máquinas – cada vez mais automatizadas – facilitam o trabalho do homem. Nas indústrias, cada vez é mais comum a presença de robôs (ZILLI, 2004, p.15).

Na sociedade, possuir competências na utilização de tecnologias é fundamental para desenvolver projetos que contribuam para o avanço tecnológico. Este trabalho relaciona a iniciação à investigação científica com a robótica, propondo identificar a assertividade do desenvolvimento de um dispositivo de automação como método para ensinar circuitos elétricos. Na Figura 12 esquematizada é proposto como pode ocorrer a apropriação de conteúdos mencionados:

Figura 12 - Ilustração da relação entre a Robótica Educacional e Ensino por Investigação no ensino de Física



Fonte: Própria Autora

Neste processo de investigação, a relevância está em pedir aos discentes a realização de propostas, análise de dados e aplicabilidade de estudos em elaboração de projetos viáveis com recursos tecnológicos que, por sua vez, auxilia o estudante na ampliação do raciocínio lógico e coopera para a união entre conhecimentos teóricos e experimentação prática (ALIMISIS, 2014). Neste sentido, é possível implementar hipóteses, plano de atividades, coleta de dados e resultados; implementações significativas para o aprendizado do estudante cabe ao mediador delimitar quais etapas ficaram encargo do discente e docente.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Na perspectiva de David Ausubel, sobre a teoria cognitiva clássica da Aprendizagem Significativa, é a partir de conceitos que o indivíduo já possui na estrutura cognitiva, chamados de subsunçores por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) que novos conhecimentos serão construídos. Martins (1992, p. 80) corrobora com a afirmação sobre a importância dos conhecimentos anteriores do aprendente, usando a Fenomenologia a ideia de que:

“O ser humano é visto como um ser-no-mundo e nunca de outra forma. Como tal, o homem pretende se ver sempre além de onde está, isto é, saindo de áreas de apropriação, produzindo novos conhecimentos a partir da própria experiência”. (Martins, 1992, p. 80)

Segundo a teoria de Aprendizagem Significativa, o que mais apresenta influência na aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe, o que ele chama de “conhecimentos prévios”. Nesta pesquisa foi realizada uma abordagem baseada nos conhecimentos prévios obtidos por questionamentos e/ou durante a elaboração de um projeto, e usando a RE como recurso tecnológico que além de despertar o interesse dos estudantes participantes da pesquisa se apresenta como facilitador da aprendizagem sobre circuitos elétricos (Santos, 2018, p. 596-605).

Atualmente consolidada na educação, a RE tornou-se ferramenta de estudo em metodologias em algumas escolas, seja na educação básica ou superior, tendo como principal foco montar, projetar e programar robôs vinculados a atividades educacionais (Almeida, Magalhães Netto e Custódio, 2017).

A elaboração dos projetos pode ocorrer em ambientes de aprendizagem formais ou não e dentro ou fora da escola, demonstrando uma abordagem prática que viabilize a compreensão e motive o aprendiz a observar, abstrair e inventar (Zilli, 2004).

Silva, 2018 afirma que não é de hoje que o ensino de Física carece de mudanças, principalmente quando abordamos sobre questões relacionadas às abordagens metodológicas, o que impacta diretamente nas inúmeras possibilidades de propostas que visam aumentar a qualidade das aulas de Física, sobretudo, em relação à participação dos discentes na ampliação de seus conhecimentos. No intuito de reduzir as dificuldades, as aulas experimentais são apresentadas por docentes como uma ferramenta pedagógica que visa auxiliar esse processo (ARAÚJO; ABIB, 2003), o que apresenta também a sua importância para a compreensão de conceitos físicos e ampliação da interação entre professor e aluno como menciona Barbosa ET al. (1999):

A utilização da metodologia de ensino experimental, (...), propiciará a aproximação do ensino com a própria estrutura da Física, que é basicamente experimental, e que o experimento seja considerado como ferramenta para a compreensão de conceitos, princípios, (...) etc. Estas visões de ensino experimental, ampliam as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto, na perspectiva de se obter eficiência no processo ensino-aprendizagem (BARBOSA, et al., 1999, p.106).

Entende-se que um ambiente em que o estudante possa expor suas ideias e lançar hipóteses poderá proporcionar um espaço um tanto interativo e envolvente

que de acordo com Silva, 2018, que realizou sua pesquisa sobre o “*Uso da robótica e o ensino de Física*”, facilitará o processo de ensino e aprendizagem em Física. Entende-se então que a robótica educacional pode ser uma ferramenta fortemente útil para auxiliar o docente em Física, conforme Coutinho (2003) os conceitos físicos de difícil compreensão pode ser trabalhados com o uso dos kits de robótica, a partir de situações problemas do cotidiano dos alunos.

A RE contribui para o desenvolvimento de experimentações para as aulas de Física, ao reproduzir os problemas do cotidiano que propicia um contexto mais significativo e motivador (ZILLI, 2004). A RE ainda é destacada pela autora como agente que possibilita ao aprendente:

...tomar conhecimento da tecnologia atual, desenvolver habilidades e competências, como: trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico.(ZILLI, 2004, p. 13).

Nota-se que a RE pode contribuir significativamente para a construção do conhecimento, com imaginação e criatividade.

Para Zilli (2004), a robótica pode proporcionar as seguintes competências:

- raciocínio lógico;
- habilidades manuais e estéticas;
- relações interpessoais e intrapessoais;
- utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos;
- investigação e compreensão;
- representação e comunicação;
- trabalho com pesquisa;
- resolução de problemas por meio de erros e acertos;
- aplicação das teorias formuladas a atividades concretas;
- utilização da criatividade em diferentes situações;
- capacidade crítica.

Neste sentido a RE é vista como um artefato cognitivo que os alunos podem usar para explorar e expressar suas próprias ideias o que pode possibilitar um melhor desenvolvimento por parte do aluno, como mencionado pela autora:

A robótica contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a sua construção cultural e, enquanto cidadão, torna o autônomo, independente e responsável. O professor, como facilitador desse processo, muitas vezes chega a confundir-se com o próprio ambiente. Sem dúvida nenhuma, a Robótica Educacional é uma alternativa interessante como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem. É uma proposta educativa que vem de encontro às teorias e visões dos mais conceituados educadores da atualidade. (ZILLI, 2004, p. 77).

Sabe-se do desafio que o professor tem para levar os alunos a testarem suas ideias com autonomia, visualizando suas limitações e erros, e com isso produzir um ambiente de discussão, saindo da condição de passividade dando lugar a um papel de sujeitos mais ativos dentro do contexto da sala de aula, no entanto, acredita-se que uso da RE pode ser capaz de suavizar tais desafios.

Matos, 2021 apresenta a RE como proposta pedagógica para o ensino de Física, o produto educacional resultante da pesquisa apresentou um método na qual os alunos construíram um carrinho controlado remotamente via bluetooth para rebocar peso com o auxílio de um aparato de polias; a atividades foi desenvolvida usando métodos investigativos em que testava-se o funcionamento do mesmo e realizava-se as devidas correções para um bom funcionamento, o autor optou por utilizar materiais que apresentassem um baixo custo e portátil e pudessem ser empregados em novos conteúdos, após a aplicação da estrutura didática em quem eram coletados dados através de questionários após a elaboração de cada etapa, o autor concluiu que:

(...) uso da robótica educacional contribuiu de forma significativa, para o aprendizado dos estudantes, como constatado nos instrumentos de avaliação utilizados, resultando em uma maior participação nas aulas e na sua motivação ao estudo da física e empenho na busca de soluções, mostrando que a escola pública pode e deve ser um local em que os recursos tecnológicos agregam e são ferramentas fundamentais para o ensino. (Matos, M. T. D. 2021).

Matos, 2021, afirma ainda que sua pesquisa resultou em aumento do protagonismo do estudante, em suas considerações concluiu que:

Acredito que este produto que une robótica educacional e experimentação torne-se uma ferramenta que contribua para que a escola pública uma metodologia voltada para o estudante, trazendo assim um maior protagonismo a ele na sua formação. (Matos, M. T. D. 2021).

Pesquisas como as de Braz e Oliveira (2016), Santos e Menezes (2005), e ainda Fornaza e Webber (2014) demonstram que o uso da RE é eficiente no sentido de elevar a motivação, interesse e conhecimento no ensino de Física. Os trabalhos citados concluíram que o uso da RE tem um papel importante no sentido de alinhar teoria e prática. As pesquisas analisaram a influência do uso da RE na disciplina de Física. Braz e Oliveira (2016), estudaram a relação interdisciplinar entre a robótica e a Física em uma pesquisa exploratória, e identificaram que a utilização da robótica nas aulas de Física fornece ao docente parâmetros de um planejamento melhor das mesmas além de apontar onde se encontram as principais dúvidas e confusões dos alunos frente ao conteúdo abordado. A pesquisa realizada por Santos e Menezes (2005) planejou em forma de oficina, com duração de 3 meses, experimentos na área de Física a fim de verificar os níveis de entendimento dos conceitos de Física (velocidade, espaço, tempo, atrito, etc.) através da robótica, foram duas etapas para a execução da atividade; o primeiro foi a familiarização com os kits de robótica e elaboração de modelos já prontos e o segundo a construção e utilização de robôs criados pelos alunos e que podem ser usados em diversos tipos de tarefas. No final do experimento, os autores verificaram a facilidade no processo de aprendizagem quando a prática com a RE é utilizada. Fornaza e Webber (2014) em sua pesquisa, realizaram um experimento realizado em três etapas diferentes e contaram com a participação de 11 alunos. No primeiro momento foi apresentada uma série de questões iniciais com o objetivo de verificar o nível de conhecimento dos alunos. No segundo momento foi introduzido os kits de robótica e também explicado o conteúdo de Física pelos docentes. Ao final consistiu-se grupos em que os alunos formavam equipes de três ou quatro integrantes, assumindo cada aluno uma função (um construtor, um ou dois organizadores e um relator). Um relatório com questões direcionadas foi elaborado por cada grupo. Nas atividades foram trabalhadas questões não somente de Cinemática, mas também de assuntos como gravidade e atrito. Os pesquisadores concluíram que é possível verificar um conjunto de concepções errôneas que podem ser desestabilizadas através de experimentos práticos com a robótica. Além disso, o uso de ferramentas tecnológicas, como os robôs, é capaz de interferir significativamente na motivação e engajamento dos aprendizes. Os autores afirmam e suas considerações finais que:

O uso de ferramentas tecnológicas interferiu significativamente na motivação dos aprendizes e no seu engajamento nas tarefas. Embora este estudo seja preliminar, tendo sido realizado com apenas 11 alunos, seria injusto não reconhecer os benefícios da integração das tecnologias ao ensino das Ciências. Neste contexto, os kits de Robótica se apresentam como um atrativo recurso didático, uma vez que a experimentação é uma forte aliada na aprendizagem de conceitos complexos e abstratos. (Fornaza, R. e Webber, C.G. 2014, p. 1-10).

A RE pode contribuir para o aprendizado científico e tecnológico, integrados a uma área de conhecimento, afirmam da Silva Lopes, Rogério, Cruz e Siebra (2018), o experimento realizado pelos autores objetivou-se em discutir quantitativamente seus efeitos práticos nas notas dos estudantes através da avaliação de três grupos de estudantes, com igual quantidade de componentes, do ensino médio. O primeiro grupo foi submetido a aulas expositivas do método tradicional, o segundo a aulas usando um simulador (RoboMind) que elabora um robô virtual, já o terceiro grupo participou do processo de construção dos robôs (montaram o chamado RoboTxExplorer.) e colocaram em prática os conceitos apresentados através de uma série de tarefas que utilizam os robôs para fins educacionais. No início e final da aplicação de todos os métodos pedagógicos, os grupos responderam a questionários e avaliações, com vistas a verificar o progresso dos grupos. Os resultados expostos na pesquisa de forma gráfica, mostra que o grupo auxiliado por práticas com robôs apresentou uma maior eficiência quando as notas de todos os estudantes são comparadas, evidenciando a importância de os alunos entenderem o processo Físico de outra perspectiva que não seja apenas as aulas no quadro. Os resultados demonstram também a necessidade de uma ligação correta entre a teoria e a prática para que os objetivos educacionais sejam atingidos, de maneira que essa conexão se tornou o segredo dos aspectos positivos evidenciados na utilização da RE nas aulas de Física, uma vez que, alunos visualizaram a funcionalidade das fórmulas Físicas. Os autores ressaltam, ainda, os aspectos positivos nas relações sociais presentes, onde o processo da prática das aulas com o uso da RE resultou em melhor relacionamento dos discentes. Com esses resultados o autor conclui que:

alinhar teoria e prática com o uso da RE é eficiente no processo de ensino/aprendizagem, não somente no tocante ao entendimento de assuntos práticos como também na melhoria do relacionamento social dos alunos, contribuindo para um processo de aprendizado mais eficaz. Neste contexto, os professores devem explorar ao máximo essa ferramenta de

ensino e trabalhos futuros em outras disciplinas são um norte necessário para um entendimento prático da RE educacional como ferramenta de ensino (da Silva Lopes, A. R., Cruz, E., & Siebra, C., 2018, p. 99-108)

Ferreira (2016) em sua pesquisa, apresenta a RE como ferramenta capaz de elevar a instrução dos conteúdos sobre eletrodinâmica especificamente sobre resistores através do desenvolvimento de uma estrutura didática desenvolvida utilizando o protótipo de um carro-robô; nesta pesquisa a autora levou para a sala de aula uma aplicação prática da abordagem dos resistores ôhmicos e não ôhmicos, ao incidir luz sobre o sensor do robô proveniente da lanterna do celular, possibilitando contextualizar os resistores de forma inovadora e criativa, o que possibilitou aos educandos a compreensão da importância de um resistor em um circuito eletrônico, concluindo que:

(...) o trabalho desenvolvido contribuiu para a apropriação dos conceitos da Física envolvida, demonstrando que estes, associado à robótica podem favorecer a aprendizagem dos mesmos, por meio de um recurso tecnológico não tão presente no contexto da escola pública. (Ferreira, G. P. 2016).

No entanto, a pesquisa apresentada neste trabalho apresenta outras grandezas Físicas presentes em um circuito elétrico, como alvo de representação experimental usando dispositivos da robótica, tais como: corrente, tensão e resistência elétrica. Ao todo foram revisadas 11 pesquisas publicadas, entre artigos e dissertações de mestrado. Esse levantamento levou em consideração o ano de publicação, considerando o máximo de pesquisas recentes realizadas com objetivos voltados para o uso da Robótica Educacional no Ensino de Física que utilizam o levantamento de dados na estrutura didática por meio de questionários e relatórios no início da aplicação da prática, a fim de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, e questionários e relatórios ao final, para estabelecer uma comparação entre os dados coletados, com intuito de verificar melhor apropriação dos conceitos apresentados. Um ponto importante na revisão bibliográfica realizada, foi analisar se a pesquisa feita pelos autores é realizada separando os participantes em grupos, já que o trabalho feito nesta pesquisa verifica a apropriação do conteúdo proposto com alunos elaborando as práticas em grupos. As pesquisas mencionadas foram desenvolvidas com estudantes do EM, público alvo desta pesquisa, que possuem contato disciplinar com a Física. A análise será realizada utilizando dispositivos

semelhantes ou iguais, como o Arduino UNO, Arduino IDE e resistores para experimentalmente demonstrar alguns tópicos presentes em um circuito elétrico.

5 SENSOR DE FUMAÇA E GÁS COM ALERTA LUMINOSO E SONORO E BOMBA D'ÁGUA

Dentro do estudo da Física busca-se demonstrar aos alunos o quanto os conteúdos abordados de forma teórica são aplicáveis e contribuem continuamente para o desenvolvimento tecnológico. Para além disso, incentivá-los a desenvolver projetos que contribuam para a aplicação e solução de questões cotidianas é significativo para a ampliação do conhecimento, como por exemplo incêndios causados por vazamento do gás GLP.

