



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – FACET  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT-BBG



JOSEMAR PEREIRA HIDALGO

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA PRODUÇÃO DE UM OBJETO DE  
APRENDIZAGEM SOBRE CIRCUITO ELÉTRICO E ELETRÔNICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Barra do Bugres/MT  
Abril de 2024

JOSEMAR PEREIRA HIDALGO

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA PRODUÇÃO DE UM OBJETO DE  
APRENDIZAGEM SOBRE CIRCUITO ELÉTRICO E ELETRÔNICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *campus* Universitário Dep. Est. Renê Barbour, Barra do Bugres/MT, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Linha de Pesquisa:** Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

**Orientadora:** Dra. Minéia Cappellari Fagundes

Barra do Bugres/MT  
Abril de 2024

H642p	<p>HILDAGO, Josemar Pereira.</p> <p>Pensamento Computacional na Produção de um Objeto de Aprendizagem Sobre Circuito Elétrico e Eletrônico para o Ensino de Ciências / Josemar Pereira Hildago - Barra do Bugres, 2024. 172 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Câmpus de Barra do Bugres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2024. Orientador: Minéia Cappellari Fagundes</p> <p>1. Aprendizagem Significativa. 2. Circuito Elétrico. 3. Ensino de Física. 4. Placa Arduino. 5. Tinkercad. I. Josemar Pereira Hildago. II. Pensamento Computacional na Produção de um Objeto de Aprendizagem Sobre Circuito Elétrico e Eletrônico para o Ensino de Ciências: .</p> <p>CDU 004.3/.42:53(07)</p>
-------	--



Governo de Mato Grosso  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

JOSEMAR PEREIRA HIDALGO

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA PRODUÇÃO DE UM OBJETO  
DE APRENDIZAGEM SOBRE CIRCUITO ELÉTRICO E ELETRÔNICO  
PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. “Renê Barbours” – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 30 de abril de 2024.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Minéia Cappellari Fagundes (PPGECM/UNEMAT)  
Orientadora

---

Prof. Dr. Diego Piasson (PPGECM/UNEMAT)  
Examinador Interno



Documento assinado digitalmente  
MARCELO FRANCO LEAO  
Data: 02/05/2024 13:33:25-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof. Dr. Marcelo Franco Leão (IFMT)  
Examinador Externo



UNEMAT/DIC/2024/24970



Assinado com senha por MINEIA CAPPELLARI FAGUNDES - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / NVM-FACISAA - 02/05/2024 às 16:23:57 e DIEGO PIASSON - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FACET - 02/05/2024 às 21:11:31.  
Documento Nº: 16846398-2101 - consulta à autenticidade em  
<https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=16846398-2101>

SIGA

## DEDICATÓRIA

### **Dedico esta dissertação...**

Aos meus pais, por terem-me proporcionado a vida.  
Aos estudantes participantes desta pesquisa, por me proporcionarem esta produção.  
Aos colegas de trabalho, por terem colaborado comigo nos momentos em que me ausentei  
para as aulas presenciais e orientações.  
À gestão da Escola Ramon Sanches, pela empatia e compreensão.  
À minha orientadora, Dra. Mineia Capillari Fagundes, pela confiança, paciência, incentivo,  
amizade e excelente orientação.  
A mim, por poder contribuir com a ciência por meio desta pesquisa.

## EPÍGRAFE

*Imagino Deus como um programador que conseguiu desenvolver um programa muito interessante chamado HUMANO. O que diferencia este programa de qualquer outro é a quantidade incalculável de variáveis possíveis.*

*(Sidney Saymon)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente pela paciência, dedicação e respeito profissional à Prof.<sup>a</sup> Dra. Minéia Cappellari Fagundes, que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, mostrando o caminho e o sentido a cada etapa, sempre centrada e transparecendo muita calma e sábia em nossas conversas, contribuindo expressivamente para o meu entendimento sobre o tema de estudo e seus alicerces referenciais.

Agradeço inicialmente ao Prof. Dr. Diego Piasson e ao Prof. Dr. Marcelo Franco Leão, que disponibilizaram seu tempo para a composição da banca de qualificação e por todas as contribuições sugeridas, norteando meu caminho ao final da pesquisa, para evidenciar os resultados com primazia.

Aos professores do PPGCEM, por seu tempo dedicado às aulas diferenciadas, sempre buscando o sentido positivo das propostas encaminhadas de debate e estudos entre os colegas de turma, para que houvesse efetiva troca de experiências e opiniões. Em especial:

- À Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Landin Negreiros, que nos prestou grande ajuda em suas orientações e correções nas aulas de Metodologia de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática.
- A Prof.<sup>a</sup> Dra. Daise Lago Pereira Souto, com toda sua bagagem cultural, experiência e metodologia nas aulas de tecnologias digitais no Ensino de Ciências e Matemática.
- Ao Prof. Dr. Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba, pelas riquíssimas contribuições na aprendizagem sobre tendências pedagógicas e revisão sistemática da literatura.
- Ao Prof. Dr. Diego Piasson e Prof.<sup>a</sup> Dra. Mineia Capellari Fagundes, pelos conhecimentos adquiridos e produzidos nas aulas de Tópicos Avançados: Pensamento Computacional no Ensino de Ciências e Matemática.
- Ao secretário Emerson do PPGCEM, pela empatia, sabedoria e respeito em nos atender e pela agilidade nas declarações de presenças emitidas no decorrer das aulas e orientações presenciais.

À equipe gestora da Escola Estadual Ramon Sanches Marques, de Tangará da Serra/MT, na pessoa da Prof.<sup>a</sup> Leniuza Roberto (gestora 2016-2022), que contribuiu e abriu as portas para que ocorresse nossa pesquisa acadêmica e por facilitar minhas saídas da escola para poder participar das aulas presenciais no *campus* da UNEMAT de Barra do Bugres/MT, no ano de 2022. Aos professores que atuaram na escola nos anos de 2022 e 2023, por segurarem minhas aulas nas suas horas-funções, nos momentos em que me ausentava para aulas e orientações. À

gestora atual (gestão 2023/2024), Prof.<sup>a</sup> Dheimy Cristina Navarro Sanches, por proporcionar espaço e tecnologias digitais para desenvolvermos o curso para a produção dos dados de nossa pesquisa.

Em especial à professora Thalita, por estar sempre presente comigo no desenvolvimento de cada atividade deste mestrado e dissertação, contribuindo com seus conhecimentos matemáticos, eletrônica e marcenaria, e participando como orientadora dos grupos de estudantes nesta pesquisa. Ao professor Daniel, por se fazer presente em nosso projeto no ano de 2022, contribuindo e orientando um grupo de estudantes com seus conhecimentos de geografia, artes e marcenaria.

A todos os profissionais de apoio e técnicos da escola (Tiago, Wolf, Marina), por estarem sempre conosco na organização dos espaços, dos aparatos tecnológicos e conhecimentos para lidar com as tecnologias digitais, aplicativos e plataformas. E aos estudantes que participaram de forma protagonista no curso ODATIP, proporcionando os dados desta pesquisa.

Aos amigos e colegas do PPGCEM, que estarei levando em pensamento pelas conversas e horas trabalhadas em conjunto, das práticas aos discursos acirrados que trouxeram imensos adendos ao nosso trabalho como professores. Em especial minha irmã de orientação Marcela Mandanês, que muito tem contribuído na minha escrita, tirando seu valioso tempo para leitura e sugestões, e no estado emocional e psicológico, por meio das conversas no WhatsApp, confraternizações entre os mestrandos e reuniões pelo Google Meet. Ao meu grande amigo Luiz Rodrigo, que nunca mediu esforços em prestar-me socorro com artigos, dissertações, vídeos e diversas informações, bem como trocar ideias pelo WhatsApp e reuniões pelo Meet.

Aos meus pais, Benedito Hidalgo e Maria Pereira Hidalgo, ambos sempre me incentivaram e mostraram que a educação e o aprendizado devem estar em primeiro plano, dedicando suas vidas para que isto acontecesse. À minha irmã Edna Hidalgo e ao meu amigo José Ailton Pereira de Lima, por cuidar dos meus cachorros e minhas plantas nos momentos em que me ausentava para as aulas presenciais em Barra do Bugres.

Meus agradecimentos ao PPGCEM, por proporcionar espaços de produção e troca de conhecimentos científicos e momentos de pesquisas, e à CAPES, por financiar e apoiar nas produções científicas e divulgar os resultados das pesquisas.