O vazamento de gás e a intoxicação por fumaça é um problema que causa acidentes em residências, empresas e outros ambientes fechados e abertos, em alguns casos com vítimas fatais. Em algumas situações, os incêndios são causados pelo vazamento do gás GLP. O gás liquefeito de petróleo (GLP) ou gás de cozinha, é usado normalmente com a finalidade de cozinhar alimentos, possui emissões muito baixas de poluentes além de uma combustão muito limpa e uma das frações mais leves do petróleo é normalmente utilizado em ambientes fechados. Devido a essas características, é usado na cozinha de casa ou para unidades industriais sensíveis a poluentes, por exemplo na fabricação de alimentos, cerâmicas entre outros (PETROBRÁS, 2018). O desenvolvimento tecnológico está diretamente relacionado aos métodos de detecção de vazamento de gás, uma vez que esse tipo de detecção não está restrito somente aos sentidos humanos (CALENTE, 2012). O uso de dispositivos em circuitos elétricos permite ampliar a detecção de gases inflamáveis e previne acidentes por incêndios.

Um levantamento realizado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE), publicado em novembro de 2022, mostrou que até então os bombeiros já registraram cerca de 975 incidências de incêndios residenciais, sendo destes, 768 incêndios unifamiliares (refere-se a uma residência) e 207 multifamiliares (condomínios de casas ou apartamentos). Número até então inferior aos dados coletados em 2020 que solicitou o serviço dos profissionais cerca de 1040 vezes. Além de outros fatores, como curto-circuito, o vazamento de gás GLP é registrado como um dos causadores desses incêndios. Casos de incêndios são noticiados diariamente, em aulas de Física é possível explicar como esses acidentes

acontecem, os conceitos físicos envolvidos e como podem ser prevenidos e quais medidas a serem tomadas para diminuir os danos.

Na Física, um gás é definido como um dos estados físicos da matéria. A ONU (Organização das Nações unidas) classifica os gases de acordo com os riscos, como:

- Gases tóxicos: Os gases tóxicos são classificados de acordo com a ação do mesmo ao ser humano, sendo irritantes, asfixiantes simples e asfixiantes químicos, são gases corrosivos ou tóxicos. Exemplos de gases tóxicos são: Amônia (NH_3), Dióxido de Carbono (CO_2), Monóxido de Carbono (CO), Gás Cloro (Cl_2) e Dióxido de Enxofre (SO_2) (SIIPP, 2021).
- Gases inflamáveis: Substâncias que possuem oxigênio em sua composição, e entram em combustão na presença de uma fonte de ignição. Exemplos de gases combustíveis são: Metano (CH_4), Butano (C_4H_{10}), Etileno (C_2H_4), Etano (C_2H_6), Propano (C_3H_8), GLP (Propano + Butano) e Xileno (C_8H_{10}) (SIIPP, 2021).
- Gases não-inflamáveis, não tóxicos: são gases oxidantes, asfixiantes ou que não se enquadrem em outra subclasse (SIIPP, 2021).

Um método de detecção de vazamento do gás classificado como inflamável, o GLP, pode ser desenvolvido utilizando um sistema de sensor controlado por Arduino, que através do desenvolvimento tecnológico, segundo CALANTE (2012), não fica restrito a utilização dos sentidos humanos, favorecendo a ampliação de medições e detecção de gases inflamáveis.

5.1 ARDUINO (*HARDWARE*)

Desenvolvida na Itália em 2005, a placa de prototipagem eletrônica Arduino surgiu como uma ferramenta acessível e capaz de facilitar a elaboração de projetos envolvendo tecnologia. Os dispositivos disponíveis no mercado possuíam alto valor e eram considerados relativamente difíceis de manusear. Logo, segundo Júnior (2014) o professor David Cuartielles produziu o desenho de um microcontrolador na qual se encaixava em algumas exigências como: preço acessível e linguagem simples para que pudesse ser amplamente utilizado. A placa de Arduino então se popularizou e é utilizada em diversos projetos nas aulas de Física. Atualmente é

possível encontrar diversas placas microcontroladores aquisitores de dados com valores acessíveis, mas, sem dúvida, a placa mais conhecida é a Arduino;

O Arduino foi projetado com a finalidade de ser de fácil entendimento, de fácil programação e de fácil aplicação, além de ser multiplataforma, podendo ser configurado em ambientes Linux, Mac OS e Windows. Além disso, um grande diferencial deste dispositivo é ser mantido por uma comunidade que trabalha na filosofia open-source, desenvolvendo e divulgando gratuitamente seus projetos. (RENNA et al., 2013, p. 03)

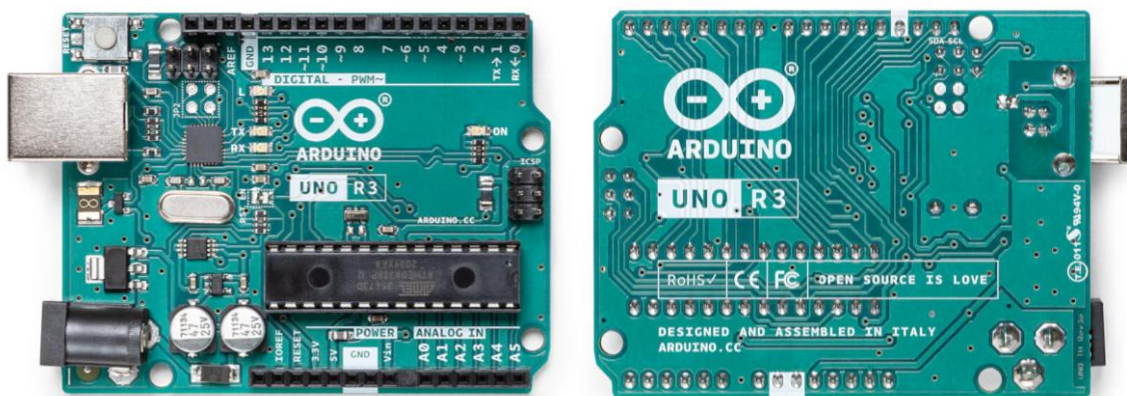
O microcontrolador é uma plataforma de computação Física que detém sensores, sistemas digitais e atuadores que permitem a mesma responder a ações físicas. Controlado por um microprocessador, que acessa as portas de entrada e saída que se relacionam com a programação armazenada em sua biblioteca. É possível conectar o Arduino a diversos dispositivos formando circuitos, permitindo que ele possa controlar as funcionalidades do circuito. Ainda segundo Renna:

Uma vez que o Arduino é baseado em um microcontrolador e, portanto, é programável, torna-se possível criar diversas aplicações diferentes com uma certa facilidade. Além disso, o próprio equipamento pode ser reutilizado, através de uma nova programação. Por sua vez, a sua programação é simplificada pela existência de diversas funções que controlam o dispositivo, com uma sintaxe similar à de linguagens de programação comumente utilizadas (C e C++). Assim sendo, em um ambiente profissional, as características do Arduino fazem dele uma boa ferramenta de prototipação rápida e de projeto simplificado. Por outro lado, em um ambiente acadêmico, ele pode ser perfeitamente utilizado como ferramenta educacional, uma vez que não requer do usuário conhecimentos profundos de eletrônica digital nem da programação de dispositivos digitais específicos. (RENNA et al., 2013, p.04)

Para este projeto foi utilizado o Arduino UNO, que entre os componentes possui 14 pinos digitais de input e output, sendo 6 portas analógicas A0, A1, A2, A3, A4, A5 - Analog In, tais portas que portam até 1024 níveis de d.d.p distintos e 6 portas que possibilitam a modulação de largura de pulso (PWM) com o símbolo (~) que está presente nas portas 3, 5, 6, 9, 10, 11. Tem-se ainda dois pinos Ground (GND), sendo uma próxima a saída digital e duas que é um pino terra. As portas de potência são de 5V e 3,3V.

A tensão de 5V fornecida pelo notebook através da porta USB é utilizada para realizar a comunicação e carregamento do programa na placa do Arduino. A Figura 13 apresenta a placa de Arduino UNO e sua característica.

Figura 13 – Arduino UNO R3



Fonte: <<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>>

5.2 ARDUINO IDE (SOFTWARE)

A linguagem de programação utilizada é a C ou C++, que opera em circuitos simples de entrada e saída. Para programar a placa é possível baixar, instalar ou utilizar online a IDE do Arduino. Um IDE (*Integrad Development Enviornment* ou Ambiente de desenvolvimento Integrado) é um *software* que é possível desenvolver programas, instalar bibliotecas adicionais, dependendo do que pretendemos desenvolver e realizar a compilação e gravação dos programas na placa.

A IDE Arduino pode ser encontrada em seu site oficial (<https://www.arduino.cc/>) na seção *Software Downloads*, podendo ser baixada na versão para Windows, Linux e MacOS. Neste trabalho foi utilizado a versão online. A imagem 14 demonstra a seção inicial de códigos, com a abertura de um novo esboço (New Sketch) o tópico Void Setup é utilizado para códigos principais e não repetidos, já a seção Void Loop serve para inserir os que deverão repetir.

Figura 14 – Software de Programação do Arduíno



Fonte: <<https://www.arduino.cc/>>

O código é executado na sequência da qual é escrito e enviados para a placa. A programação deve repetir infinitamente, podendo ser reiniciada pela própria placa ao acionar o botão reset, permitindo assim que a programação seja alterada quando houver necessidade. Antes de rodar o código para a placa é possível simulá-lo para verificar possíveis erros, e o *software* informa especificamente o local onde não está de acordo com a linguagem suportada.

5.3. SENSOR DE GÁS E FUMAÇA

O MQ-2 (Figura 15) é um sensor de gás e fumaça, desenvolvido para detectar a presença de gases inflamáveis em diversos ambientes, como por exemplo ambientes fechados. Ao detectar o gás o mesmo emite uma saída que é interpretado e convertido para outros dispositivos, neste projeto, foram utilizados o LED (Diodo emissor de Luz) como alarme luminoso e um Buzzer para o acionamento sonoro. Detecta a variação da resistência de um semicondutor em contato com gases inflamáveis e fumaça. Quando gases ou fumaça estão presentes, a resistência do sensor muda, o que é detectado por um circuito eletrônico e convertido em um sinal analógico ou digital. O MQ-2 possui um elemento sensor sensível a gases e fumaça, geralmente feito de dióxido de estanho (SnO_2).

Figura 15 – Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça



Fonte: <<https://www.eletrogate.com/sensor-de-gas-mq-2-inflamavel-e-fumaca>>

Se no ambiente estiver com alta concentração de gases, valor acima do ajustado pelo potenciômetro do sensor, a saída digital D0 fica em alto nível ou baixo se não houver concentração de inflamáveis. Usando a saída analógica A0 é possível melhorar a resolução e medir o nível de variação da concentração dos gases e fumaça no ar. A imagem 16 apresenta as características do sensor.

Figura 16 – Especificações Técnicas e Pinagem

Especificações técnicas	
MODELO	MQ-2
DETECÇÃO DE GASES INFLAMÁVEIS	GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, Gás Natural e outros inflamáveis.
INFORMAÇÃO	Deteção de fumaça
CONCENTRAÇÃO DE DETECÇÃO	300-10.000ppm
SAÍDA	Digital e Analógica
INFORMAÇÃO	Fácil instalação
COMPARADOR	LM393
LED INDICADOR PARA	tensão
LED INDICADOR PARA	saída digital
DIMENSÕES	32 x 20 x 15mm
Pinagem	
VCC	5V
GND	GND
DO	Saída Digital
A0	Saída analógica

Fonte: <<https://www.eletrogate.com/sensor-de-gas-mq-2-inflamavel-e-fumaca>>

As especificações técnicas do modelo MQ-2 determinam quais gases podem ser detectados e quais valores de concentração de detecção podem ser identificados quando vinculado a um circuito elétrico. A tensão em que o dispositivo opera é de 5V e possui saídas digitais e analógicas.

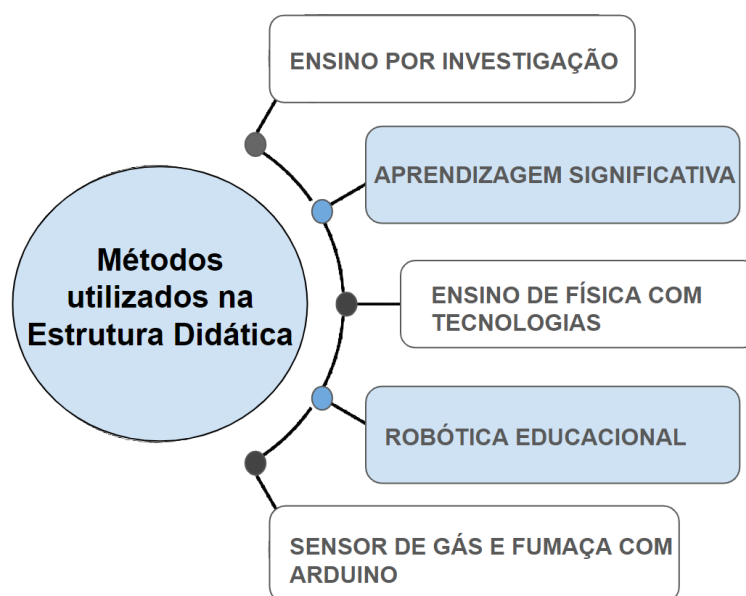
Principais características do MQ-2 incluem a sensibilidade a calibração em que o sensor pode ser calibrado por meio de um potenciômetro no módulo, permitindo ajustar a sensibilidade para diferentes aplicações. A faixa de detecção detecta gases em concentrações que variam de 300 a 10.000 ppm (partes por milhão). O dispositivo possui duas saídas: uma analógica, que fornece um sinal proporcional à concentração do gás, e outra digital, que aciona um nível lógico quando a concentração ultrapassa um limite ajustável. Quanto ao gás GLP usado para testar o funcionamento do sensor possui uma faixa de inflamabilidade que varia entre 1,8% e 9,5%.

6 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada tendo como metodologia o EI. Para iniciar o processo de aprendizagem com a pesquisa investigativa foi inicialmente realizado um levantamento a partir do que o aluno já sabe, tendo como ponto de partida o levantamento de hipóteses e posteriormente a análise, testes e conclusão para o objeto de pesquisa. A investigação realizada utilizou ferramentas tecnológicas da RE para ampliar a potencialidade das soluções e resultados da problemática.

Métodos utilizados no desenvolvimento da estrutura didática em um fluxograma:

Figura 17 – Métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Própria autora

A ED empregada buscou fundamentar conteúdos específicos da eletrodinâmica através do desenvolvimento de um circuito elétrico que forma um sensor de gás e fumaça usando um Arduino (*software e hardware*). Os tópicos de Física abordados e reforçados durante a aplicação do produto são: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica, conteúdos esses abordados usando a apropriação de conteúdos abstratos com situações do cotidiano. É oportunizado ao educando uma compreensão mais ampla sobre os conhecimentos propostos, tendo em vista o aprofundamento dos temas, tornando-os relevantes, levando em conta que cada aluno tende ser capaz de fundamentar de tal maneira seus subsunçores,

sendo necessário investigar alunos e desafiá-los para que ocorra interesse pelo conteúdo por parte deles, tendo como consequência a AS proposta por Ausubel. Prevê-se que o discente seja capaz de contextualizar a teoria às aplicações práticas de modo a melhorar sua própria realidade. Assim, a teoria da AS na qual baseia-se este produto apresenta-se como ferramenta importante para desenvolvimento de conteúdos de Física.

Sucessivamente Moreira (2011, p.189) propõe que o ser humano elabora “representações mentais” para atrair para si o mundo exterior, [...] levando em conta uma individual estrutura cognitiva previamente adquirida conhecida como “subsunçores”, facilitando desse modo a aprendizagem subsequente (MOREIRA e MASINI, 2006). Para que o estudante aproprie-se dos conhecimentos científicos, é fundamental que o material seja potencialmente significativo. (ZOMPERO e LABURÚ, 2010, p.34).

6.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os alunos participantes deste estudo são do 3^a ano do Ensino Médio da escola estadual localizada na cidade de Cambé, situada no estado do Paraná. A pesquisa foi realizada com cerca de 19 alunos com idade média de 16 anos para tarefas individuais e em grupos. Os estudos desenvolvidos fazem parte da vivência experimental e investigativa, já que promove interação entre os alunos desempenhando um papel relevante no avanço do cognitivo, de acordo com Gessinger,

Interagir com os colegas em uma atividade compartilhada possibilita desenvolver capacidades como dialogar, argumentar, explicitar as próprias ideias, compreender as ideias dos outros, questionar e refletir, [...] possibilita romper com o ensino de conteúdos por parte do professor e abrem espaço para que o aluno assuma o papel protagonista do seu processo de aprendizagem, desenvolvendo assim sua autonomia. (Gessinger, 2008, p. 109).

A proposta de ensino teve a duração de 6 aulas sendo divididas em 4 aulas únicas e 2 aulas geminadas todas de 50 minutos, realizadas no laboratório de ciências. No Quadro 3 abaixo apresenta-se a codificação em G para os grupos e a para os códigos seguidos de letras em ordem alfabética dos participantes da pesquisa.

Quadro 3 – Codificação dos participantes da pesquisa

Grupos	Integrantes	Código
G1	Aluno A	aA
	Aluno B	aB
	Aluno C	aC
	Aluno D	aD
G2	Aluno E	aE
	Aluno F	aF
	Aluno G	aG
	Aluno H	aH
G3	Aluno I	aI
	Aluno J	aJ
	Aluno K	aK
G4	Aluno L	aL
	Aluno M	aM
	Aluno N	aN
	Aluno O	aO
G5	Aluno P	aP
	Aluno Q	aQ
	Aluno R	aR
	Aluno S	aS

Fonte: Própria autora

6.2 METODOLOGIA DE TRABALHO

A estrutura didática foi aplicada com apoio de materiais de característica impressa e digital; os materiais digitais estão disponíveis nos apêndices A ao C. As aulas foram realizadas com base no processo de ensino e aprendizagem com participação ativa do estudante, já que não cabe somente ao professor como mediador, mas também ao estudante ser atuante na aquisição do conhecimento. Segundo Ausubel,

o aluno faz parte do processo de ensino e aprendizagem, desde que esteja disposto a relacionar o material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva. Ele deve apresentar uma predisposição para aprender. (ESPÍNDOLA; MOREIRA, 2006, p.21).

Moreira (2014), apresenta a aprendizagem vista em três tipos: aprendizagem cognitiva, afetiva e psicomotora. Ausubel não desconsidera as demais, entretanto, considera relevante em sua teoria a aprendizagem cognitiva,

que resulta no armazenamento organizado de informações do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva (Moreira, 2014, p. 160).

Nesse sentido a pesquisa foi organizada considerando a participação colaborativa dos alunos, dado que todo material apresentado como proposta de estudo inclui o estudante como indivíduo central do seu desenvolvimento cognitivo, sendo parte ativa e integrante na realização das atividades. O Quadro 4, a seguir apresenta a ED proposta nesse Produto Educacional, que compõe 6 aulas de 50min e 1h40min (aula geminada), elencando todas as atividades a serem realizadas nas aulas em sequência.

Quadro 4 - Estrutura Didática aplicada para realização da pesquisa

Aulas	Tempo	Conteúdo, Pesquisa e Prática
1ª AULA	50 Minutos	Questionário prévio; Aula de revisão sobre tópicos de física (circuito elétrico) e robótica educacional.
2ª AULA	50 Minutos	Importância da investigação científica e uso da robótica para

		elaboração de soluções envolvendo incêndios causados por vazamento do gás GLP.
3ª AULA	50 Minutos	Roteiro; Montagem do protótipo do projeto sensor de gás e fumaça com Arduino no simulador tinkercad.
4ª E 5ª AULA	1h40min	Montagem do projeto físico com o roteiro do sensor de gás e fumaça com Arduino; Realizar os testes. Coletar os resultados.
6ª AULA	50 Minutos	Elaboração do relatório final dos projetos elaborados. <i>Modelo pré pronto</i>

Fonte: Própria autora

6.2.1 Aula 1- Questionário prévio. Aula de revisão sobre tópicos de Física (circuito elétrico) e robótica educacional.

O estudo foi iniciado a partir da aplicação do questionário (Quadro 5) prévio com a intenção de investigar o que o aluno já possui de informação preexistente. O estudante deverá responder de forma manuscrita de acordo com seu próprio conhecimento, sem intervenções.

Quadro 5 - Questionário investigativo aplicado na 1ª aula

Questionário 1
01 - Os circuitos elétricos fazem parte do nosso dia a dia em dispositivos elétricos. De que forma a corrente elétrica que flui pelo circuito possui relação com a tensão e a resistência elétrica?
02 -Por que podemos afirmar que um projeto de robótica, como um sensor de gás e fumaça, é um circuito elétrico?
03 - Para a elaboração de um projeto de robótica podemos usar alguns dispositivos e formar um circuito elétrico. Descreva quais dispositivos podem ser utilizados para

desenvolver um sensor de gás e fumaça com alerta luminoso e sonoro.

04 - O Sensor de Gás Inflamável e Fumaça MQ-2 tem um baixo custo e simples utilização em projetos de automação residencial com Arduino. Responda como podemos avaliar a eficiência do sensor em relação ao tempo e a distância da fonte de gás e fumaça? Como a eficiência é afetada se colocarmos o sensor em ambientes fechados e abertos?

6- Qual a relação entre a eficiência do sensor de gás e fumaça e um circuito elétrico?

Fonte: Própria autora

Tendo obtido as informações de conhecimentos já existentes, utilizou-se como base para atribuição de novos saberes; o que torna os subsunçor gradualmente mais estável, diferenciado, criando significados, e cada vez mais auxilia às novas “aprendizagens” (MOREIRA, 2010, p.1).

Sem a intervenção do professor na elaboração das respostas dos alunos, foi possível avaliar os mesmos através do pré-teste. Após a aplicação do questionário, deu-se início a abordagem de aprofundamento de conhecimento proposta para a aula 1, de acordo com o Quadro 6.

Quadro 6 - Plano do desenvolvimento de atividades da aula 1

OBJETIVOS DA AULA:	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:
<ul style="list-style-type: none"> ● Estudar conceitos fundamentais de circuitos elétricos e seu modo de funcionamento físico; ● Compreender conceitos de diferença de potencial elétrico, intensidade de corrente elétrica, resistores (1ª lei de Ohm), análise de circuitos elétricos (esquemas); ● Uso da robótica educacional no desenvolvimento de um dispositivo utilizando conceitos de circuitos elétricos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) utilizando os conceitos de circuitos elétricos.

MOMENTOS DA AULA	
<p>1ª MOMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar o questionário investigativo; • Para analisar o conhecimento dos alunos, deve-se realizar a retomada de conceitos de eletrostática, para então prosseguir com o conteúdo seguinte, eletrodinâmica. Iniciar a abordagem pelo fenômeno de diferença de potencial elétrico (tensão), corrente elétrica e resistores, com explicação à base de ilustrações em um material digital e impresso para desenvolver imaginação espacial e estimular compreensão dos alunos. Durante o momento da aula expositiva os alunos devem preencher, com informações, as lacunas deixadas no material impresso, para estimular a participação e cooperação dos mesmos no processo de aprendizagem, feito isso deve-se prosseguir para o segundo momento. 	<p>2ª MOMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar uma sequência de incêndios causados por vazamento do gás liquefeito de petróleo (GLP), também conhecido como gás de cozinha. Esse material deve ser apresentado em material digital; • Propor aos alunos que elaborem soluções, de forma teórica, utilizando o conhecimento de circuitos elétricos.

Fonte: Própria autora

O material de apoio apresentado no Quadro 7 foi entregue para acompanhamento da aula pelo estudante durante a aula expositiva que foi realizada durante 30 minutos, sendo um momento de diálogo e compartilhamento de elementos sobre o tema apresentado.

Quadro 7 - Material impresso aula 1

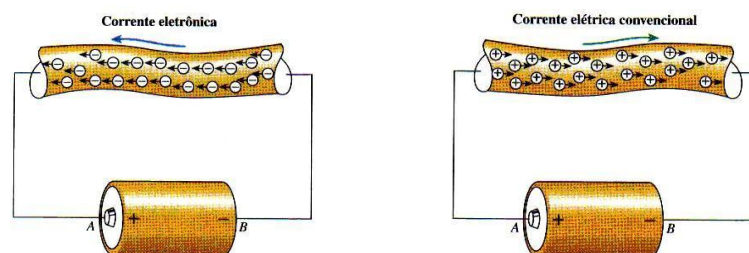
AULA 1
<p>REVISÃO - ELETROSTÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • CARGA ELÉTRICA (Q) <p>A matéria é composta por átomos e estes são constituídos por prótons, nêutrons e elétrons. Os prótons e os elétrons possuem uma propriedade chamada</p>

de carga elétrica. O valor $1,6 \cdot 10^{-19}$ (Coulomb) é chamado de carga elementar “e”. A equação para calcular a carga elétrica de um corpo é: $Q = n \cdot e$, sendo Q a carga do corpo, n um número inteiro e e a carga elementar.

ELETRODINÂMICA

- **CORRENTE ELÉTRICA (i):**

Figura 1- Corrente elétrica

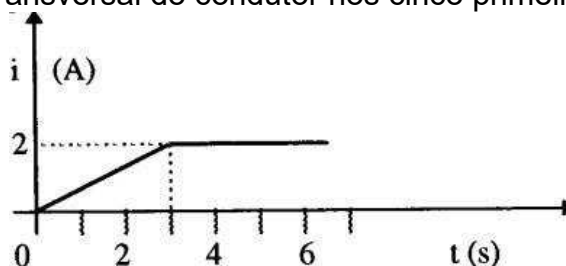


Intensidade da Corrente Elétrica (i)



Unidade da corrente elétrica no Sistema Internacional de medidas (SI): Ampère (A)

Praticando 1: (UFRS) O gráfico representa a intensidade de corrente elétrica i em um fio condutor em função do tempo transcorrido t . Qual a carga elétrica que passa por uma seção transversal do condutor nos cinco primeiros segundos?



- **DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO (V):**

Unidade da diferença de potencial elétrico no Sistema Internacional de medidas (SI): Volts (V)

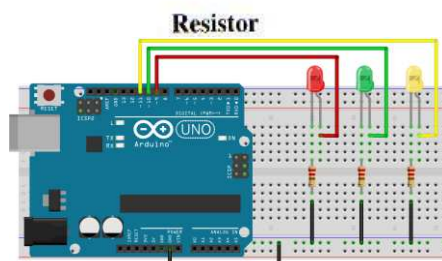
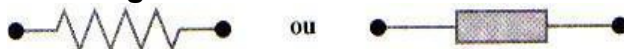
Figura 2 - Circuito elétrico



- RESISTÊNCIA ELÉTRICA – RESISTORES (R)

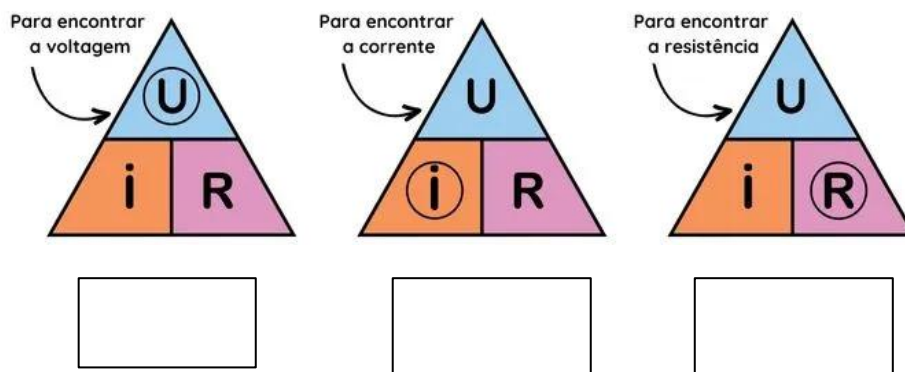
Unidade de resistência elétrica no Sistema Internacional de medidas (SI): Ohm (Ω)

Figura 3 -Resistência elétrica



Praticando 2 : Preencha os quadros com as respectivas equações, para a Tensão, Corrente e Resistência.

Figura 4 -Relação entre V , i e R



Fonte: Própria autora

O material foi entregue aos 19 alunos após os mesmos terem respondido o pré-teste. Uma breve explicação sobre os temas de Física foram feitos e durante este

momento os alunos que acompanharam a aula expositiva foram preenchendo as lacunas em branco com definições e equações das grandezas físicas. Este método foi aplicado para deixar a aula mais objetiva e prática, dispensando o tempo gasto com anotações longas.

6.2.2 Aula - 2 Uso da robótica para elaboração de soluções envolvendo incêndios causados por vazamento do gás glp

A aula dois foi aplicada tendo como finalidade a análise de incêndios causados por gás GLP e como é possível criar soluções práticas usando os conteúdos de Física aprendidos e aplicados na robótica educacional. No Quadro 8 é apresentado o plano de objetivos e a organização dos momentos da aula.

Quadro 8 - Plano do desenvolvimento de atividades da aula 3.

<p>OBJETIVOS DA AULA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar o problema do incêndio causado por vazamento de gás e as soluções possíveis; • Uso do dispositivo ARDUINO e SENSORES para elaborar projetos de robótica; • Desenvolvimento teórico de um dispositivo usando noções de circuito elétrico. 	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimular a curiosidade científica em alunos do Ensino Médio; • Desenvolvimento de competências sociocognitivas que podem se materializar por meio de conjunturas de ensino que possibilitem trabalhar a curiosidade científica dos alunos expressa em sala de aula e fora dela; • A robótica desenvolve o raciocínio e pensamento lógico. A construção de circuitos movimentados por eletricidade é outra possibilidade no estudo da robótica, aumentando o entendimento sobre o universo da elétrica.
--	--

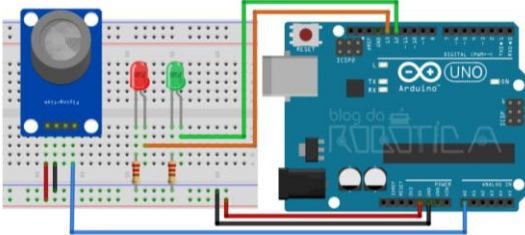
MOMENTOS DA AULA	
<p>1ª MOMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No primeiro momento deve ser realizada aula expositiva com material digital e exemplo de incêndios causados por gases inflamáveis Os alunos devem propor soluções para o tema, 	<p>2ª MOMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neste momento os alunos devem receber o material impresso contendo todas as informações a respeito do projeto com Arduino de detecção de gás e fumaça, este material deverá conter

tendo como finalidade estimular a iniciativa em formular perguntas, hipóteses e soluções.	colunas para que os alunos preencham com as nomenclaturas de cada dispositivo.
---	--

Fonte: Própria autora

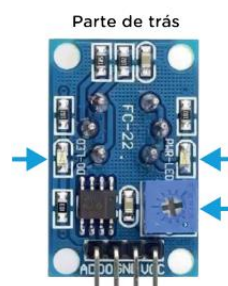
Neste momento, os alunos contribuíram de forma oral para a elaboração de soluções para a problemática apresentada na aula expositiva que foi dada durante 20 minutos, apresentando soluções que com o uso da robótica básica poderá contribuir para prevenir incêndios, momento este dedicado a aplicação do EI, pois os discentes puderam analisar o problema, realizar hipóteses e propor soluções tecnológicas para reduzir acidentes. No momento seguinte os mesmos receberam um material impresso que apresenta algumas informações que foram discutidas sobre os dispositivos que foram utilizados na montagem do projeto. Como visto no Quadro 9, todas as lacunas foram preenchidas pelos alunos no segundo momento da aula durante 30 minutos, ou seja, o aprendizado foi desenvolvido de forma colaborativa a partir do ensino.