Imensa gratidão ao Deus Pai e Todo Poderoso, pela minha vida e todas as oportunidades que tem proporcionado a mim. Por ter me fortalecido nesta caminhada (trabalho e estudo), que não foi fácil, mas gratificante e prazerosa.

## RESUMO

A necessidade de implementar estratégias de mediação que facilitem a busca pelo conhecimento e que viabilize um maior envolvimento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem levou-nos a desenvolver esta pesquisa no Ensino de Ciências. Buscamos responder ao problema de pesquisa ‘Como os quatro pilares do Pensamento Computacional (PC), potencializam o Ensino de Ciências na elaboração de um Objeto de Aprendizagem (AO) sobre circuito elétrico e eletrônico, por meio do *software* Tinkercad e da placa Arduino?’. Cujo objetivo foi compreender as potencialidades dos quatro pilares do PC no Ensino de Ciências por meio da elaboração de um OA envolvendo circuito elétrico e eletrônico, com o *software* Tinkercad e a placa Arduino. A pesquisa está fundamentada em Brackmann (2017) e Shimiguel (*Org.*), (2022), sobre o PC, e em Braga (2014, 2015), sobre OA. Metodologicamente, a tipologia da pesquisa é a qualitativa e com o procedimento de estudo de campo (Gil, 2009; Lakatos, 2003). A produção de dados ocorreu entre os meses de março e maio de 2023, na Escola Estadual Ramon Sanches Marques, localizada no município de Tangará da Serra/MT, com dez estudantes do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental (EF) e cinco estudantes do 1º ano do Ensino Médio (EM), no curso Objeto de Aprendizagem por meio do Tinkercad e Pictoblox (ODATIP), organizado em dez semanas de encontros presenciais, com carga horária de 40 horas, na abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa e Metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos. Como instrumentos para a produção de dados, utilizamos diário de bordo, gravações audiovisuais, placa Arduino e *software* Tinkercad. Para a análise dos dados, utilizamos o método de análise de conteúdo e a técnica categorial de Bardin (1977) e Rodrigues (2019), que proporcionou a emersão das categorias de análise: 1) Decomposição na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 2) Reconhecimento de padrões na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 3) Abstração na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 4) Algoritmo na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências. Os resultados evidenciaram que: a inserção da tecnologia digital (*software* Tinkercad) e da linguagem de programação utilizados pelos estudantes, proporcionou momentos de aprendizagem significativa e despertou o interesse pelo objeto de conhecimento em questão; e o desenvolvimento dos quatro pilares do PC no desenvolvimento do curso, proporcionou ao estudante planejar, pesquisar, executar, avaliar, replanejar, trabalhar em equipe, dividir funções, aprender com os erros, simular e praticar (mão na massa). Concluímos que o desenvolvimento dos quatro pilares do PC no Ensino de Ciências e na produção de OA facilitou a compreensão, permitiu a personalização do ensino e aprendizagem, promoveu a compreensão conceitual, o pensamento crítico e a capacidade de generalização, proporcionou momentos de ensino colaborativo, prático, interativo, experimental e significativo, propiciou o protagonismo do estudante no processo de ensino e desenvolvimento dos objetos de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico’ significativo e aplicável.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Aprendizagem Significativa. Circuito Elétrico. Ensino de Física. Placa Arduino. Tinkercad.

## ABSTRACT

The need to implement mediation strategies that facilitate the search for knowledge and enable a greater involvement of students in the teaching and learning process led us to develop this research in Science Teaching. We seek to answer the research problem 'How do the four pillars of Computational Thinking (PC) enhance Science Teaching in the elaboration of a Learning Object (AO) about electrical and electronic circuit, through the *Tinkercad* software and the Arduino board?'. Whose objective was to understand the potentialities of the four pillars of the PC in Science Teaching through the elaboration of an OA involving electrical and electronic circuit, with the *Tinkercad* software and the Arduino board. The research is based on Brackmann (2017) and Shimiguel (*Org.*), (2022), on CP, and on Braga (2014, 2015), on OA. Methodologically, the typology of the research is qualitative and with the field study procedure (Gil, 2009; Lakatos, 2003). Data production took place between March and May 2023, at the Ramon Sanches Marques State School, located in the municipality of Tangará da Serra/MT, with ten students from the 8th and 9th grades of Elementary School (EF) and five students from the 1st year of High School (EM), in the Learning Object course through Tinkercad and Pictoblox (ODATIP), organized in ten weeks of face-to-face meetings, with a workload of 40 hours, in the approach of Meaningful Learning Theory and Project-Based Learning Methodology. As instruments for data production, we use logbook, audiovisual recordings, Arduino board and *Tinkercad* software. For data analysis, we used the content analysis method and the categorical technique of Bardin (1977) and Rodrigues (2019), which provided the emergence of the categories of analysis: 1) Decomposition in the production of OA on electrical and electronic circuits in Science Teaching; 2) Recognition of patterns in the production of OA on electrical and electronic circuits in Science Teaching; 3) Abstraction in the production of OA on electrical and electronic circuits in Science Teaching; 4) Algorithm in the production of OA on electrical and electronic circuits in Science Teaching. The results showed that: the insertion of digital technology (*Tinkercad* software) and the programming language used by the students, provided moments of significant learning and aroused interest in the object of knowledge in question; and the development of the four pillars of the PC in the development of the course, provided the student to plan, research, execute, evaluate, replan, work as a team, Divide functions, learn from mistakes, simulate and practice (hands-on). We conclude that the development of the four pillars of CP in Science Teaching and in the production of OA facilitated understanding, allowed the personalization of teaching and learning, promoted conceptual understanding, critical thinking and the ability to generalize, provided moments of collaborative, practical, interactive, experimental and meaningful teaching, provided the student's protagonism in the teaching process and development of the objects of knowledge 'circuit' electrical and electronic' significant and applicable.

## KEYWORDS:

Meaningful Learning. Electric circuit. Physics Teaching. Arduino board. Tinkercad.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Estrutura Organizacional da Dissertação.....	21
<b>Figura 2</b> - Organização das seções do embasamento teórico. ....	27
<b>Figura 3</b> - Conjunto de Facilitadores de Moreira. ....	29
<b>Figura 4</b> - Mapa conceitual sobre os tipos, formas e os princípios organizacionais e programáticos da ASC.....	30
<b>Figura 5</b> - Decomposição do objeto ‘bicicleta’ em partes menores. ....	41
<b>Figura 6</b> - Reconhecimento de padrões (similaridades entre raças de cachorros).....	43
<b>Figura 7</b> - O pilar abstração por meio do mapa de metrô. ....	45
<b>Figura 8</b> - Algoritmo na sequência de ordem das partes da imagem de um cachorro.....	47
<b>Figura 9</b> - Tipos de circuito elétrico. ....	55
<b>Figura 10</b> - Quantitativo de trabalhos selecionados em cada base de dados. ....	69
<b>Figura 11</b> - Sumarização dos dados de acordo com o Estado brasileiro e ano de publicação. ....	75
<b>Figura 12</b> - Tecnologias e softwares utilizados e tipos de OA. ....	76
<b>Figura 13</b> - Pilares ou habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências. ....	78
<b>Figura 14</b> - Estrutura dos aspectos metodológicos. ....	82
<b>Figura 15</b> - Mapa da localização do ambiente da produção dos dados. ....	85
<b>Figura 16</b> - Espaço da sala maker. ....	87
<b>Figura 17</b> - Características da Aprendizagem Baseada em Projeto.....	90
<b>Figura 18</b> - Interface do Tinkercad para acesso ou cadastro. ....	92
<b>Figura 19</b> - Interface do Tinkercad para modelagem de objetos 3D. ....	92
<b>Figura 20</b> - Interface do Tinkercad para prototipagem de circuitos elétricos com placa Arduino. ....	93
<b>Figura 21</b> - Interface do Tinkercad para programação em bloco e texto.....	93
<b>Figura 22</b> - Placa Arduino Uno comercial.....	94
<b>Figura 23</b> - Interface do software Arduino IDE. ....	96
<b>Figura 24</b> - Fases da Análise de Conteúdo. ....	102
<b>Figura 25</b> - Etapas da fase da pré-análise na técnica de análise categorial. ....	103
<b>Figura 26</b> - Categorias de análise. ....	107
<b>Figura 27</b> - Planejamento das atividades a serem desenvolvidas. ....	111
<b>Figura 28</b> - Estudantes fazendo pesquisas e registros sobre os conceitos básicos de circuito. ....	111