Quadro 9 - Material impresso aula 2.

AULA 2
SENSOR DE GÁS E FUMAÇA USANDO ARDUINO UNO

<p>Um item de segurança muito importante e comum em prédios comerciais, empresariais e também em residências é o Módulo Sensor de Gás Inflamável e Fumaça MQ-2.</p>



ESPECIFICAÇÕES	
Modelo	MQ-2 (datasheet)
Detecção de gases inflamáveis	GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, Gás Natural e outros inflamáveis.
Detecção de fumaça	Concentração de detecção: 300-10.000ppm
Tensão de operação	5V
Dimensões	32 x 20 x 15mm
Características	Sensibilidade ajustável via potenciômetro; Saída Digital e Analógica; Fácil instalação; Comparador LM393; Led indicador para tensão; Led indicador para saída digital.



Este componente faz vigilância dos lugares e ajuda a proteger vidas, pois tem a função de evitar que acidentes aconteçam. Quando ocorrem vazamentos de gás, por ser um equipamento extremamente sensível, ele consegue detectar no ar vários gases combustíveis (GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, Gás Natural, entre outros), bem como detectar a fumaça originária de acidentes decorridos de fogo ou situações de incêndio, ele tem um baixo custo e simples utilização em projetos de automação residencial com Arduino.

ARDUINO UNO-



COMPONENTES DO PROJETO

DISPOSITIVO	NOME/ FUNCIONALIDADE
	
	
	
	
	
	
	

Fonte: Própria autora

A Figura 18 a seguir apresenta os alunos trabalhando com o material impresso e discutindo em grupo sobre a atividade proposta.

Figura 18- Interação entre os alunos



Fonte: Própria autora

6.2.3 Aula - 3 Roteiro e montagem do protótipo do projeto sensor de gás e fumaça com Arduino no simulador tinkercad.

Nesta etapa da pesquisa partimos da sequência de aula expositiva-dialogada para aula onde o estudante inicia a montagem do dispositivo na plataforma do TINKERCAD, a aula está organizada conforme o Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 - Plano do desenvolvimento de atividades da aula 3

<p>OBJETIVOS DA AULA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar, individualmente, o protótipo simulado na plataforma do TINKERCAD. 	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimular os alunos a desenvolver projetos de circuitos através de simuladores; • Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.[CG05]
--	---

MOMENTOS DA AULA
<ul style="list-style-type: none"> • Entregar aos alunos um roteiro a ser desenvolvido na aula; • Montar, individualmente, o protótipo simulado na plataforma do TINKERCAD, com todos os dispositivos e o código em linguagem C++. • Realizar os testes de funcionamento no dispositivo simulado.

Fonte: Própria autora

Os alunos foram separados em 5 grupos e toda a aula foi realizada no laboratório de ciências. A cada grupo foi entregue um notebook para a elaboração da montagem do sensor de acordo com o roteiro presente no Quadro 11. Todo o momento da aula foi cedido para a realização da montagem no simulador, permitindo que os conceitos teóricos de circuitos elétricos sejam vistos e aplicados de forma

simulada, uma vez que, no momento da elaboração do circuito, foi necessário identificar a tensão elétrica presente em cada componente e qual valor de resistência elétrica seria ideal para que o circuito funcionasse corretamente. O roteiro foi entregue pelo professor e os alunos seguiram os passos para acessar a plataforma e iniciar o circuito. Na plataforma foi criada uma turma para os estudantes acessarem, tal turma possui um código que é aleatório e disponibilizado pela plataforma.

Os dispositivos utilizados para a montagem do circuito foram:

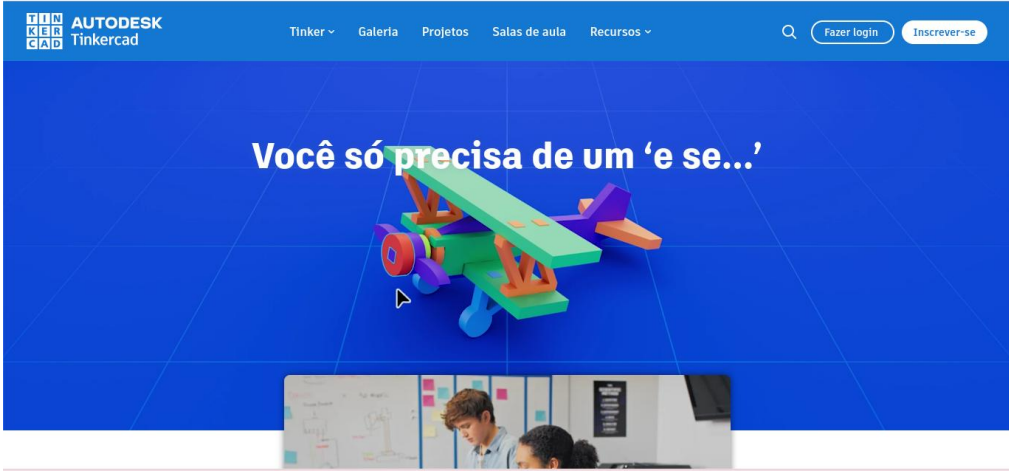
- Arduino UNO;
- Protoboard;
- 2 LED (Vermelho e Azul);
- 2 Resistores (220Ω);
- Buzzer;
- Cabos.

Quadro 11 - Roteiro para acessar o simulador

AULA 3

Roteiro para acessar o simulador

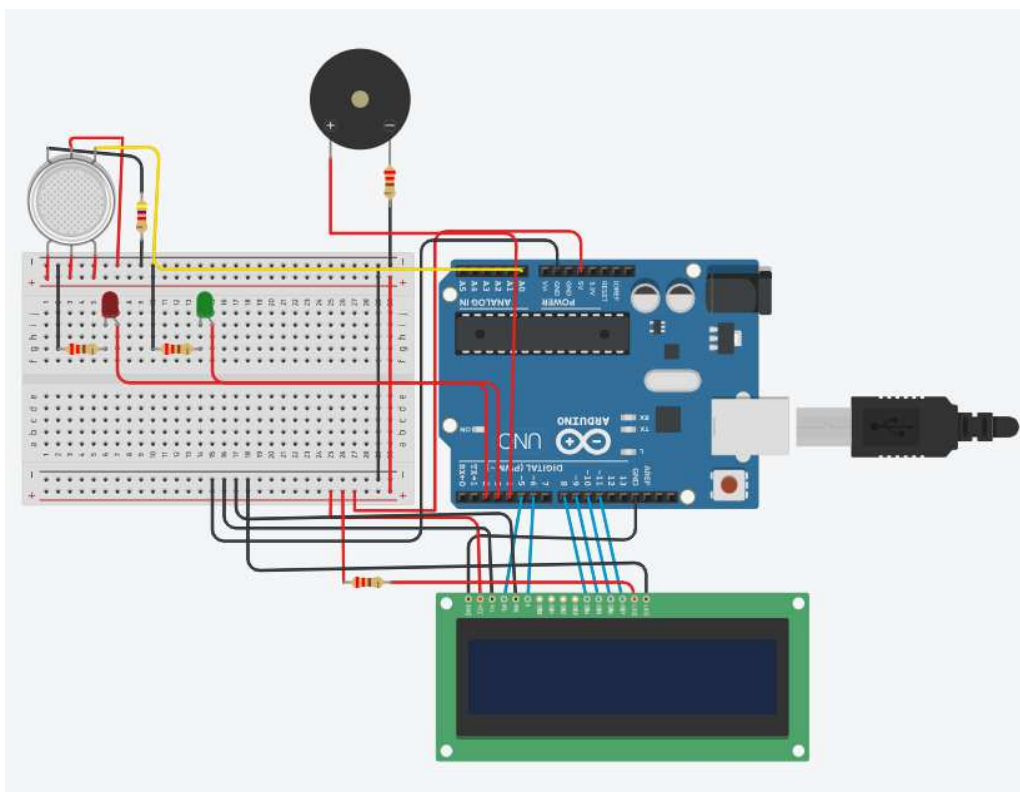
Passo 1: Acessar plataforma TINKERCAD, como mostrado na imagem abaixo:



Passo 2: Clicar em fazer login e entrar em: Alunos, entrem em uma turma.



Passo 3: Montar o seguinte circuito na plataforma:



Passo 4: Digitar os códigos do quadro a seguir para acionamento do circuito.

```

/* Programa: Detector de gás e fumaça */

/* Definição dos pinos */
#define MQ_analogico A0
#define MQ_digital 4
#define Buzzer 5
#define Led_Verde 6
#define Led_Vermelho 7

/* Variáveis */
int valor_analogico;
int valor_digital;

void setup() {
  /* Inicia a comunicação serial com velocidade de 9600 bauds
  */
  Serial.begin(9600);
  /* Configura os pinos de entrada e saída */
  pinMode(MQ_analogico, INPUT);
  pinMode(MQ_digital, INPUT);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(Led_Verde, OUTPUT);
  pinMode(Led_Vermelho, OUTPUT);
}/* end setup */

void loop() {
  valor_analogico = analogRead(MQ_analogico);
  valor_digital = digitalRead(MQ_digital);
  Serial.print("Nível detectado: ");
  Serial.print(valor_analogico);
  Serial.print(" || ");
  if (valor_digital == 0)
  {
    Serial.println("GÁS DETECTADO !!!");
    digitalWrite(Led_Verde, LOW);
    digitalWrite(Led_Vermelho, HIGH);
    tone(Buzzer, 262, 250);
  }/* end if */
  else
  {
    Serial.println("GÁS AUSENTE !!!");
    digitalWrite(Led_Verde, HIGH);
    digitalWrite(Led_Vermelho, LOW);
    noTone(Buzzer);
  }/* end else */
  delay(500);
}/* end loop */

```

Fonte: Própria autora

Com a montagem feita pelos componentes dos grupos, atribuindo corretamente a tensão elétrica para cada componente do circuito, os alunos escreveram o código em linguagem C++ na opção de *códigos* do simulador,

compilando algumas vezes o código para verificação de erros e correção. Deste momento em diante iniciaram-se os testes de funcionamento dos dispositivos elétricos, tais como os LEDs, buzzer e sensor de gás e fumaça.

6.2.4 Aula - 4 e 5 Montagem do projeto físico Sensor de gás e fumaça com Arduino

Com o circuito simulado montado e funcionando corretamente dá-se início a montagem Física do sensor, agora aprimorado, já que lhe foi adicionada uma bomba d'água que é acionada no momento em que o sensor detecta presença de gás GLP ou fumaça apagando o fogo no momento da detecção. No Quadro 12 segue a ordem com que as atividades foram realizadas. Os alunos permaneceram nos mesmos 5 grupos montaram um circuito levando em consideração a tensão de 5V estabelecida no roteiro entregue a eles no início da aula.

Para a montagem do circuito físico foi utilizado os seguintes dispositivos:

- Arduino UNO;
- Protoboard;
- 2 LEDs (Vermelho e Azul);
- 2 Resistores (220Ω);
- 1 Buzzer;
- Jumpers;
- Motor relé;
- Bomba d'água;
- Fonte de alimentação;
- Notebook.

Para o funcionamento eficiente do circuito, os resistores usados são de 220Ω , sendo um para cada Led presente na montagem do sensor. Um protoboard, que é uma placa de ensaio que igualmente enquadra-se como protótipo de um aparato eletrônico, é usada como a matriz de contato para construir o circuito de teste do sensor sem necessitar de uma solda. Todos esses conceitos de grandezas físicas foram apresentados de forma prática e aplicados em um componente de segurança. O Quadro 12 apresenta o guia dos objetivos e momentos da aula 4 e 5.

Quadro 12- Plano do desenvolvimento de atividades da aula 4 e 5

<p>OBJETIVOS DA AULA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Montar o dispositivo físico - sensor de gás e fumaça com Arduino (<i>hardware</i>) e Arduino ide (<i>software</i>) para programar; ● Realizar testes; ● Comparar os resultados com o dispositivo realizado no simulador. 	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [CG05]
---	---

MOMENTOS DA AULA
<ul style="list-style-type: none"> ● Entregar aos alunos um roteiro a ser desenvolvido na aula; ● Iniciar a montagem dos dispositivos físicos, de acordo com o roteiro entregue; ● Escrever os códigos presentes no roteiro que está em linguagem de programação C++ na plataforma online do Arduino Ide, compilar e enviar para a placa; ● Verificar o funcionamento e iniciar os testes em laboratório de ciências. Testes: Distância, intervalo de tempo para alarme sonoro e luminoso para o GLP de um isqueiro e fumaça de papel queimando. ● Por fim, os resultados devem ser dispostos em tabelas (Apêndice B).

Fonte: Própria autora

No primeiro momento das aulas 4 e 5, que foram realizadas juntas para ter tempo hábil suficiente para a realização das atividades, foram entregues aos grupos os roteiros com todas as informações necessárias para a montagem do sensor como apresentado no Quadro 13.

Quadro 13- Roteiro da montagem do dispositivo Sensor gás e fumaça com bomba d'água.

ROTEIRO

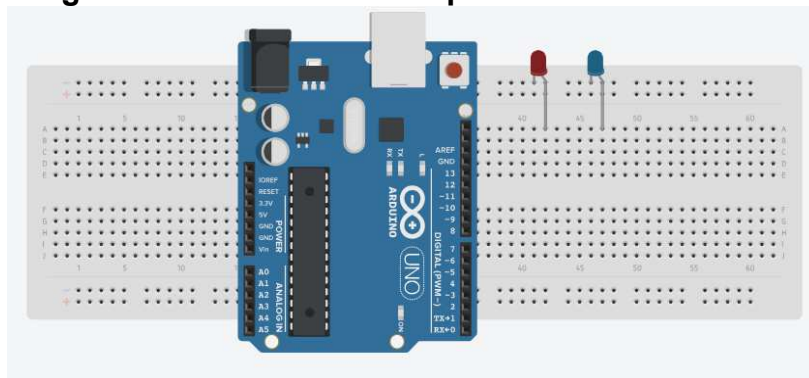
SENSOR GÁS E FUMAÇA COM BOMBA D'ÁGUA

- Montar o projeto utilizando os seguintes dispositivos:

01 Placa Protoboard; • 01 Arduino Uno; • 09 Jumpers Macho-Macho; • 02 LEDs; • 02 Resistores 220 Ω ; • 01 Sensor de Gás MQ-2; • 01 Buzzer; • Motor relé; • Bomba d'água; • Notebook; • *Software* Arduino IDE.

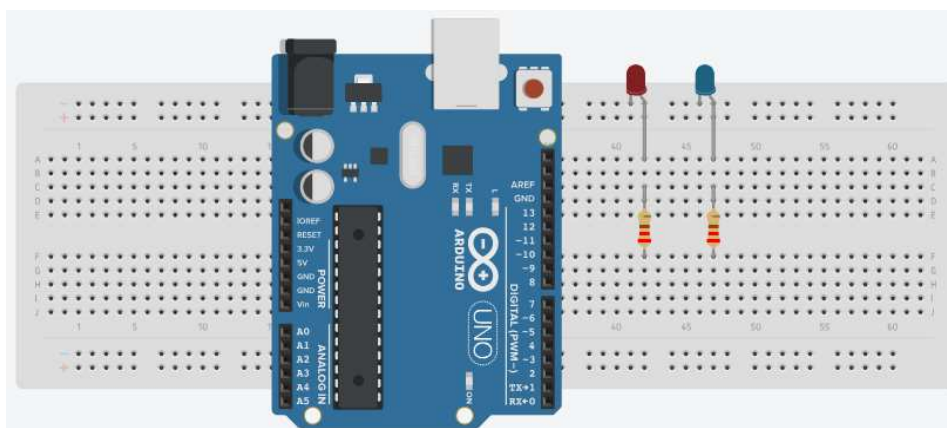
- Montar o sensor de gás e fumaça seguindo os seguintes passos:

Figura 1: Encaixe dos componentes sobre a Protoboard



Encaixe os dois Resistores nos terminais positivos (mais longo) de cada LED e a duas colunas de furos inferiores da Protoboard, como mostrado na Figura 2.

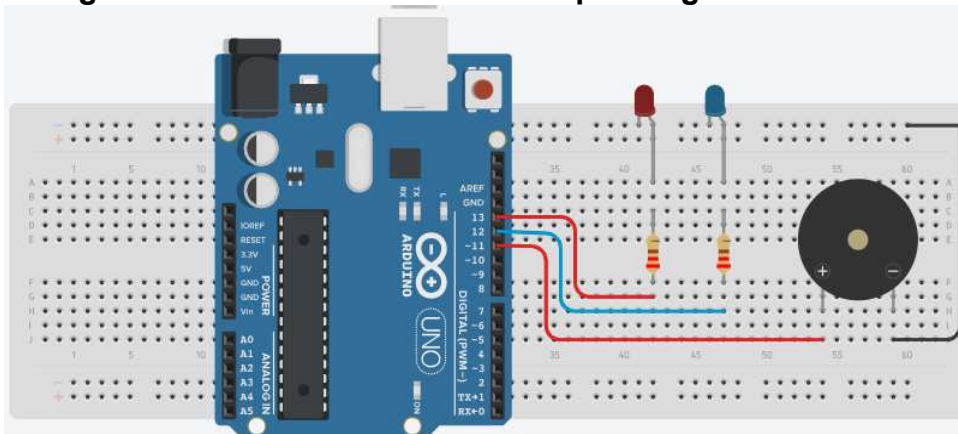
Figura 2: Conectando os Resistores aos LEDs



Utilize 2 Jumpers para conectar os terminais livres de cada Resistor as duas

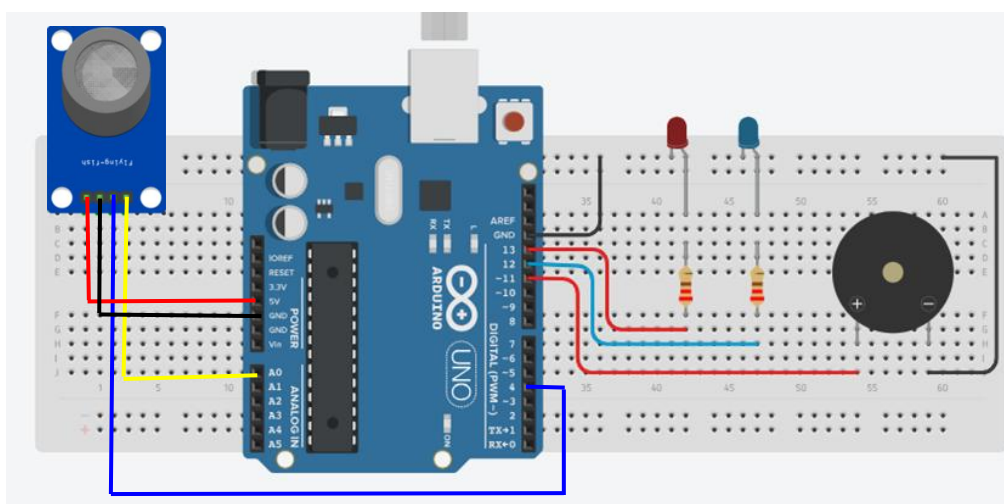
portas digitais 12 e 3 do Arduino. Com outro Jumper, conecte o terminal positivo do Buzzer ao pino digital 11 do Arduino, como mostrado na Figura 3.

Figura 3: Conectando o Buzzer ao pino digital do Arduino

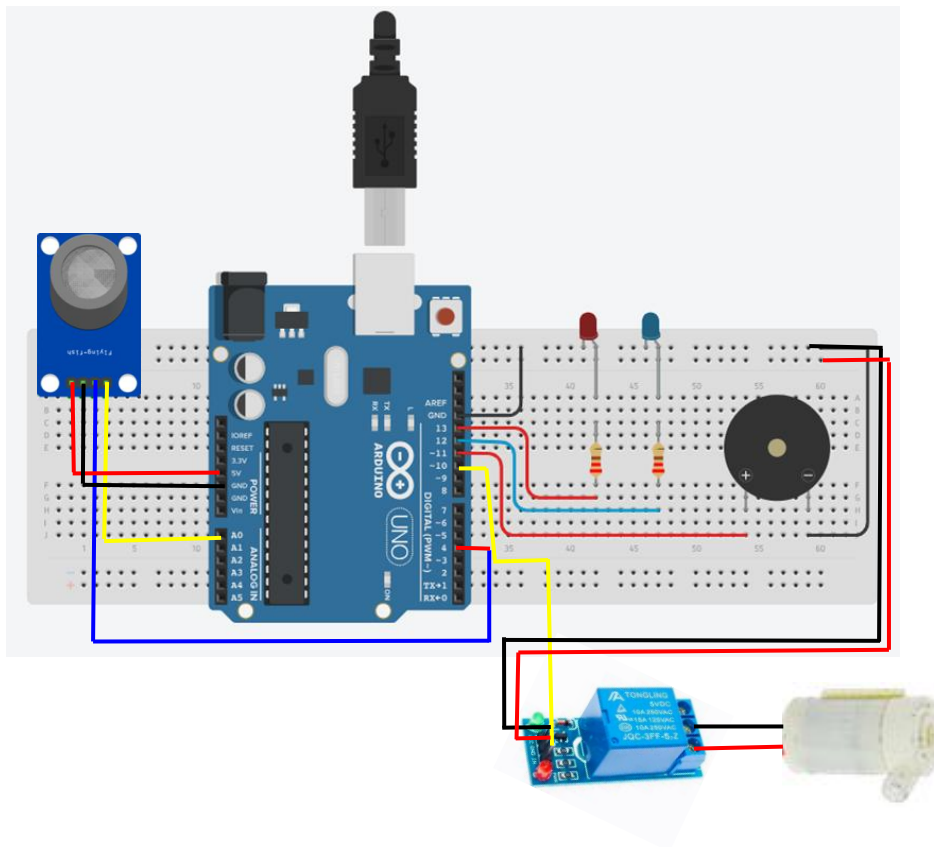


Utilize dois Jumpers para conectar os pinos de dados do Módulo Sensor de Gás ao Arduino, respeitando a sequência: Pino analógico A0 do Arduino ao pino A0 do Módulo e pino digital 4 do Arduino ao pino D0 do Módulo. Finalizando a montagem, vamos alimentar o Módulo Sensor de Gás, através de 2 Jumpers conectados aos pinos GND e 5V do Arduino aos pinos GND e VCC do Módulo, respectivamente. Conecte também 1 Jumper ao pino GND do Arduino e a linha lateral azul da Protoboard e 1 Jumper entre a linha lateral azul da Protoboard e o terminal negativo do Buzzer, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Alimentando os dispositivos eletrônicos a partir do Arduino



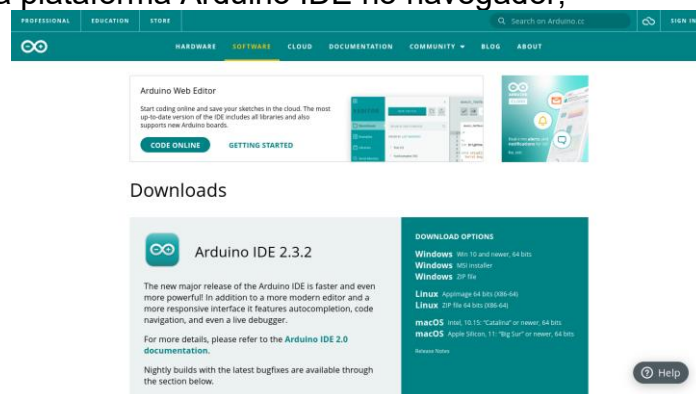
Conecte ao relé a porta 10 do Arduino e a porta positiva e negativa da protoboard e da bomba d'água. Para o acionamento da bomba use uma mangueira é um



recipiente de água e posicione a bomba como apresentado na figura.

Com os componentes eletrônicos montados, vamos programar, por codificação, o funcionamento do Módulo Sensor de Gás Inflamável e Fumaça.

- Acessar a plataforma Arduino IDE no navegador;



- Fazer login e acessar o Arduino IDE online

Para fazer login insira o usuário e senha. Estando no *software* online, acesse a sketch new para adicionar o seguinte código:

```
/* Sensor de gás e fumaça*/
/* Definição dos pinos */
int LED1 = 13;
int LED2 = 12;
int buzzer = 11;
int rele = 10;
int MQ_analogico = A0;
int MQ_digital = 4 ;

/* Variáveis */
int valor_analogico;
int valor_digital;

void setup()

{
/* Inicia a comunicação serial com velocidade de 9600 bauds */

Serial.begin(9600);
/* Configura os pinos de entrada e saída */
pinMode(MQ_analogico, INPUT);
pinMode(MQ_digital, INPUT);
pinMode(LED1, OUTPUT);
pinMode(LED2, OUTPUT);
pinMode (buzzer, OUTPUT);
pinMode(rele, OUTPUT);
} /* end setup */

void loop()

{
valor_analogico = analogRead(MQ_analogico);
valor_digital= digitalRead(MQ_digital);
Serial.print("Nível detectado : ");
Serial.print(valor_analogico);
Serial.print(" || ");
if (valor_digital == 0)

{
Serial .println("GÁS DETECTADO !!!");
digitalWrite(LED1, HIGH);
digitalWrite(LED2, HIGH);
digitalWrite(rele, LOW);
tone (buzzer, 200);
digitalWrite(LED1,HIGH);
digitalWrite(LED2, HIGH);

} /* end if */

else
{
```

```

Serial.println("GAS AUSENTE !!!");
digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, LOW);
digitalWrite(rele, HIGH);
noTone(buzzer);
digitalWrite(LED1,LOW);
digitalWrite(LED2, LOW);

} /* end else */

delay(1000);

}/* end loop */

```

Com o código-fonte inserido no Arduino IDE, compile o programa pressionando o botão *Verificar* para examinar se não há erros de sintaxe. Estando o código correto, pressione o botão *Carregar* para realizar a transferência do programa para o Arduino.

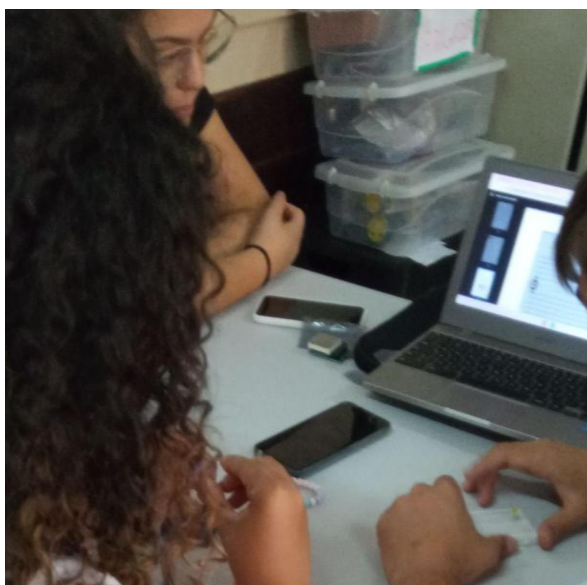
Também é possível acompanhar o estado do alarme através do monitor Serial do *Software* Arduino IDE (com o protótipo conectado ao Notebook, clique em Ferramentas > Monitor serial).

Fonte: Própria autora

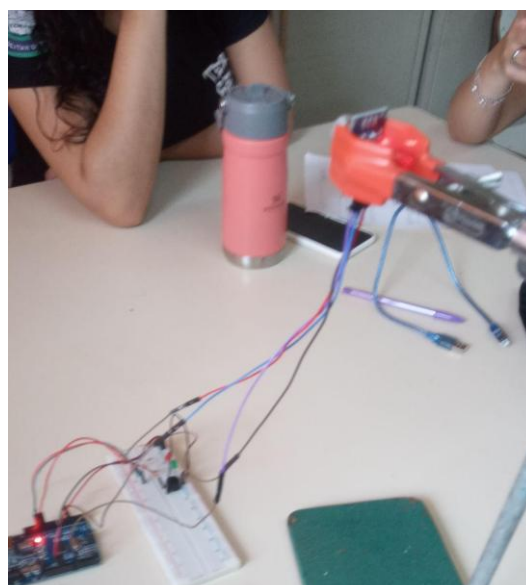
Com a montagem do circuito iniciou-se a atribuição dos *códigos* para acionamento do dispositivo. A linguagem utilizada foi a C++ disponibilizada nos roteiros e de forma digital. Após a rodagem do código sem erro, foi enviada a placa para ativar o sensor, alarmes e a bomba, com o dispositivo calibrado, deu-se início aos testes e correções, todo esse momento foi realizado no laboratório de ciências. Para os testes de funcionamento e alcance utilizou-se uma trena para medir a distância, um isqueiro para a liberação do gás GLP, papel queimado para a fumaça e uma mangueira com recipiente com água para colocar a bomba e um cronômetro para determinar o tempo de acionamento.

Os testes foram realizados em todos os cinco sensores montados pelos grupos. A cada teste de funcionamento, os alunos preencheram a tabela presente no anexo b, que consta o espaço para escrever os valores da distância e o tempo que o led e o buzzer ligam. A Figura 18 a seguir apresenta os alunos desenvolvendo o dispositivo a partir do roteiro entregue a eles.

Figura 19 (a) e (b)- Alunos desenvolvendo os circuitos



(a)

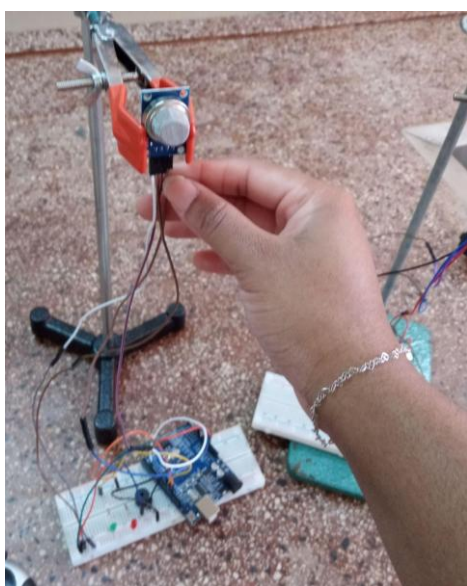


(b)

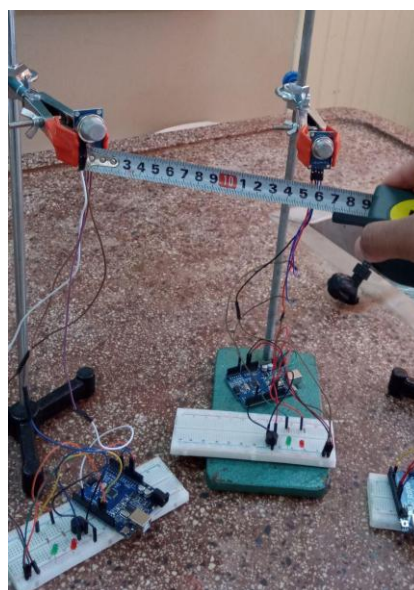
Fonte: Própria autora

Após a montagem iniciou-se os testes nos dispositivos, como apresentado na Figura 20 abaixo, que apresenta todos os dispositivos montados.