<b>Figura 29</b> - Conceitos relacionados ao objeto de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico’. .....	112
<b>Figura 30:</b> Organização dos elementos e componentes do circuito na prototipagem no software Tinkercad.....	115
<b>Figura 31:</b> Elementos e componentes básicos utilizados na prototipagem do circuito virtual do E07.....	120
<b>Figura 32:</b> Simulações da resistência do resistor no software Tinkercad testado pelo E09..	122
<b>Figura 33</b> - Informações sobre ‘código de cores de resistor’ registrado pelo E08. ....	123
<b>Figura 34:</b> Protótipo do circuito elétrico e eletrônico no software Tinkercad do E07. ....	127
<b>Figura 35:</b> Detalhes ignorados durante a busca por informações sobre circuito.....	130
<b>Figura 36:</b> Elementos e componentes básicos para o circuito selecionado pelos estudantes. .....	131
<b>Figura 37:</b> Abstração por meio do mapa conceitual sobre circuitos elétricos.....	132
<b>Figura 38:</b> Abstração do objeto de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico.....	132
<b>Figura 39</b> - Elementos e componentes selecionados para o circuito virtual.....	134
<b>Figura 40</b> - Representação do tipo de resistor utilizado no circuito.....	136
<b>Figura 41</b> - Protótipo do circuito e linguagem de programação em bloco no Tinkercad. ....	139
<b>Figura 42</b> - Montagem do circuito do carrinho controlado por dispositivo móvel feita pelos estudantes.....	142
<b>Figura 43</b> - Programação em texto para o carrinho de controle no Arduino IDE. ....	143

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Princípios e descrição de uma aprendizagem significativa crítica (subversiva)...	29
<b>Quadro 2</b> - Descrição, figura e símbolo dos elementos de um circuito elétrico. ....	56
<b>Quadro 3</b> - Categorias dos componentes eletrônicos: passivos e ativos. ....	57
<b>Quadro 4</b> - Classificação dos componentes de acordo com o emprego de características.....	58
<b>Quadro 5</b> - Os principais tipos de componentes utilizados em circuitos eletrônicos. ....	58
<b>Quadro 6</b> - Descrição dos critérios da revisão sistemática de literatura.....	62
<b>Quadro 7</b> - Informações gerais do PRSL. ....	62
<b>Quadro 8</b> - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma BDTD que tiveram relevância para o estudo. ....	66
<b>Quadro 9</b> - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma Google Acadêmico que tiveram relevância para o estudo. ....	67
<b>Quadro 10</b> - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma Periódicos CAPES que tiveram relevância para o estudo. ....	68
<b>Quadro 11</b> - Síntese dos estudos selecionados na plataforma Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES. ....	69
<b>Quadro 12</b> - Sumarização das pesquisas selecionadas. ....	70
<b>Quadro 13</b> - Características da pesquisa qualitativa. ....	83
<b>Quadro 14</b> - Cronograma das atividades do curso ODATIP. ....	97
<b>Quadro 15:</b> Descrição dos objetivos e atividades desenvolvidas no curso ODATIP. ....	99
<b>Quadro 16:</b> Temáticas abordadas em cada transcrição dos áudios e vídeos. ....	105
<b>Quadro 17:</b> Frequência de citações das unidades de registro. ....	106
<b>Quadro 18:</b> Visão geral dos códigos (unidades de registro) no MAXQDA. ....	106
<b>Quadro 19:</b> Informações do professor pesquisador. ....	126

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Relação das strings de busca e quantidade de trabalhos encontrados e selecionados na plataforma BDTD. ....	65
<b>Tabela 2</b> - Relação das strings de busca utilizadas para extrair dados na plataforma Google Acadêmico. ....	66
<b>Tabela 3</b> - Relação das strings de busca utilizadas para extrair dados na plataforma Periódicos CAPES. ....	67
<b>Tabela 4</b> - Relação das strings de busca utilizados para extrair dados na plataforma Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES. ....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Projeto

ASC – Aprendizagem Significativa Crítica

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFAPRO/MT – Centro de Formação e Atualização dos Profissionais da Educação Básica de Mato Grosso

CSTA – Computer-Supported Telecommunications Applications

DRC/MT – Documento de Referência Curricular para o Estado de Mato Grosso

DRE – Diretoria Regional de Educação

EERSM – Escola Estadual Ramon Sanches Marques

ETI – Escola de Tempo Integral

FAPEMAT – Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso

ISTE – International Society for Technology in Education

OA – Objeto de Aprendizagem

ODA – Objeto Digital de Aprendizagem

ODATIP – Objeto Digital de Aprendizagem por meio dos *softwares* Tinkercad e Pictoblox

OVA – Objeto Virtual de Aprendizagem

PC – Pensamento Computacional

PcD – Pessoa com Deficiência

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PIE – Programa de Pesquisa e Inovação

PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PPP – Projeto Político-Pedagógico

PRPPG – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

PRSL – Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura

RP – Reconhecimento de Padrões

RSL – Revisão Sistemática de Literatura

SEDUC/MT – Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso

SEMEC – Secretaria Municipal de Educação

SICREDI – Sistema de Crédito Cooperativo

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

TI – Tecnologia da Informação

UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso

UNIC – Universidade de Cuiabá

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
O início de tudo: o ser professor.....	22
1 EMBASAMENTO TEÓRICO .....	27
1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa .....	28
1.2 Objetos de Aprendizagem no Ensino de Ciências.....	31
1.3 Pensamento Computacional .....	35
1.3.1 Decomposição .....	40
1.3.2 Reconhecimento de Padrões (RP) .....	42
1.3.3 Abstração .....	43
1.3.4 Algoritmo.....	45
1.4 Cultura <i>maker</i> nas aulas de Ciências .....	47
1.5 Ensino de Ciências: circuitos elétricos e eletrônicos.....	49
1.5.1 Ensino de Ciências.....	49
1.5.2 Ensino da Física.....	51
1.5.3 Circuito elétrico e circuito eletrônico, grandezas físicas e seus elementos e componentes .....	53
2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA .....	61
2.1 Protocolo da RSL.....	61
2.2 Análise dos dados da revisão.....	76
2.2.1 TD e OA no Ensino de Ciências ao desenvolver habilidades do PC .....	76
2.2.2 Habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências da Natureza.....	78
2.2.3 Evidências do desenvolvimento das habilidades do PC no Ensino de Ciências .....	79
2.3 Algumas considerações .....	80
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	82
3.1 Tipologia da pesquisa .....	82
3.2 Ambiente de produção de dados.....	85
3.3 Sujeitos da pesquisa.....	88
3.4 Procedimentos de ensino: Metodologia Ativa da ABP .....	89
3.5 Instrumentos para produção dos dados.....	90
3.6 Procedimentos de produção dos dados .....	97
3.6.1 Desenvolvimento do curso .....	99
3.7 Procedimentos para análise dos dados – Análise de Conteúdo.....	101

3.7.1 Fase da pré-análise.....	103
3.7.2 Fase da exploração do material .....	103
3.7.3 Fase do tratamento dos resultados .....	104
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	104
4.1 A Decomposição na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências .....	108
4.2 O Reconhecimento de Padrão na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências.....	119
4.3 A Abstração na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências .....	129
4.4 O Algoritmo na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências .....	138
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	145
REFERÊNCIAS .....	151
APÊNDICES .....	162
Apêndice 01: Fichamento dos artigos e dissertações da RSL. ....	162
Apêndice 02: Códigos de comando, linguagem de programação em texto C++ usado para controlar o carrinho. ....	171

## INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19 foi um dos fatores que aceleraram a mudança nas práticas pedagógicas dos professores do século XXI, sendo um marco temporal na educação, pela inserção das diversas Tecnologias Digitais (TD), plataformas, aplicativos educativos, Objetos de Aprendizagem (OA), em especial as videoaulas e os jogos educativos, no planejamento e vida dos professores, para que o estudante pudesse ser assistido de alguma forma, no período das aulas remotas, e não se infringisse o direito de aprendizagem do mesmo, durante o isolamento social.

Neste contexto, em Mato Grosso, aos professores da Educação Básica foram oferecidas formações por meio dos cursos ofertados pela Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC/MT) via plataformas, como exemplo a plataforma Singular, com as formações – Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação; Jogos e cultura digital na educação, entre outras, e as *lives online* promovidas pela SEDUC/MT e Diretoria Regional de Ensino (DRE), usando novas metodologias e TD de ensino e aprendizagem voltadas ao protagonismo do estudante.