Figura 20 (a), (b), (c) e (d)- Circuitos elétricos formando um sensor de Gás e Fumaça montados pelos alunos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Própria autora

Em laboratórios após a montagem e programação do dispositivo, iniciou-se os testes de detecção. Utilizou-se um cronometro para medir o tempo de acionamento dos leds e o buzzer e uma trena para identificar a distância que o gás capta a fumaça e o gás GLP. Para testes com gás usou-se um isqueiro que é utensílio portátil utilizado para produzir uma chama controlada; na detecção de fumaça, separou-se papel de folhas de caderno que os estudantes descartaram ao logo da aplicação do produto que ao ser queimado dentro de um recipiente de barro liberou a fumaça que foi posicionada nas distancias especificas de 10 a 70 cm afim de identificar até onde o sensor captava tanto o gás quanto a fumaça, todos os dados coletados preencheram a tabela presente no apêndice B tornado possível a análise comparativa dos dados coletados entre os grupos.

6.2.5 Aula - Aplicação do relatório final

Na última e sexta aula da estrutura didática os alunos responderam o relatório final (pós-teste) (Apêndice C). O instrumento de coleta de dados é aplicado ao final de todas as etapas e tem como finalidade a avaliação ao final do processo de explanação dos conteúdos, manuseio do simulador e montagem do circuito. Constituído de 6 etapas de quesitos subjetivos, os alunos do grupo devem demonstrar se ocorreu aprendizado, já que para responder questões subjetivas é fundamental estar mais a par da situação e ter um conhecimento mais aprofundado.

O relatório entregue impresso está organizado em objetivos da pesquisa, procedimento experimental e resultado final. Todas as etapas do relatório correspondem às perguntas feitas no questionário investigativo (pré-teste), já que o intuito é relacionar ambos para identificar o nível de aprendizagem adquirido sobre o conteúdo de circuito elétrico. No Quadro 14 os objetivos e momentos da aula são apresentados.

Quadro 14 - Plano do desenvolvimento de atividades da aula 6.

<p>OBJETIVOS DA AULA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Estudar os resultados finais adquiridos na realização dos testes; ● Aplicar o relatório final aos grupos. 	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.[CG05]
---	--

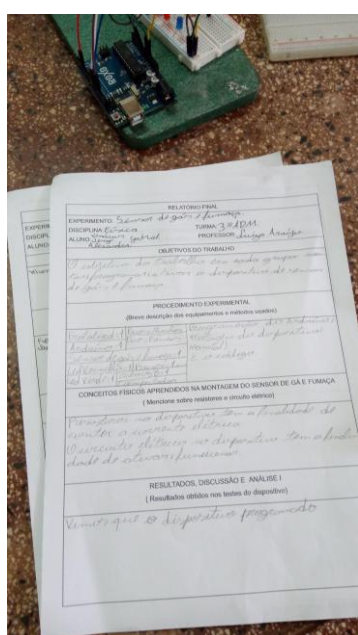
MOMENTOS DA AULA
<ul style="list-style-type: none"> ● Entregar aos alunos o material impresso, contendo os espaços para que eles possam adicionar os dados obtidos das análises feitas no simulador e no laboratório físico, junto ao relatório final (Apêndice C); ● O relatório final deverá ser preenchido com base na análise particular de cada estudante, ou seja, não deve haver intervenção do professor ou colegas, isso se deve, pois o relatório e a análise final para, por parte do professor, da aprendizagem do estudante.

Fonte: Própria autora

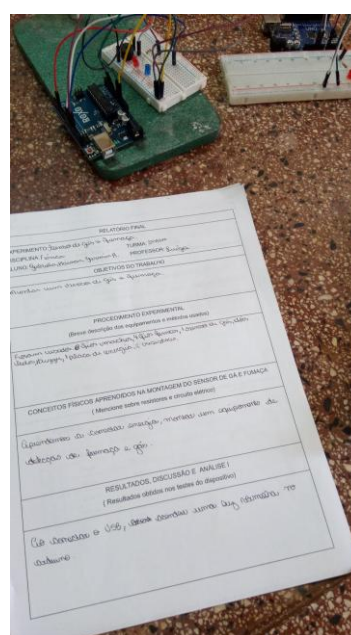
Após a coleta de dados, os alunos puderam discutir sobre seus resultados obtidos e finalizaram o desenvolvimento da pesquisa realizada com a produção do relatório pré organizado que possui questionamentos relacionados diretamente às perguntas do pré-questionário aplicado na primeira aula, para fim de comparação.

O relatório final (pós-teste), foi entregue aos grupos e respondido por todos, (alguns exemplos na Figura 21 (a) e (b)), sem intervenção do mediador da pesquisa, toda a etapa foi realizada durante 55 minutos. A avaliação como um todo é realizada em grupo e individualmente durante todo o processo da aplicação do estudo, levando em conta a participação em sala de aula, interação com outros alunos; permitindo que o conhecimento adquirido seja também socializado, com comentários gerais a respeito das grandezas físicas abordadas.

Figura 21 (a) e (b)- Relatórios elaborados pelos alunos



(a)



(b)

Fonte: Própria autora

O momento do pós teste é necessário, dado que, é a partir deste ponto que será possível verificar se a proposta de pesquisa apresentada aos discentes teve efeito potencialmente significativo, reestruturando conceitos prévios antes existentes, de acordo com a AS de David Ausubel (MOREIRA, 2010).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a relevância dos estudos realizados referentes à EI e ao uso da RE para aplicação de tópicos de Física, pesquisou-se sobre a avaliação e de acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica para o Ensino de Física e constatou-se que

A avaliação é um instrumento tanto para que o professor conheça o seu aluno, antes que se inicie o trabalho com os conteúdos escolares, quanto para o desenvolvimento das outras etapas do processo educativo. Inicialmente, é preciso identificar os conhecimentos dos estudantes, sejam eles espontâneos ou científicos, pois ambos interferem na aprendizagem, no desenvolvimento dos trabalhos e nas possibilidades de revisão do planejamento (DCEs FÍSICA, 2008, p. 79).

Assim, neste segmento apresentam-se os dados como resultados da avaliação proveniente da aplicação da proposta de pesquisa como uma forma de ensino-aprendizagem do conteúdo de Física para EM.

7.1. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Os dados adquiridos são originados das aplicações dos questionários, que ao todo contabilizam dois questionários, entre o investigativo (pré-teste) e o relatório ao final da prática (pós-teste). As respostas esperadas pelos alunos como correta estão demarcadas abaixo no Quadro 15. O pré-teste está classificado como questionário I e os alunos divididos em 5 grupos com a sigla G para o grupo e Q para a questão, que é numerada de um a cinco.

Quadro 15 – Respostas do Questionário I (pré-teste).

Questionário I							
Grupos	Código	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	n ^a de respostas corretas
G1	aA	correta	incorreta	incorreta	correta	incorreta	4 de 20
	aB	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aC	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aD	incorreta	correta	correta	incorreta	incorreta	
G2	aE	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	9 de 20
	aF	correta	correta	correta	correta	correta	
	aG	correta	correta	incorreta	incorreta	correta	
	aH	correta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
G3	aI	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	0 de 15
	aJ	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aK	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
G4	aL	correta	correta	incorreta	incorreta	incorreta	9 de 20
	aM	correta	correta	incorreta	incorreta	correta	
	aN	correta	correta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aO	correta	correta	incorreta	incorreta	incorreta	
G5	aP	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	0 de 20
	aQ	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aR	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	
	aS	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	incorreta	

Fonte: Própria autora

A seguir tem-se alguns exemplos das respostas dadas pelos alunos que foram consideradas corretas para o questionamento I.

Quadro 16 - Respostas consideradas corretas.

Questionário I				
Q1	Os circuitos elétricos fazem parte do nosso dia a dia em dispositivos elétricos. De que forma a corrente elétrica que flui pelo circuito possui relação com a tensão e a resistência elétrica?	aA / G1	aG/ G2	aH/ G2
		<i>“O circuito funciona por uma tensão elétrica, a resistência resiste ao fluxo de corrente elétrica”</i>	<i>“A corrente elétrica flui através dos metais que estão nos fios fazem o circuito funcionar e a resistência protege o circuito”</i>	<i>“Pois os elétrons que ficam em movimento por conta da tensão que gera a corrente elétrica flui pelo circuito e a resistência diminui o movimento da corrente”</i>
Q2	Por que podemos afirmar que um projeto de robótica, como um sensor de gás e fumaça, é um circuito elétrico?	aD/ G1	aO/ G4	aN/ G4
		<i>“Sim, pois geralmente sensores são circuitos elétricos, já que ele apenas funciona com tudo conectado a uma tensão que gera alguma corrente elétrica”</i>	<i>“Por que na montagem do sensor tem resistores, led, som e outros dispositivos que são acionados quando o gás/fumaça entra em contato com o aparelho”</i>	<i>“Por que no sensor tem dispositivos que forma um circuitos que são ativados quando entram em contato com a fumaça”</i>

Fonte: Própria autora

No Quadro 17 são apresentadas algumas respostas dadas pelos alunos junto aos seus grupos que foram consideradas incorretas para as questões Q3 e Q5.

Quadro 17 - Respostas consideradas incorretas.

Questionário I				
Q3	Para a elaboração de um projeto de robótica podemos usar alguns dispositivos e formar um circuito elétrico. Descreva quais dispositivos podem ser utilizados para desenvolver um sensor de gás e fumaça com alerta luminoso e sonoro.	aM / G4	aO/ G4	aQ/ G5
		<i>“Porque conecta sensores, fontes, processadores, atuadores e outros”</i>	<i>“ Resistores, baterias e não sei mais o que...”</i>	<i>“ Porque pode ser que use a tomada para ligá-lo”</i>
Q5	Qual a relação entre a eficiência do sensor de gás e fumaça e um circuito elétrico?	aI/ G3	aM/ G4	aJ/ G3
		<i>“ Não sei responder”</i>	<i>“Ambos precisam de capacidade do circuito com sinais detectados por sensores”</i>	<i>“ Não sei responder”</i>

Fonte: Própria autora

O Quadro 18 apresenta as respostas do relatório final dado pelos grupos após a finalização dos testes e as discussões a respeito da eficiência do dispositivo e a aprendizagem a respeito de circuitos elétricos.

Quadro 18 – Respostas do Questionário II (pós-teste).

Questionário II							
Grupos	Código	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	n ^a de respostas corretas
G1	aA	correta	correta	correta	correta	correta	20 de 20
	aB	correta	correta	correta	correta	correta	
	aC	correta	correta	correta	correta	correta	
	aD	correta	correta	correta	correta	correta	
G2	aE	correta	correta	correta	correta	correta	20 de 20
	aF	correta	correta	correta	correta	correta	
	aG	correta	correta	correta	correta	correta	
	aH	correta	correta	correta	correta	correta	
G3	aI	correta	correta	incorreta	correta	incorreta	9 de 15
	aJ	correta	correta	incorreta	correta	incorreta	
	aK	correta	correta	incorreta	correta	incorreta	
G4	aL	correta	correta	correta	correta	incorreta	16 de 20
	aM	correta	correta	correta	correta	incorreta	
	aN	correta	correta	correta	correta	incorreta	
	aO	correta	correta	correta	correta	incorreta	
G5	aP	correta	correta	incorreta	correta	correta	16 de 20
	aQ	correta	correta	incorreta	correta	correta	
	aR	correta	correta	incorreta	correta	correta	
	aS	correta	correta	incorreta	correta	correta	

Fonte: Própria autora

O Quadro 19 apresenta exemplos das respostas consideradas corretas para o questionamento II.

Quadro 19 - Respostas consideradas corretas

Questionário II (Relatório final)		
	G4	G5
<p>CONCEITOS FÍSICOS APRENDIDOS NA MONTAGEM DO SENSOR DE GÁS E FUMAÇA (Mencione sobre resistores e circuito elétrico)</p>	<p><i>“No circuito que forma o sensor o resistor é feito para diminuir a corrente elétrica para que não ocorra uma sobrecarga no led. Os resistores usados no sistema são de 220 Ω. Os fios constituem o circuito elétrico, fazendo com que seja distribuída pelo circuito. A tensão usada no sistema é de 5V e é o que movimenta os elétrons e cria a corrente elétrica”</i></p>	<p><i>“Os resistores usados para proteger o led são de 220 Ω, pois foram feitos para resistir a corrente elétrica. Os fios são usados para passar a energia (corrente) para outras partes do circuito através do Arduino. Os leds mostram o funcionamento do circuito”</i></p>
	G3	G1
<p>RESULTADOS, DISCUSSÃO E ANÁLISE II (A montagem do dispositivo foi importante para a facilitação do seu processo de aprendizagem dos conceitos de Física?)</p>	<p><i>“Sim, aprendemos muito sobre circuito, sobre a corrente e tensão e resistência e que da pra conectar e montar um equipamento de detecção de gás e fumaça, sobre como aplicar na prática nós aprendemos muito mais na prática, temos contato direto com equipamentos identificando de maneira mais completa do que na oralidades”</i></p>	<p><i>“Ver e saber montar o circuito na prática nos fez aprender como os resistor, cabos, buzzer(sonoro) e o sensor de gás e fumaça funciona na prática, o que nos fez entender e fixar melhor o conteúdo visto em sala, vimos que precisamos dos resistores para não queimar o led e conter a corrente elétrica, a protoboard serve para</i></p>

		<i>diminuir a quantidade de cabos usados no circuito</i>
--	--	--

Fonte: Própria autora

No questionário final, algumas respostas dadas foram consideradas incorretas, tais respostas estão apresentadas no Quadro 20 a seguir:

Quadro 20 – Respostas consideradas incorretas

Questionário II (Relatório final)		
RESULTADOS, DISCUSSÃO E ANÁLISE I (Resultados obtidos nos testes do dispositivo, a montagem do circuito resultou em eficiência ?)	G3	G5
	<i>“ Ao conectar o USB acendeu uma luz vermelha no circuito quando detectou o gás. “</i>	<i>“O circuito funcionou e o sensor captou todas as fumaças em todos os centímetros”</i>
CONCLUSÃO (É possível aplicar os circuitos elétricos para aplicações em situações cotidianas?)	G3	G4
	<i>“ Foi uma experiência diferente e muito interessante.E satisfatório quando o circuito começa a captar a fumaça”</i>	<i>“Aprendemos a prática tendo contato com os materiais, conseguimos aprender de forma mais fácil.”</i>

Fonte: Própria autora

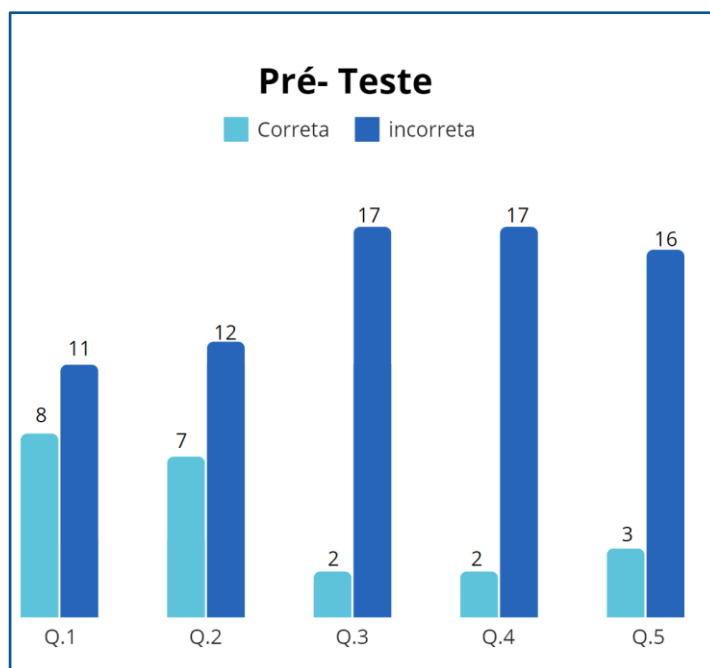
O relatório final realizado na aula 6 foi respondido após análise investigativa dos dispositivos desenvolvidos nas aulas 4 e 5, em que os discentes realizaram testes e analisaram criticamente as vantagens da aplicação de seus conhecimentos de circuitos elétricos na aplicação de dispositivos com o uso da robótica. Todos os testes foram realizados com muita atenção e cuidado por parte dos alunos e do mentor.