Embora os estudantes apresentem habilidades para manusear e interagir com as TD que, muitas vezes, superam as de nós professores, é visível a dificuldade que eles possuem para usá-las como meio para a produção do conhecimento de conceitos e aplicabilidade em problemas práticos do dia a dia.

Percebemos em Bacich (2018, p. 137), ao afirmar que “as tecnologias digitais modificam o ambiente no qual elas estão inseridas, transformando e criando novas relações entre os envolvidos no processo de aprendizagem: professor, estudantes e conteúdos”, que o uso das TD possibilita a transformação e criação de novas relações no processo da aprendizagem, modificando o ambiente e proporcionando o protagonismo entre os envolvidos.

Neste contexto, Moran (2018, p. 11) diz que “é absurdo educar de costas para um mundo conectado, educar para uma vida bucólica, sustentável e progressista baseada só em tempos e encontros presenciais e atividades analógicas”, e destaca ainda que “um aprendiz não conectado e sem domínio digital perde importantes chances de se informar, de acessar materiais muito ricos disponíveis, de se comunicar, de se tornar visível para os demais, de publicar suas ideias e de aumentar sua empregabilidade futura” (Moran, 2018, p. 11).

Cabe destacar que o uso das TD está expresso na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017, p. 9), na quinta competência geral e na sexta competência específica de Ciências da Natureza, para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir

conhecimentos e resolver problemas de forma crítica, significativa, reflexiva e ética. Bem como nas competências específicas de outras áreas do conhecimento.

Consoante esse pensamento, a BNCC prevê orientações que contemplam essa nova geração (Brasil, 2018). Nela está expresso que a escola deve criar situações que possibilitem aos estudantes espaços e momentos educativos com uso das TD no processo da aprendizagem e do protagonismo do estudante, sendo este motivado a planejar e trilhar os caminhos de sua aprendizagem.

No cotidiano escolar (nos momentos dos planejamentos e discussão entre os pares) e nas pesquisas sobre o Ensino de Ciências (levantamento de pesquisas em nossa Revisão Sistemática de Literatura - RSL), percebemos a falta de reflexões e pesquisas que evidenciem o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional (PC): decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, no processo de resolução de problemas ao se produzir OA nos objetos de conhecimentos na área de Ciências da Natureza, bem como as possíveis colaborações de abordagens pedagógicas como a ABP, como mecanismos didáticos que proporcionem aprendizagem significativa e o protagonismo dos estudantes no âmbito escolar.

Sendo assim, na busca de proporcionar espaço de inovação e momentos de aprendizagem que desenvolvessem as habilidades do PC nos estudantes, na área do conhecimento Ciências da Natureza, escrevemos o projeto ‘A construção do carrinho de rolimã como forma de desenvolvimento do Pensamento Computacional no clube de Ciências da escola’, por meio do Edital da FAPEMAT nº 002/2022 – Programa de Pesquisa e Inovação na Escola (PIE), que foi aprovado para ser executado no período de julho de 2022 a fevereiro de 2023.

O projeto previa inicialmente trabalhar com a construção de carrinhos de rolimã na sua forma tradicional, em que os estudantes produziram seus carrinhos de madeira e pudessem realizar competições de corridas. Mas, com o andar do projeto, despertou-nos a curiosidade de produzir carrinhos controlados por dispositivo móvel. Logo concluímos a etapa do carrinho de rolimã de madeira e passamos para a produção do carrinho controlado por dispositivo móvel, fase que rendeu a escrita desta nossa pesquisa, com foco no objeto de conhecimento “circuito elétrico e eletrônico”.

Nesta etapa do projeto, utilizamos o *software* Tinkercad para modelagem 3D das partes do carrinho (roda, base do chassi, eixos) e para prototipagem do circuito elétrico e eletrônico, utilizando os componentes básicos de um circuito disponível no *software*. Dessa forma, os

estudantes tiveram a oportunidade de modelar seu carrinho e prototipar o circuito elétrico e eletrônico no *software* Tinkercad, simulando o funcionamento do circuito com a linguagem de programação em blocos, produzindo assim o OA proposto nesta pesquisa. Como *software* para impressoras 3D, utilizamos o *Ultimaker Cura*, por suportar os formatos de arquivo STL, 3MF e OBJ.

Braga e Menezes (2014, p. 62) dizem que, “por maior que seja a qualidade de um objeto de aprendizagem produzido, é no momento de sua utilização em sala de aula que o seu potencial pedagógico será aproveitado ou não. Por essa razão, cabe ao professor planejar a utilização do OA e lançar mão de boas estratégias que possibilitem o aprendizado de seus estudantes”. Sendo fundamental que o professor conheça sua turma, defina objetivos claros e organize boas atividades com o OA escolhido, utilizando-o em diferentes momentos, para introduzir, aprofundar ou sistematizar conteúdos.

A escolha do objeto de conhecimento a ser ensinado – “circuito elétrico e eletrônico” – na produção um OA, ao desenvolver habilidades do PC, se deu por escolha dos próprios estudantes participantes do projeto. Por ser um projeto desenvolvido na proposta da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), a voz do estudante e seu envolvimento como protagonista é de fundamental importância no processo de escolha da temática e elaboração e execução das etapas do projeto.

As atividades propostas que foram desenvolvidas almejavam a aprendizagem colaborativa e significativa aos estudantes envolvidos, momentos que os colocavam como protagonistas e sujeitos do seu próprio processo de ensino e aprendizagem, realizando tarefas que desenvolvessem os pilares do PC para solucionar os problemas propostos e surgidos no processo de desenvolvimento do curso.

Neste contexto, o problema da nossa pesquisa está determinado em saber: ‘Como os quatro pilares do PC (Brackmann, 2017) potencializam o Ensino de Ciências na produção de OA por meio do *software* Tinkercad e a placa Arduino?’. Para tanto, desenvolvemos esta pesquisa com o objetivo de compreender as potencialidades dos quatro pilares do PC no Ensino de Ciências por meio da elaboração de um OA envolvendo circuito elétrico e eletrônico, com o *software* Tinkercad e a placa Arduino.

No documento da BNCC está escrito que “é preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos” (Brasil, 2018. p. 09).

Esta pesquisa foi desenvolvida na Escola de Tempo Integral (ETI) Escola Estadual Ramon Sanches Marques (EERSM), localizada no município de Tangará da Serra/MT, com estudantes do 9º ano do EF e 1º ano do EM, no clube de ciências, na sala *Maker*. Fatores estes que favoreceram a escolha do local para o desenvolvimento do projeto.

A produção dos dados da pesquisa se deu por meio do curso intitulado “Objeto Digital de Aprendizagem com *Software* Tinkercad e Pictoblox - ODATIP”, entre os meses de março e maio de 2023, totalizando 10 encontros e carga horária de 40 horas. Como instrumento de produção de dados, utilizamos o diário de campo e gravações de vídeo e áudio. Para análise dos dados, recorreremos ao método análise de conteúdo e à técnica de análise temática ou categorial de Bardin (1977).

É cabível registrar que este trabalho estava inserido num projeto maior institucionalizado pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), que, no uso de suas atribuições legais, autorizou o projeto de pesquisa universitária, pela Portaria nº 1093/2022. Este projeto maior está intitulado como “Objetos digitais de aprendizagem como forma colaborativa de ensino e aprendizagem”, com vigência de 01 de setembro de 2022 a 31 de agosto de 2024, autorizado pelo Parecer Consubstanciado do Comitê de ética em Pesquisa Nº 5.823.785.

Na Figura 1, apresentamos a organização desta dissertação, nomeando cada um dos seis capítulos em que estruturamos nossa pesquisa.



Fonte: Próprio pesquisador (2023).

Começa pela introdução, em que apresentamos, de forma geral, o objeto de estudo, o objetivo geral, o problema de pesquisa e a justificativa, a estrutura da dissertação e a trajetória acadêmica do pesquisador.

No capítulo 1, apresentamos o embasamento teórico, organizado em cinco seções. A primeira seção compreende a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). A segunda seção compreende as teorias sobre OA. Na terceira seção abordamos o PC. Na quarta seção apresentamos a cultura *maker* nas aulas de Ciências. E na quinta seção trazemos os teóricos que conceituam e exemplificam o Ensino de Ciências e circuito elétrico e eletrônico.

Já o capítulo 2, compreende a revisão sistemática da literatura (RSL), realizada de acordo com o protocolo de Nakagawa *et al.* (2017), nas bases de dados Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Periódicos CAPES, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e Google Acadêmico, na literatura brasileira, no idioma língua portuguesa.

No capítulo 3, apresentamos a metodologia da pesquisa, o seu delineamento, a caracterização da escola e do grupo de estudantes, os instrumentos de produção de dados e o método e técnica de análise dos dados produzidos.

E no capítulo 4, é realizada a análise dos dados produzidos, por meio do método análise de conteúdo e da técnica de análise categorial de Bardin (1977), sobre as transcrições dos áudios e vídeos gravados nos encontros propostos no curso ODATIP.

Por fim, tecemos nossas Considerações Finais, a partir de uma síntese dos resultados encontrados na análise dos dados, bem como alguns questionamentos que foram surgindo, ao longo da pesquisa, que podem levar a estudos futuros. E, ao final, apresentamos as referências e os apêndices.

## **O início de tudo: o ser professor**

Cidade de Pontes e Lacerda/MT, cidade de nascimento. Minha infância foi vivenciada numa comunidade rural, no sítio São José, hoje localizado no município do Vale de São Domingos/MT, que antes era distrito de Pontes e Lacerda/MT.

Fase de pobreza e sofrimento, mas de muita alegria, vida em família e comunidade, aprendizagem para a vida e infância de verdade, fazíamos carrinhos de madeiras com lata de óleo, armávamos arapuca, caçávamos de estilingue, chupava-se cana cascando-a com os próprios dentes...

Quando digo que foi uma fase de sofrimento, remeto à ausência de meu pai por um período de quase dois anos, pois o mesmo ficou fora uma temporada da minha infância, fazendo tratamento de saúde, e minha mãe sempre sendo nosso suporte.

Meus pais, mesmo com pouco grau de escolaridade (3ª série<sup>1</sup> do Ensino Fundamental), sempre me incentivaram e me ajudaram no processo educacional e profissional, me apoiando e auxiliando no que estivesse ao seu alcance.

Ao recordar a infância, lembro-me quantas vezes meus pais faziam farinha de mandioca, limpavam café no pilão e faziam rapadura e levavam à cidade para comercializar e poder comprar meus materiais escolares.

À noite sempre sentávamos na sala, ao clarear de uma lamparina a óleo diesel e/ou querosene (soltava uma fumaça!!!), para fazermos as tarefas escolares. Assim que terminava, minha mãe sempre contava uns causos antes de a gente ir dormir. Ali, naquela harmonia familiar, fazia-se o planejamento para o dia seguinte. Vivemos em sítio e sem energia até meus vinte anos de idade.

No sítio, nossa tecnologia era um rádio tocado a pilha que ficava numa cantoneira no alto, na parede da cozinha. Como me divertia com as pilhas e bucha de bombril..., fazendo faísca de fogo com elas ao juntar as polaridades das pilhas com a bucha.

Escondido dos meus pais, pegava as pilhas da lanterna e brincava de montar circuito com fios e o próprio bico (lâmpada da lanterna), fazendo-o acender fora da lanterna, numa montagem de circuito simples. E quantas vezes minha irmã (mais velha) e meu irmão (mais novo) e eu passávamos horas brincando de escolinha, riscando as paredes de casa (paredes de tábuas) com giz feito de mandioca seca ao sol ou carvão.

Estes simples fatos vividos na infância de alguma forma me motivaram as escolhas profissionais que fiz até hoje. Ao concluir o Ensino Médio com Habilitação no Magistério, no ano 2000, dei início a minha vida profissional na docência em abril de 2001, quando substituí uma professora de matemática que estava de licença médica. Desde então, continuo na educação até os dias atuais.

Minhas primeiras aulas foram sobre “números primos” com uma turma de 7ª série na Escola Municipal Castelo Branco, localizada no assentamento Miranda Estância, na área rural do município de Comodoro/MT. Nesse período, descobri que o componente curricular de minha preferência, para aprofundar a formação e capacitação, era o de Ciências da Natureza e

---

<sup>1</sup> Nomenclatura das etapas do Ensino Fundamental na época. A adoção do Ensino Fundamental de nove anos está descrita na Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006.

ingressei no Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade de Cuiabá (UNIC), em abril de 2005, terminando em julho de 2008.

Nessa escola permaneci na sala de aula até abril de 2004, quando me mudei para a cidade de Comodoro e fui cursar licenciatura em Ciências Biológicas, passando a trabalhar na Escola Municipal Nova União, localizada no Assentamento Águas Claras, área rural do município. Trabalhava nesta comunidade rural durante o dia, a 21 km da cidade, e à noite me deslocava para a Universidade, para cursar meu primeiro nível superior.

Atuei como professor no Ensino Fundamental entre os anos de 2001 e 2008, em escolas do campo e escolas urbanas, nesse momento obtive minhas primeiras experiências como professor, colocando em prática os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio com Habilitação em Magistério e aprendendo com as práticas e experiências dos demais profissionais e estudantes dessas escolas e comunidades.

Em 2009, fui convidado a contribuir com a Educação do Campo na função de Coordenador Pedagógico das Escolas do Campo na Secretaria Municipal de Educação e Cultura (SEMEC) de Comodoro/MT. Neste período, trabalhamos com formação de professores do campo, no campo e para o campo, acompanhados pela UNEMAT do *campus* de Cáceres, na pessoa da Prof.<sup>a</sup> Dra. Judite de Albuquerque, e no desenvolvimento de diversos projetos ambientais e sociais junto aos profissionais das escolas do campo e comunidade escolar de forma geral.

Em 2012, assumi, via concurso público na Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC/MT), o componente curricular Ciências Biológicas na Escola Estadual Vereador Manoel Marinheiro, em Tangará da Serra/MT. Comecei minhas atividades como professor efetivo no dia 30 de março de 2012. Nesta escola pude contribuir na docência, coordenação pedagógica e gestão escolar (diretor). Na ocasião, numa gestão participativa, desenvolvemos diversos projetos ambientais no Córrego Buritis, no paisagismo da escola, feira de ciência, gamificação nas aulas de Ciência da Natureza, uso da TD na sala de aula (aplicativo em celular) e contribuição para as formações na sala do educador da escola, com os métodos ativos para o ensino e aprendizagem.

Em 2020, passei a compor o quadro dos profissionais da ETI-EERSM no mesmo município, onde permaneço até os dias atuais. Hoje estou atribuído nas aulas de Ciências da Natureza e Pensamento Científico I, nas turmas do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, e acompanho o clube de ciências, que acontece na sala *Maker* no intervalo do almoço, nos

diversos projetos dos estudantes às quintas-feiras (uso do Tinkercad para modelagem de objetos, impressão 3D, robótica e programação).

No ano de 2021, participei do processo seletivo da UNEMAT para bolsista do PIBID e desenvolvi a função de supervisor dos Pibidianos de Ciências Biológicas da UNEMAT de Tangará da Serra/MT, na escola onde sou professor.

Durante o período de pandemia, participei de alguns congressos, seminários e cursos de formação voltados ao uso das TD em sala de aula. Participei como estudante especial da disciplina “Tópicos Avançados: Laboratório de Desenvolvimento de Objetos Digitais de Aprendizagem”, com o Prof. Dr. Diego Piasson e a Prof.<sup>a</sup> Dra. Minéia Cappellari Fagundes – disciplina que proporcionou meu encanto pelos ODA como possibilidades de protagonizar o processo de aprendizagem dos estudantes, ao utilizá-los ou produzi-los no Ensino de Ciências.

Um dos maiores desafios percebidos nestes últimos anos foi o uso da TD no processo de aprendizagem dos estudantes. A falta de conhecimento e habilidade no manuseio de plataformas, aplicativos, aulas remotas, repositórios de objeto digital de aprendizagem, a falta de uma cultura digital tanto por parte dos estudantes como do professor.

E, nesse contexto, por acreditar ser necessário pesquisas que contemplem essas temáticas e proporcionem espaços aos estudantes para que dialoguem, pesquisem, busquem informações e utilizem as TD no processo de aprendizagem colaborativa e significativa de forma protagonista, participei do processo seletivo do programa de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Barra do Bugres/MT, no ano de 2021, e fui selecionado para cursar o mestrado na turma de 2022/2023.

Hoje, utilizo as TD disponíveis na escola para ensinar os objetos de conhecimentos de Ciências da Natureza nas turmas em que estou atribuído, o que não é apenas uma obrigação, mas também um prazer, uma satisfação em colocar em prática os conhecimentos adquiridos a cada dia.