7.2. ANÁLISE DOS DADOS

Com base nas informações obtidas através dos questionários, foi realizada uma análise dos dados pelo modo comparativo cujo o objetivo inicial é analisar os conhecimentos prévios, ou seja, o quanto os alunos sabiam do conteúdo, e posteriormente, o nível de mudança que ocorreu ao final da aplicação do produto em relação ao conhecimento anterior, como também, verificar o nível de desenvolvimento dos grupos que elaboraram o projeto de robótica, também sobre o

conteúdo. A Figura 22 apresenta o percentual de acertos e erros de todos os alunos ao responderem o questionário I.

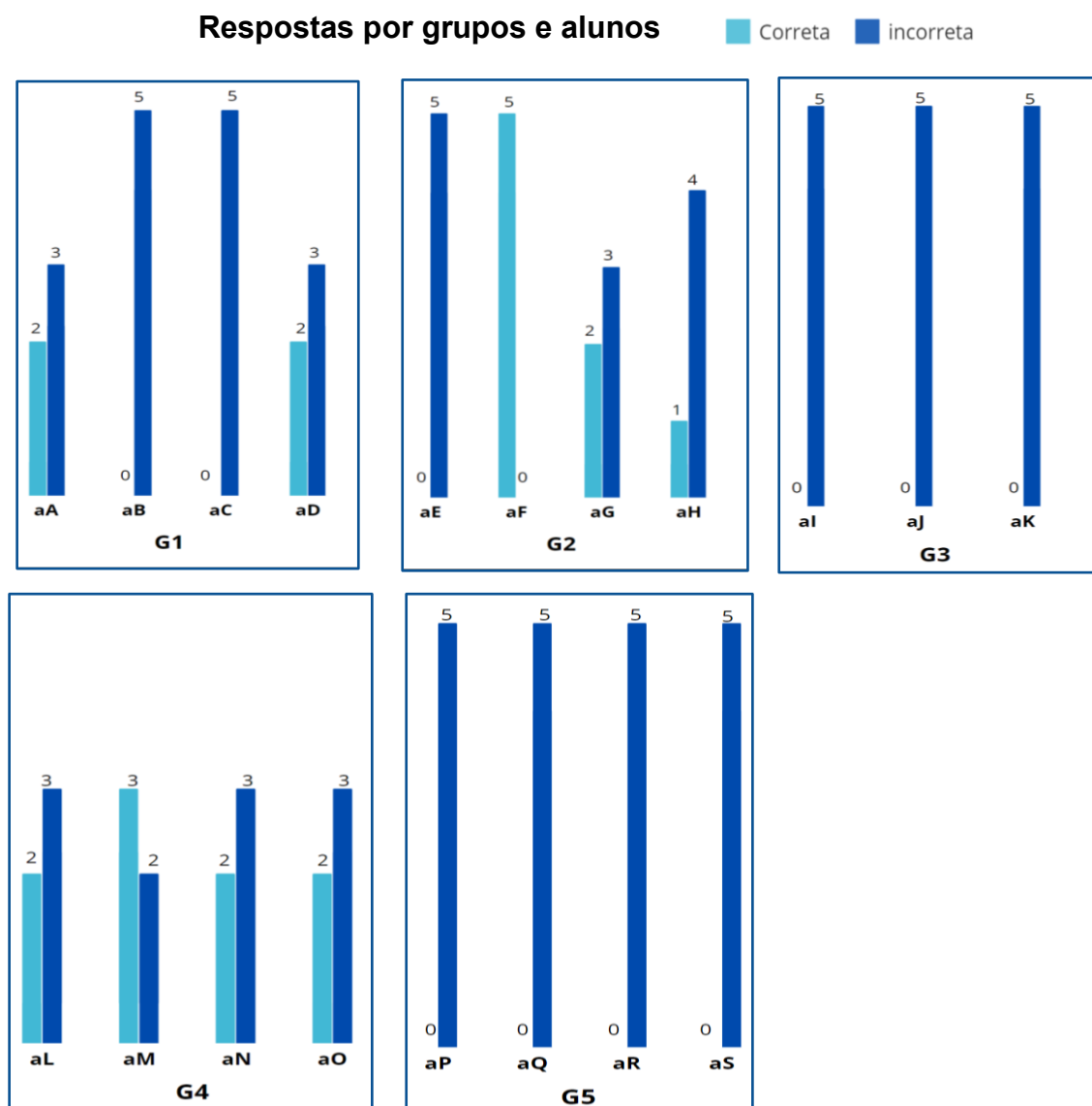
Figura 22 – Percentual de erros e acertos no questionário pré-teste.



Fonte: Própria autora

Ao avaliar as respostas dadas no pré-teste, verifica-se que a maioria das questões respondidas estão incorretas, principalmente para as questões Q.3 e Q.4. Entretanto, as Q.1 e Q.2 apresentam o maior número de respostas corretas, demonstrando que os alunos têm uma base mínima dos conceitos de circuitos elétricos, como: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência, mas não sabem como é possível aplicá-los. Das 95 questões respondidas, só houve 22 acertos no pré-teste, cerca de 23% do total. Na Figura 23 foi realizado o levantamento com base nas respostas por estudante, separadas em grupo a fim de identificar se há homogeneidade (de alunos com conhecimento base para a pesquisa) do grupo; para observar como os conteúdos podem ser compartilhados entre eles durante a elaboração do sensor de gás e fumaça (aplicação da robótica).

Figura 23– Percentual de erros e acertos por estudante no pré-teste



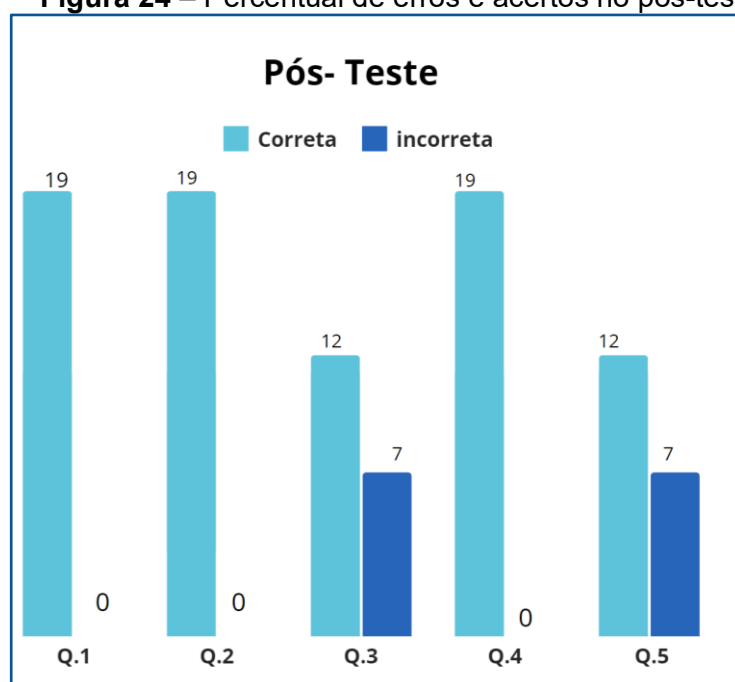
Fonte: Própria autora

Nota-se que dos cinco grupos formados pelos alunos, dois deles (G3 e G5), todos os integrantes deram respostas erradas ou não sabiam responder. Os outros três grupos (G1, G2 e G4) apresentaram alunos que deram algumas respostas corretas, sendo a Q.1 e Q.2 as questões com maiores acertos.

Após a aplicação de todas as aulas e todas as práticas realizadas e testadas pelos alunos foi aplicado um relatório que refere-se ao questionário II, ou seja, o pós-teste. A decisão em denominar aos alunos de relatório final foi tomada a partir da necessidade de aplicar o conteúdo pelo método investigativo, uma vez que, após a análise dos dados e resultados da pesquisa é feito um relatório que contém todas as

informações obtidas na pesquisa. A vivência científica tem que ser trabalhada como um todo, para instigar os alunos, logo, o relatório foi feito direcionando as respostas, norteando todos os conceitos sobre os tópicos de circuito elétrico e solicitando que fosse respondido mencionando o conteúdo teórico aprendido e aplicado na montagem do sensor com os recursos tecnológicos. Todos os participantes da pesquisa responderam o pós-teste (Figura 24) que analisa o funcionamento do sensor e o conteúdo físico aplicado. Observa-se maior acerto nas questões Q1, Q2 e Q4 que aborda as grandezas físicas trabalhadas no produto e menor acerto nas questões Q3 e Q5, que ainda sim, sobreleva o número de acertos nas respostas dadas no pré-teste.

Figura 24 – Percentual de erros e acertos no pós-teste.



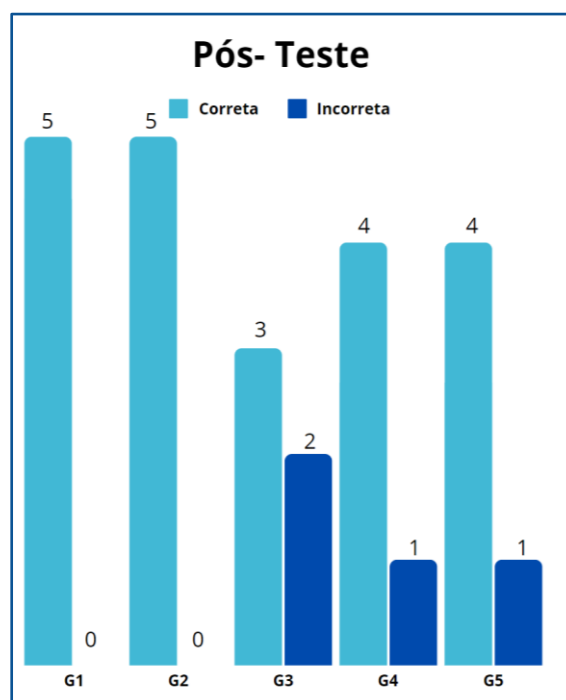
Fonte: Própria autora

O pós teste foi respondido a partir do compartilhamento de informações entre os componentes, com observação e acompanhamento do mentor, sem interferências, em uma aula de 60 minutos dada somente para a produção do mesmo; os alunos questionaram se e respondiam de acordo com o consenso do grupo seu relatório.

Nota-se no Figura 24 que o índice de acerto das respostas crescem quando comparados ao pré-teste. Dois grupos (G1 e G2) acertaram 100% das respostas, enquanto outros dois (G4 e G5) acertaram 83%, o grupo G3 respondeu corretamente

cerca de 67% do pós-teste. A fim de comparação, o grupo G1 os estudantes aB e aC foram os que deram respostas erradas a todas as 4 questões enquanto os estudantes aA e aD acertaram duas questões cada. No Pós teste esses estudantes responderam de forma correta todas as questões. O G2 e o G4 foram os grupos com melhor desempenho no pré-teste, ainda sim as Q.3, Q.4 e Q.5 em sua maioria foram respondidas de forma errada, um cenário distinto quando comparado as respostas dadas no teste posterior em que a equipe G2 apresentou totalidade de acerto nas respostas dos questionamentos e para o G4 erros somente na Q.5. O grupo G3 e G5 foram os grupos que deram não acertaram nenhuma das respostas no pré-teste, todos os alunos do aL ao aK (G3) e aP ao aS (G5) responderam de forma incorreta as questões, entretanto no pós-teste os estudantes do G3 erraram somente a Q.3 e e Q5, o os estudantes do G5 a Q.3, o que demonstra aumento de acertos quando comparados aos erros do primeiro teste. O grupo G5 foi o grupo que mais demonstrou avanço, dezesseis acertos de vinte questões foram dadas de forma correta pelos alunos que haviam respondido incorretamente todas as questões do pré-teste. Realizando uma leitura comparativa dos dados levantados, após a aplicação do produto educacional, é possível inferir que questões corretas no pós-teste, se sobressaem sobre as incorretas, sendo 85,2% de acerto no pós-teste com relação a 23,1% de acertos no pré-teste que foi aplicado inicialmente.

Figura 25 – Percentual de erros e acertos no pós-teste por grupo



Fonte: Própria autora

Observa-se que o EI associado a projetos de robótica quando aplicada ao desenvolvimento de projetos com soluções para problemas reais, apontaram resultados satisfatórios com base no ensino-aprendizagem.

Os resultados mostraram aumento no conhecimento sobre conceitos básicos como corrente, tensão e resistência elétrica de circuitos elétricos e aplicação na elaboração do sensor. Produto que identifica inicialmente o conhecimento prévio do aluno e a partir dele novos conhecimentos são desenvolvidos por intermédio da conexão entre teoria e prática. A formação do estudante norteia diversas áreas de conhecimento, neste sentido, esta proposta propõe que o estudante seja capaz de aplicar o conhecimento teórico em situações sociais, ou seja, o conhecimento científico está para além da sala de aula, que de acordo com as Diretrizes Curriculares para a Educação Básica, sobre a formação de sujeitos propõem que

construam sentidos para o mundo, que compreendam criticamente o contexto social e histórico de que são frutos e que, pelo acesso ao conhecimento, sejam capazes de uma inserção cidadã e transformadora na sociedade. (PARANÁ, 2008, P.31).

Circuitos elétricos estão presentes no cotidiano dos alunos e a aplicação na tecnologia também; mas como visto no pré-teste, muitos alunos não conseguem observar essa relação e identificar que o que é estudado em sala de aula está aplicado nos equipamentos elétricos e podem ser usados em dispositivos que auxiliam em diversas situações, isso se dá, muitas vezes, pois o estudante aprendem superficialmente o motivo do porque as coisas acontecem, se devem ou são feitas, mas dificilmente uma análise investigativa e crítica é feita, uma vez que, é com o questionamento que surgem as hipóteses e as soluções para as ocorrências. A ED apresentou o conteúdo incluindo desde o início os alunos como parte do seu processo de aprendizagem, instigando e promovendo a aplicação crítica dos seus conhecimentos e debates de ideias para desenvolver a atividade proposta. Com base nos resultados do pós-teste observa-se que os alunos analisaram criticamente os conceitos e inseriram os mesmos no desenvolvimento do circuito, demonstrando que os alunos tão imersos nas tecnologias, são capazes, “quando submetidos e incentivados”, a contribuir de forma crítica e criativa para a sociedade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada propôs inserir o método investigativo no estudo de circuitos eletrônicos tendo como aplicação o desenvolvimento de um sensor de gás e fumaça com uma bomba d'água. A aprendizagem é individual, mas pode ser desenvolvida em colaboração e por meio disso contribuir pro progresso no aprendizado. Esta proposta apresentou a elaboração de uma prática com dispositivos usados na robótica educacional, que por sua vez, não estão disponíveis em grande quantidade na escola onde foi aplicada a pesquisa, logo, para atender a todos e também para aprimorar habilidades de trocas de informações e soluções entre dos alunos, foram elaborados por cinco grupos, cinco protótipos do sensor. Todos os dispositivos foram dispostos sobre uma mesa e de acordo com o roteiro os mesmos iam adquirindo os componentes para a montagem dos seus circuitos. Uma vez montado e programado, cada estudante realizou os testes de alcance e tempo de acionamento, todos os cinco sensores funcionaram corretamente e apresentaram eficiência na detecção do gás GLP ou de fumaça, nas distancias de 10 a 30 cm em uma média de 3s o sensor acionou os alarmes luminosos e sonoros, já para as distancias de 40 a 70cm esse intervalo de tempo subiu para uma média de 7s. Os alunos observaram em suas análises e coletas de dado que a fumaça era detectada de uma distância maior que o gás. Os alarmes luminosos e sonoros eram acionados ao mesmo tempo e não houve tanta necessidade de fios para montar o circuito pois usou-se uma protoboard e um suporte de aço para posicionar o sensor no lugar desejado. Este momento de análise foi substancial para o aumento da aplicação do conhecimento teórico dos alunos, pois os mesmos verificaram a aplicação do conceito de resistência que no sensor muda ao detectar a presença de gases ou fumaça no ambiente e essa detecção é convertida em sinal analógico e digital. Observava-se se a tensão e o valor dos resistores estavam corretos, e se necessário mudavam cabos e dispositivos para posições diferentes a fim de adquirir melhor eficiência no funcionamento do dispositivo.