Não foi fácil chegar até aqui, fazer um mestrado trabalhando numa escola de tempo integral não é moleza. Mas resisti, lutei e busquei força e ajuda nos colegas de trabalho, na minha orientadora e irmã de orientação, chegando a esta dissertação de mestrado, que vem apresentar a pesquisa de um professor, do professor de Ciências da Natureza, que também se formou em Pedagogia, que sempre buscou reciclar-se por meio das formações continuadas ofertadas pela SEDUC/MT e outras plataformas *online* que oferecem cursos voltados para o uso das TD em sala de aula.

Atualmente participo de cursos voltados ao uso do Arduino e da linguagem de programação, buscando sempre relacionar os conhecimentos de vida com os conhecimentos acadêmicos e trocar experiências com os discentes. E temos como proposta, até o final de 2023 (estudantes do clube de ciências e eu), modelar um robô 3D, imprimi-lo e programá-lo para que recepcione os visitantes em nossa escola e quiçá seja um guia a estudantes com deficiência visual que venham a frequentar nossa unidade de ensino.

No próximo capítulo apresentamos o embasamento teórico utilizado nesta pesquisa. O capítulo 2 está subdividido em cinco seções: na primeira seção apresentamos a TAS; na segunda seção embasamos as teorias sobre ODA, OA e OVA; na terceira seção corresponde à Teoria dos Quatro Pilares do PC; na quarta seção apresentamos a cultura maker e na quinta e última seção sobre o Ensino de Ciências.

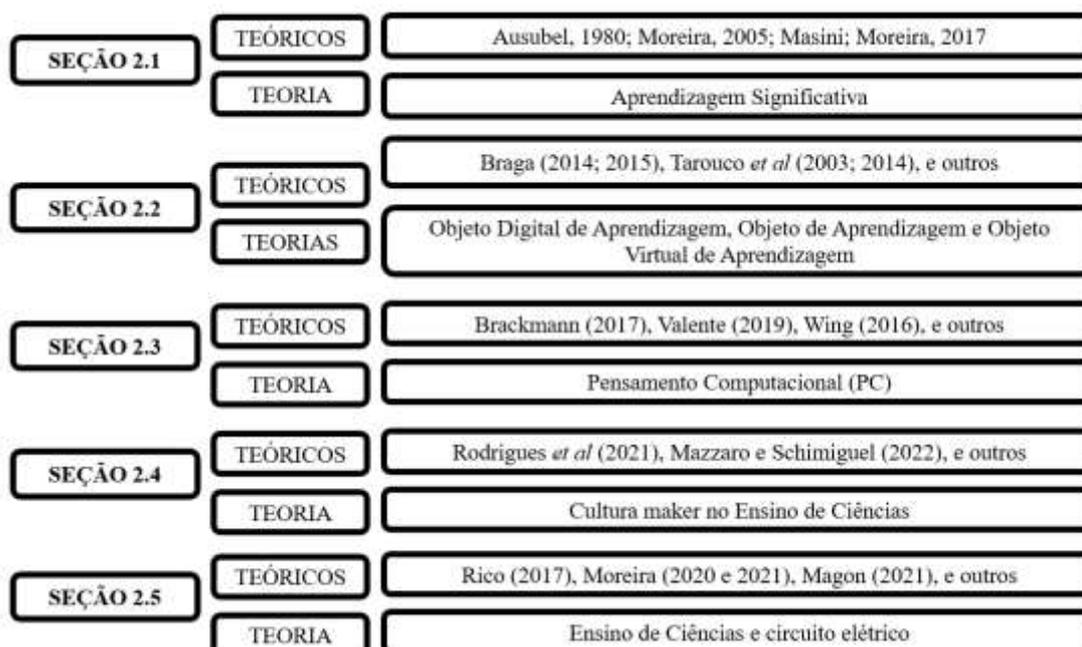
## 1 EMBASAMENTO TEÓRICO

Diante dos desafios atuais interpostos à educação, é premente retomar e reformular formações continuadas sobre o significado, o sentido, as teorias e as possibilidades do desenvolvimento de novas práticas pedagógicas pelos professores por meio das metodologias ativas (Bacich, 2018). Indícios disso são as formações disponibilizados aos professores do Estado de Mato Grosso pelos órgãos conveniados com a SEDUC/MT. As formações continuadas estão sempre proporcionando espaços de reflexão sobre as Metodologias Ativas e uso de TD em sala de aula, levando o professor a repensar suas práticas pedagógicas num mundo pós-pandemia.

As diretrizes curriculares da Educação, como a BNCC e o DRC/MT, apresentam as competências e habilidades que os estudantes da era digital devem desenvolver para se caracterizar como seres-humanos-com-tecnologias-digitais (Borba; Souto; Junior, 2022), com letramento e cultura digital.

Nesta seção, apresentamos alguns teóricos e seus conceitos que permeiam nossa pesquisa, de acordo com a Figura 2.

**Figura 2** - Organização das seções do embasamento teórico.



Fonte: Próprio pesquisador (2023).

O embasamento teórico está organizado em cinco seções. Na primeira seção apresentamos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Na segunda seção, as teorias

sobre ODA, OA e OVA. A terceira seção corresponde à teoria do PC. A quarta seção aborda a cultura *maker* no Ensino de Ciências e, na quinta seção, apresentamos as teorias sobre o Ensino de Ciências e circuito elétrico.

### **1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

O Ensino de Ciências se insere num contexto em que a sociedade contemporânea está fortemente organizada, com base na significação por parte dos estudantes dos conhecimentos historicamente construídos, de modo contextualizado e articulado com o desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse sentido, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades organizaram ao longo da história.

No Caderno Pedagógico Referência para o Estado de MT (SEDUC/MT, 2019, p. 11), estão propostos alguns princípios pedagógicos com estratégias facilitadoras da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), imbricada na aprendizagem ativa para serem implementadas no Projeto Político-Pedagógico (PPP) das unidades escolares, como referência crítica de metodologia de ensino e aprendizagem, para que o professor possa indagar, experimentar, praticar junto com os estudantes, de modo sustentável, democrático, com vistas à inclusão, facilitando o ensino e a aprendizagem, podendo o professor atuar como ser mediador/facilitador/colaborador desse processo, e não mais como o detentor do conhecimento, possibilitando, assim, uma aprendizagem significativa, crítica e colaborativa aos envolvidos.

Moreira (2008) conceitua aprendizagem significativa como sendo um aprendizado com significado, compreensão, capacidade de explicar, descrever, transferir conhecimentos declarativos e procedimentais. É uma aprendizagem progressiva que resulta da interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios. Masini e Moreira (2017) apresentam a aprendizagem significativa como sendo uma aquisição de novos conhecimentos com significado, compreensão, criticidade e possibilidades de aplicação desses conhecimentos em explicações, argumentações e soluções de situações-problema, inclusive em novas situações de aprendizagem.

Ausubel (1963) apresenta a TAS na visão cognitivista, não behaviorista à aprendizagem e ao ensino. Para o autor, são duas as variáveis que influenciam a aprendizagem significativa. A primeira delas é: “aprendemos a partir do que já sabemos”; e a segunda: “aprendemos se queremos”. Com essas variáveis, o autor traz consigo a preocupação de facilitar o aprendiz, apresentar uma aprendizagem, com significado, de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino. Moreira (2010) diz que a aprendizagem significativa apresenta como

característica fundamental a interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aprendiz. Para o autor, nesse processo, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em relação aos significados já presentes, tornando-se mais estável.

Quanto a ser um estudante construtivista e um permanente aprendiz, Moreira (2005) compartilha da ideia de que o estudante deve perceber que novos conhecimentos têm a ver com seus conhecimentos prévios. No Quadro 1, apresentamos alguns princípios da ASC.

**Quadro 1** - Princípios e descrição de uma aprendizagem significativa crítica (subversiva).

<b>PRINCÍPIOS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Princípio do conhecimento prévio	Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos
Princípio da interação social e do questionamento	Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas
Princípio da não centralidade do livro de texto	Aprender a partir de distintos materiais educativos
Princípio do aprendiz como perceptor/representador	Aprender que somos perceptores e representantes do mundo
Princípio do conhecimento como linguagem	Aprender que a linguagem está totalmente envolvida em todas as tentativas humanas de perceber a realidade
Princípio da consciência semântica	Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras
Princípio da aprendizagem pelo erro	Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros
Princípio da desaprendizagem	Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência
Princípios da incerteza do conhecimento	Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que as definições e as metáforas são instrumentos para pensar
Princípio da não utilização do quadro de giz	Aprender a partir de diferentes estratégias de ensino
Princípio do abandono da narrativa	Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão

Fonte: Adaptado de Moreira (2010).

Analogamente aos princípios programáticos de Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa, apresentamos, no Quadro 1, alguns princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica defendido por Moreira (2010), para os quais ele teve como referência as propostas de Postman e Weingartner, porém de maneira menos radical e mais viável. O autor apresenta ainda um conjunto de facilitadores que leva o estudante a aprender a aprender criticamente, como mostramos na Figura 3.

**Figura 3** - Conjunto de Facilitadores de Moreira.

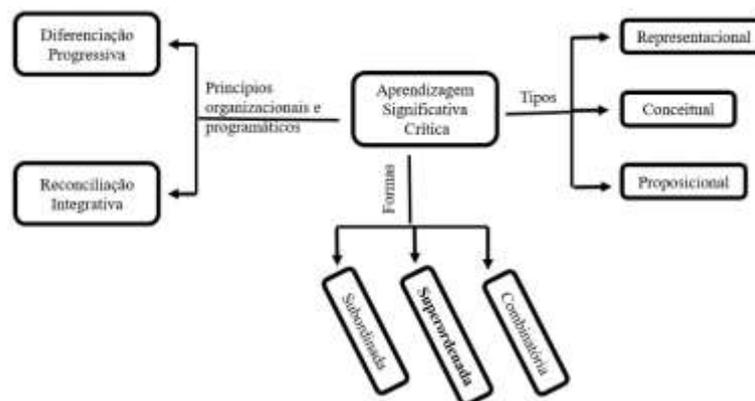


Fonte: Adaptado de Moreira (2010).

Para Moreira (2017), existem duas condições para que aconteça uma aprendizagem significativa. Sendo uma delas os materiais potencialmente significativos, ou seja, a diversidade de artefatos que podem ser utilizados para que aconteça a aprendizagem, tais como: diversos textos, vídeos, representações, jogos, simulações, entre outros; e a outra condição é a disposição para aprender, a qual depende de cada estudante, da sua vontade, interesse, motivação, estado físico e mental para que ocorra a aprendizagem de forma significativa.

A seguir apresentamos alguns conceitos que julgamos importantes e necessários quanto aos tipos, formas e princípios organizacionais e programáticos da aprendizagem significativa. Organizamos, para isso, um mapa conceitual que apresenta os tipos, as formas e os princípios organizacionais e programáticos da aprendizagem significativa de acordo com Moreira (2017), mostrado na Figura 4.

**Figura 4** - Mapa conceitual sobre os tipos, formas e os princípios organizacionais e programáticos da ASC.



Fonte: Próprio pesquisador (2023).

Quanto aos tipos de aprendizagem significativa, apresentados na Figura 4, Moreira (2017) conceitua a aprendizagem representacional como sendo aquela que atribui significados a determinados símbolos; a conceitual corresponde a abstrações dos atributos criteriais, essenciais, dos referentes; e a proposicional àquela que atribui significado a ideias em forma de proposição. E quanto às formas de aprendizagem significativa, o autor afirma que, na aprendizagem subordinada, o conhecimento prévio funciona como “ancoradouro” para um novo conhecimento em um processo interativo; já na superordenada, os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva são reconhecidos como casos particulares de um novo conhecimento que passa a subordiná-los; enquanto a combinatória é a interação cognitiva do novo conhecimento com um conjunto amplo de conhecimentos prévios.

Para Moreira (2017), a estrutura cognitiva é dinâmica, buscando sempre a organização, envolvendo os processos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. O autor considera “a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa processos simultâneos, é um descer e subir nas hierarquias conceituais. São idas e voltas entre o geral e o específico, sempre passando por conceitos e proposições intermediárias” (Moreira, 2017, p. 70).

Nossa pesquisa foi desenvolvida seguindo a linha de pensamento de Ausubel e Moreira, em que propusemos problemas a pequenos grupos e fomos mediadores/facilitadores e colaboradores em todo o processo, resgatando sempre os conhecimentos prévios e fomentando sempre o protagonismo dos participantes no ensino colaborativo.

## **1.2 Objetos de Aprendizagem no Ensino de Ciências**

Até alguns anos atrás, ainda fazia sentido que o professor usasse somente da narrativa para repassar os conteúdos, em que o papel do estudante era o de anotar, resolver inúmeros exercícios repetitivos e mostrar o quanto aprendeu sobre a temática trabalhada. Nos últimos anos, a forma como o conhecimento é mediado no âmbito escolar mudou bastante. O período de pandemia acelerou a inclusão das TD na vida cotidiana do professor e, nessa perspectiva, é importante frisar que uma ampla quantidade de OA, como vídeos, animações, jogos, aplicativos, *softwares*, simulações relacionadas a conhecimentos dos diversos componentes curriculares, pode ser inserida nos planejamentos das práticas pedagógicas em sala de aula, visando facilitar o processo de mediação do ensino-aprendizagem.

Braga e Menezes nos dizem que “uma grande e crescente quantidade de materiais educacionais é disponibilizada na Internet, no formato de *softwares*, jogos, simulações, imagens, vídeos, dentre outros” (Braga; Menezes, 2014. p. 19), incumbindo ao professor o

papel de seleccionar estes materiais de acordo com o objetivo de aprendizagem proposto para cada objeto de conhecimento a ser trabalhado.

Os materiais educacionais disponibilizados na internet referidos por Braga e Menezes são vistos na literatura como OA, ODA ou OVA. Neste contexto, diversos autores contribuem para a conceitualização desses termos tão discutidos e utilizados em sala de aula como recursos didáticos.

Para Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003, p. 02), um OA é qualquer recurso suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. Segundo a autora, esse termo é geralmente aplicado a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos, visando potencializar o processo de aprendizagem, em que o recurso pode ser utilizado.

Wiley (2000, p. 7), foi um dos primeiros a propor um conceito que defina o OA, como sendo “qualquer recurso digital que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”. Isso significa que esse recurso pode ser usado em diferentes contextos da aprendizagem. Outra definição, proposta por Nascimento (2007, p. 123), o define como “recursos digitais desenvolvidos com certos padrões para permitir a reutilização em vários contextos educacionais”. Em outras palavras, podemos considerar como OA qualquer recurso digital produzido que possa ser reutilizado em outras situações de acordo com o planejamento e objetivo do professor.

Braga (2014, p. 233) considera as características dos aspectos pedagógicos ao apresentar o conceito de OA, definindo como uma “unidade educacional com objetivo de aprendizagem mínima associado a um tipo particular de conteúdo e atividades para a sua realização, caracteriza-se por ser digital, independente, e acessíveis através de metadados, a fim de ser reutilizados em diferentes contextos e plataformas”. Além disso, a autora (2014, p. 22) afirma que os OA “podem ser vistos como componentes ou unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios na Internet para serem reutilizados para o ensino”. Em outras palavras, um AO é um artefato digital catalogado e disponível em algum repositório para reuso e readequação.

Spinelly (2007, p. 7) conceitua OVA como sendo “um recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais, como por exemplo, imaginação e criatividade”. Cabe lembrar que um OVA pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria, podendo compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando

apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido ou formando a metodologia adotada para o desenvolvimento de determinado trabalho.

Corrêa *et al.* (2019, p. 24) acreditam que os OVA “podem ser aliados no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para inclusão e emancipação do cidadão, desde que usado de forma intencional e responsável, considerando o estudante como agente ativo e o professor atuando como mediador e articulador do processo”, proporcionando o protagonismo do estudante no seu processo de produção de conhecimento.

Maciel e Beckes (2012, p. 178) apresentam os ODA como recursos “disponíveis na web, que utilizam a tecnologia como forma de construção e implementação, tais como os vídeos, os filmes, as animações, slides, enfim os materiais didáticos-tecnológicos elaborados e/ou disponíveis aos professores”. Ou seja, recursos criados com fins educacionais por meio das TD. Ainda sobre ODA, Pascoin, Carvalho e Souto (2019, p. 28) mencionam que estes são recursos didáticos que “tornam as aulas mais estimulantes e permitem adaptações às necessidades individuais dos estudantes”, proporcionando um ensino colaborativo em sala de aula.

Braga e Menezes (2014, p. 20) afirmam que:

quando bem utilizados, os Objetos de Aprendizagem podem ser grandes aliados do processo educativo. É necessário, para isso, que o professor tenha clareza dos objetivos que deseja alcançar e, em seguida, pesquise, selecione e defina boas estratégias de utilização dos Objetos de Aprendizagem em suas aulas, de forma a atender aos seus objetivos (Braga; Menezes, 2014, p. 20).