Os resultados obtidos mostraram que mesmo imersos a tecnologias e conceitos elétricos, os alunos participantes desta pesquisa não analisam criticamente com facilidade a interação entre o teórico e o prático e suas aplicações, mas que mediante aplicação de metodologias que norteiam essas propostas, os mesmos são capazes de apresentar aumento em suas capacidades intelectuais de resolver

problemas e construção de explicações para situações-problemas. Pode-se afirmar que este produto educacional contribuiu para o aprimoramento da aprendizagem por investigação, que apresentou resultados relevantes quanto ao conhecimento dos alunos dentro do conteúdo proposto, afirmação que se dá, quando comparados os resultados por alunos e pelos grupos. Ressalta-se a importância de colocar o estudante como parte integrante do processo, atuando de forma ativa nas atividades propostas para a aprendizagem. A robótica com seu cunho lúdico, mas desafiador, proporciona o aprimoramento na atenção e coloca o estudante no centro do seu processo de desenvolvimento cognitivo.

Pode-se concluir que dentro da proposta apresentada pela autora os objetivos foram alcançados, todas as atividades foram realizadas e mesmos com os desafios todas as práticas foram realizadas. Os resultados obtidos demonstram aumento no aprendizado da instrução de circuitos elétricos.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Sirlei de Fátima; FAQUETI, Marouva Fallgatter. **Projeto de pesquisa**. Camboriú: Instituto Federal Catarinense. 2005. 9 p.

ASSMANN, H. **Curiosidade e prazer de aprender**. Petrópolis: Editora Unimep, 2004.

ALIMISIS, D. A. G. B. **Robotics in Physics: fostering graphing abilities in kinematics** In: Obdrzálek, D. (ed.) Proceedings of the 4rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching With Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. Padova (ITALY): [s.n.], 10 p. July 2014.

ANDRADE, G. T. B. **Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas**. Revista Ensaio, v. 13, n. 01, p. 121-138.2011

ALMEIDA, T. O.; MAGALHÃES NETTO, J. F.; CUSTÓDIO, T. P. Desenvolvimento e Configuração de Cenários de Robótica para fomentar a Aprendizagem de Programação aos Alunos do Ensino Fundamental. In: WORKSHOP DEINFORMÁTICA NA ESCOLA,23.,2017, Recife. Anais. Recife: Sociedade Brasileira de Computação, 2017, p. 205-214.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

Ausubel, D.P., Novak, J. D. e Hanesian, H. (1978). **Educational Psychology – A Cognitive View**. 2. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. 1 ed., São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2004.

BRASIL. [BNCC (2017)]. Base nacional comum curricular 3ª versão. BNCC 2017. Brasília, DF: Ministério da Educação,

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria MEC nº 1.432, de 28 de dezembro de 2018. **Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos**. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Portaria-MEC-1432-2018-12-28.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRAGA, D. B. **Ambientes digitais: reflexões teóricas e práticas**. São Paulo: Cortez, 2013.

Braz, R.N.; Oliveira, L.T. (2016) “**A Robótica no Ensino de Física: Uma Saudável Relação Interdisciplinar**”, In: III CONEDU: Congresso Nacional de Educação.

CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS PERIGOSOS, SIIPP. 2021 Disponível em: http://200.144.30.103/siipp/public/imprime_classificacao.aspx#:~:text=Gases%20t%C3%B3xicos%3A%20s%C3%A3o%20gases%2C%20reconhecidamente,risco%20%C3%A0%20sa%C3%BAde%20das%20pessoas. Acesso em 27 de Julho de 2024.

CBMCE. Corpo de Bombeiros Militar do Ceará. 2024. Disponível em <<https://www.bombeiros.ce.gov.br/2024/09/03/o-corpo-de-bombeiros-militar-do-ceara-cbmce-apagou-975-incendios-em-residencias-em-2024/>> Acessado 27 de Julho de 2024.

C. Schons, E. Primaz, G. A. P. Wirth. **Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para Alunos do Ensino Fundamental da Disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem**. In Anais do I Workshop de Computação da Região Sul, 2004.

CAREY, S. *et al.* (1989) "**Um experimento é quando você tenta e vê se funciona': um estudo da compreensão dos alunos do 7º ano sobre a construção do conhecimento científico**", *International Journal of Science Education* , 11(5), pp. 529. doi: 10.1080/0950069890110504.

CARVALHO, A. M. P. et al. **El pale de las actividades em la construcción del conocimiento em clase**. *Investigación em la Escuela*. p.60-70. 1995.

CLEMENT, L. **Autodeterminação e Ensino Por Investigação: Construindo Elementos Para Promoção da Autonomia em Aulas de Física**. Tese Doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2013.

COUTINHO, L. M.. *Imagens sem fronteiras: A gênese da TV escola no Brasil*. In: Gilberto Lacerda dos Santos (Org). *Tecnologias na Educação e formação de professores*. Brasília: Plano Editora, p. 69-98, 2003.

DA SILVA LOPES, Almir Rogério; CRUZ, Ellen; SIEBRA, Claurton. *Uma Análise com Foco Quantitativo sobre o Uso da Robótica Educacional no Ensino da Física*. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2018. p. 99-108.

D'ABREU, João Vilhete Viega. **Ambientes de Aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados**. In BARANAUSKAS, M. Cecília; MAZZONE, Jaures; VALENTE, José Armando (org). *Aprendizagem na era das tecnologias digitais*. Editora Cortez, São Paulo, 2007.

DI RENNA, Roberto Brauer et al. **Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino** (Versão: A2013M10D02). 2013.

EDMUND, N. W. **Reports on the relationship of the scientific method to scientifically valid research and education research.** U.S. Department of Education Institute of Education Sciences. Washington D.C, 2005.

FERREIRA, Geislana Padeti et al. **Robótica aplicada ao ensino de resistores.** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Fredric LITTO. **Previsões para o futuro da aprendizagem.** Coluna do site Aprendiz 18-07-2002. Disponível em <www.uol.com.br/aprendiz/n_colunas/f_litto/id260202.htm>.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FORNAZA, R., WEBBER, C. G. **Robótica Educacional Aplicada À Aprendizagem em Física.** In: Ciclo de Palestras Sobre Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, 2014.

GOMIDES, J.E. **A definição do problema de pesquisa a chave para o sucesso do projeto de pesquisa.** Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão, ano IV, n. 6, 2002

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1996;

GOMES, Alberto Albuquerque. **Considerações sobre a pesquisa científica: Em busca de caminhos para a pesquisa científica.** Intertemas. Presidente Prudente, v5,p61-81, Nov.2001.

GOMES HECK, T.; MASLINKIEWICZ, A.; SANT'HELENA, M. G.; RIVA, L.; LAGRANHA, D.; SENNA, S. M.; DALLACORTE, V. L. C.; GRANGEIRO (IN MEMORIAM), M. E.; CURI, R.; BITTENCOURT, P. I. H. de. **Iniciação científica no ensino médio: um modelo de aproximação da escola com a universidade por meio do método científico.** Revista Brasileira de Pós-Graduação, [S. l.], v. 8, n. 2, 2012. DOI: 10.21713/2358-2332.2012.v8.245. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/245>. Acesso em: 1 abr. 2024.

GONÇALVEZ, M.I.R. **Mudanças nos sistemas de ensino: Teorias da aprendizagem que podem fundamentar a comunidade cooperativa de aprendizagem em rede.** Linhas Críticas, v. 10, n. 19, 2004.

GRIFFITHS, D. J. **Introduction to electrodynamics.** 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. p.576.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física 3.** LTC, 1996.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**, 9 a Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001;

JÚNIOR, L. O. F. **O uso de Arduino na criação de kits para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação). Universidade Estadual de Campinas. Limeira. 2014.

LIBÂNEO, José Carlos. **didática**. Cortez Editora, p 83, 1990;

LIEBERKNECHT, E. A. **Robótica Educacional**. P. 20, 2009.

LITTO, Fredric. **Previsões para o futuro da aprendizagem**, 2003.

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

MAISONNETTE, Rogers. **A Utilização dos Recursos Informatizados a Partir de uma Relação Inventiva Com a Máquina: A Robótica Educativa**. PROINFO-Programa Nacional de Informática na Educação, Curitiba-PR. p. 35, 2002.

MARKUS, Otávio et al. **Circuitos Elétricos–Corrente Contínua e Corrente Alternada**. Saraiva Educação SA, 2018

MATOS, Maicon Teixeira de et al. **Robótica educacional no ensino de física: construção e aplicação de carrinhos de controle remoto para abordagem do conteúdo de dinâmica? forças e as leis de Newton**. 2021

MINSKY, Marvin. **Society of mind**. Simon and Schuster, 1988.

MORÁN COSTAS, José Manuel. **Novas tecnologias e o reencantamento do mundo. Tecnologia educacional**. Rio de Janeiro: Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, 1995. Disponível em: <https://www.eca.usp.br/acervo/acervo-local/producao-academica/000891734.pdf>. Acesso em 10 de Junho de 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa crítica**. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 10 Mai. 2024.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NASCIMENTO, P.N.G. **A Robótica Educacional Como Meio de Aprendizagem no Ensino Fundamental**. Lavras, Minas Gerais, 96p. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Utilização de Conceitos Básicos de Matemática e Experimentos de Robótica para a Compreensão de Fenômenos Físicos).

NOVAK, J.D. **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira, 1998.

OLIVEIRA, Anely Souza. **A formação do professor para a educação profissional: mapeando a produção bibliográfica**. 2016.130f. Dissertação (Mestre em educação) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista: 2016.

OLIVEIRA, ALEXANDRE. **Material De Apoio ao docente. Investigação Científica**. 2023. Disponível em < https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Unidade-Curricular_Investigacao_Cientifica.pdf>.
Acessado 10 de Maio de 2024. .

ORTOLAN, I. T. **Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva**. Dissertação (Mestrado) — Ciências Da Computação - UFSC, 2003. P. 45. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85322/201832.pdf?sequence=1f>. Acesso em 07 de Julho de 2024.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008. 210 p.

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 2000. Disponível em <<chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acessado 10 de Junho de 2024.

PETROBRÁS. **Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)**. 2024. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/quem-somos/gas-liquefeito-de-petroleo>>. Acesso em: 27 Junho, 2021.

PEREIRA, Liliana Lemus; MARTINS, Zildete Inácio. **A identidade e a crise do profissional docente**. In: BRZEZINSKI, Iria (Org.). Profissão professor: identidade e profissionalização docente. Brasília: Plano, 2002.

RABELO, A. P. S. **Robótica educacional no ensino de física**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

ROGERS, C. **Introduction. Physics With Robotics** – An NXT and RCX Activity Guide for Secondary and College Physics by William Church, Tony Ford, and Natasha Perova. Knoxville, TN. [S.I.]: College House Publishing, 2009.

SANDHOLTZ, Judith Haymore, RINGSTAFF, Cathy e DWYER, David. **Ensinando com Tecnologia. Criando Salas de Aula Centradas nos Alunos**. Artes Médicas: Porto Alegre, 1997.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1 reimp., São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SANTOS, Jarles Tarsso Gomes; DE LIMA, Jefferson Felipe Silva. Robótica Educacional e Construcionismo como proposta metodológica para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem significativa. **RENOTE**, v. 16, n. 2, p. 596-605, 2018.

SANTOS, C.F. e MENEZES, C.S (2005) “**A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional**”, In: Anais do Workshop de Informática na Educação (WIE 2005).

SCHMITT, F. F.; LAHROODI, R. **The epistemic value of curiosity**. **Educational Theory**, v. 58, p. 125-148, 2008.

SILVA, Alzira Ferreira da RoboEduc: **Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional/ Alzira Ferreira da Silva – Natal, RN, 2009. p.39. Disponível <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/15128/1/AlziraFS.pdf>**. Acessado 7 de Julho de 2024.

TIPLER, Paul Allan. Física para cientistas e engenheiros, v.2: eletricidade e magnetismo, 1933, p. 144 a 158.

TRENTIN, Marco AS; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio; TEIXEIRA, Adriano Canabarro. **A robótica livre no auxílio da aprendizagem do movimento retilíneo**. In: Anais do XIX Workshop de Informática na Escola. SBC, 2013. p. 52.

YONG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III: Eletromagnetismo**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva do professor: ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C.E. **Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens.** Rev. Ensaio. Belo Horizonte. v.13. n.03. p.67-80. 2011.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

PERGUNTAS	RESPOSTAS
01. Os circuitos elétricos fazem parte do nosso dia a dia em dispositivos elétricos. De que forma a corrente elétrica que flui pelo circuito possui relação com a tensão e a resistência elétrica?	
02. Por que podemos afirmar que um projeto de robótica, como um sensor de gás e fumaça, é um circuito elétrico?	
03. Para a elaboração de um projeto de robótica podemos usar alguns dispositivos e formar um circuito elétrico. Descreva quais dispositivos podem ser utilizados para desenvolver um sensor de gás e fumaça com alerta luminoso e sonoro.	
04. O Sensor de Gás Inflamável e Fumaça MQ-2 tem um baixo custo e simples utilização em projetos de automação residencial com Arduino. Responda como podemos avaliar a eficiência do sensor em relação ao tempo e a distância da fonte de gás e fumaça? Como a eficiência é afetada se colocarmos o sensor em ambientes fechados e abertos?	
5. Qual a relação entre a eficiência do sensor de gás e fumaça e um circuito elétrico?	

APÊNDICE B - RESULTADOS- PROJETO SENSOR DE GÁS E FUMAÇA**AULA 6****RESULTADOS- PROJETO SENSOR DE GÁS E FUMAÇA**

- Coleta de dados para o teste com a fumaça é o gás GLP.

Queime um papel em branco e posicione nas seguintes distâncias.

FUMAÇA		TEMPO (s) PARA ACIONAR O LED (V)	TEMPO (s) PARA ACIONAR O BUZZER
1	10cm		
2	20cm		
3	40cm		
4	50cm		
5	70cm		

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE (RELATÓRIO)

RELATÓRIO FINAL	
EXPERIMENTO:	
DISCIPLINA:	TURMA:
ALUNO:	PROFESSOR:
OBJETIVOS DO TRABALHO	
Q.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	
(Breve descrição dos equipamentos e métodos usados e a realização do circuito elétrico, qual tensão e resistência elétrica usada)	
Q.2 CONCEITOS FÍSICOS APRENDIDOS NA MONTAGEM DO SENSOR DE GÁS E FUMAÇA	
(Mencione sobre o circuito elétrico montado, a tensão e os resistores, como devem ser posicionados para ativar o sistema ?)	
Q.3 RESULTADOS, DISCUSSÃO E ANÁLISE I	

(Resultados obtidos nos testes do dispositivo, a montagem do circuito resultou em eficiência?)

Q.4 RESULTADOS, DISCUSSÃO E ANÁLISE II
(O circuito montado usa o resistor para qual finalidade? O dispositivo funciona corretamente quando você aplica os conceitos de corrente, tensão e resistência?)

Q.5. CONCLUSÃO
(É possível aplicar os circuitos elétricos para aplicações em situações cotidianas? Ocorreu aumento da sua aprendizagem com a montagem do circuito na prática ?)