Ressaltamos que, ao utilizar um OA, o professor deve ter clareza do objetivo deste e de sua aula para que o OA possa contribuir no processo da aprendizagem do conceito que está sendo apresentado ao estudante, de modo que ele possa utilizá-lo de forma profícua e alcance os objetivos propostos no planejamento da aula.

Para Braga (2015, p. 24), “o processo de produção de OAs deve contar com a participação dos professores, no entanto, afóra dominar sua área de atuação, são poucos os professores que possuem conhecimentos técnicos suficientes para a produção de OAs com alta qualidade e reuso”. Por mais que os professores apresentem as dificuldades técnicas, sua participação é fundamental no processo de produção de um OA, uma vez que eles são os detentores dos componentes pedagógicos desse procedimento. A autora pontua que os ODA necessitam conter características pedagógicas, cujo propósito é simplificar o uso por parte de professores e estudantes para alcançar aprendizado. O ODA deve cumprir os seguintes requisitos técnicos:

**Interatividade:** indica se há suporte às consolidações e ações mentais, requerendo que o estudante interaja com o conteúdo do OA de alguma forma, podendo ver, escutar ou responder algo.

**Autonomia:** indica se os objetos de aprendizagem apoiam a iniciativa e tomada de decisão.

**Cooperação:** indica se há suporte para os estudantes trocarem opiniões e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado.

**Cognição:** refere-se às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do estudante durante o processo de ensino-aprendizagem.

**Afetividade:** refere-se aos sentimentos e motivações do estudante com sua aprendizagem e durante a interação com o OA. (Braga, 2015, p. 26-27)

À sombra desse olhar, os OA constituem recursos valiosos no ensino, podendo proporcionar ao estudante um ambiente favorável à observação, experimentação e proposição. E podem ainda possibilitar a interatividade, autonomia, cooperação e afetividade do estudante com o OA e com os colegas de sala, por meio do ensino colaborativo e ativo.

Trabalhar com projetos gera ambientes de aprendizagem favoráveis ao exercício de valores e atitudes como iniciativa e capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo, com repercussões positivas no desempenho escolar e no envolvimento do aluno no processo de aprendizagem (Bonwell; Eison, 1991; Moura, 1993; Moura; Barbosa, 2014). Em outras palavras, o Ensino de Ciências tem buscado auxiliar a promoção de um processo de ensino e aprendizagem pautado na mediação do conhecimento, de forma colaborativa e significativa, e, portanto, incentivando o protagonismo dos nossos estudantes no processo de desenvolvimento de competências e habilidades que viabilizem uma formação integral direcionada para sua atuação na sociedade tecnológica.

A área de Educação em Ciências tem valorizado a formação de cidadãos criativos e críticos para agir de forma autônoma, experimentando desde o período de escolarização oportunidades de construir e expressar habilidades e competências que podem ser aprimoradas no desenvolvimento de projetos na escola, preparando-os assim para contribuir para as transformações sociais necessárias (Machado; Queiroz, 2012).

De acordo com Borba, Souto e Junior (2022, p. 78), o constructo seres-humanos-com-mídias se tornou uma referência da visão de TD, ao interagir mídias com humanos dialeticamente. Mídias constituem humanos e vice-versa, e isso gera o movimento em que humanos transformam as tecnologias criadas por coletivos de seres-humanos-com-tecnologias-digitais e essas tecnologias transformam os seres humanos.

### 1.3 Pensamento Computacional

Diversas habilidades têm sido desenvolvidas pela sociedade ao longo do tempo na busca de melhorar e facilitar as atividades do cotidiano. Dentre essas habilidades, destacam-se a oralidade, a escrita e a informática (Levy, 1993), como possibilidade de ampliação do pensamento coletivo no início, e a imaginação, criatividade e inovação, para atuar e viver no mundo pós-industrial. Nesse processo, merecem destaque os esforços dos seres humanos, em cada período, para romper com os diversos paradigmas encontrados social e culturalmente, visando colocá-los não só como consumidores de tecnologia, mas torná-los produtores de dispositivos e saberes tecnológicos, desenvolvendo novas habilidades, como a do PC.

O desenvolvimento do PC pode aprimorar habilidades de resolução de problemas para as diversas áreas do conhecimento, tais como: Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagens, possibilitando a aproximação do mundo digital e a linguagem computacional. Contudo, ainda são poucos os estudos que se dedicam a compreender o conceito do PC (Mestre *et al.*, 2015), especialmente na área de Ciências da Natureza. Diante disso, e buscando construir um suporte teórico acerca do PC, passamos a apresentar alguns conceitos e referenciais.

O termo “Pensamento Computacional” (em inglês “*Computational Thinking*”) corresponde a um conceito que vem evoluindo gradativamente, desde o século XX. Foi utilizado por Seymour Papert pela primeira vez, em seu livro intitulado *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (Papert, 1980, p. 182). A conceituação moderna do termo foi proposta por Wing (2006), por meio de um artigo escrito pela autora, que, naquela ocasião, apontou atitudes e habilidades úteis que todos, não apenas um especialista em Tecnologia da Informação (TI), deveriam aprender, com vistas à crescente expansão tecnológica. Para a autora, o “PC baseia-se no poder e limites de processos computacionais, sejam eles executados por um humano ou por uma máquina” (Wing, 2006, p. 34), na resolução de problema.

A Royal Society (2012, p. 29) definiu o PC como “o processo de reconhecer aspectos da Computação no mundo que nos cerca, e utilizar as ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para entender e raciocinar sobre sistemas e processos, tanto naturais quanto artificiais”. Para Liukas (2015), o PC é algo que as pessoas fazem, não somente os computadores, e inclui pensamento lógico, reconhecimento de padrões, pensar em algoritmos, decompor e abstrair problemas.

Wing (2016), em um de seus trabalhos, destaca que o PC pode ser colocado como uma das habilidades intelectuais básicas de um ser humano, comparada a ler, escrever, falar e fazer

operações aritméticas. Habilidades estas que servem para descrever e explicar situações complexas. Nesta linha de raciocínio, o PC é mais uma linguagem (junto com as linguagens escrita e falada, e a matemática) que podemos usar para esboçar algo sobre o universo e seus processos complexos. De acordo com a autora, o PC

[...] baseia-se no poder e limites de processos computacionais”; “é uma habilidade fundamental para todos”; “envolve a resolução de problemas”; “inclui uma série de ferramentas mentais”; “é reformular problemas”, “é pensar recursivamente”; “é suar abstração e decomposição”; “é pensar em termos de prevenção, proteção e recuperação”; “é usar raciocínio heurístico”; é planejar, aprender e agendar”; “é usar quantidades imensas de dados para aumentar a velocidade da computação (Wing, 2016, p. 02).

A autora embasa o PC no poder e limites de processos computacionais, uma vez que inclui uma série de ferramentas mentais e necessita usar quantidades imensas de dados para aumentar a velocidade da computação. Para ela, o PC é habilidade para todos, envolve resolução e reformulação de problemas, pensar em estratégias de prevenção, proteção e recuperação, é transpirar abstração e decomposição, planejar, aprender e agendar no desenrolar de problemas.

Brackmann (2017, p. 29), em sua tese de doutorado, define:

O Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

O desenvolvimento do PC não tem como objetivo direcionar as pessoas a pensarem como computadores. Ao contrário, sugere o uso da nossa inteligência com os fundamentos e os recursos da computação para pensar e resolver os problemas. Importante também observar que raciocinar computacionalmente é mais do que programar um computador, é usar os conceitos da Ciência da Computação de forma construtivista, em que os problemas são resolvidos por meio de diferentes abordagens, em que o sujeito é protagonista na construção de seu próprio conhecimento, com ou sem a utilização de um computador.

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2019) define PC como habilidades de compreensão, definição, modelagem, comparação, solução, automatização e análise e solução de problemas de forma organizada e detalhista, por meio da construção de algoritmos. O Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2022) refere-se ao PC como a capacidade de resolver problemas a partir de conhecimentos e práticas da computação, incluindo a sistematização, representação, análise e resolução de problemas, considerando

como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, juntamente com a leitura, a escrita e a matemática. Diante do exposto, observa-se que ainda não há um consenso sobre a definição do que é o PC, porém, todos os conceitos apresentados trazem como proposta central a formulação e a resolução de problemas.

Valente (2016) apresenta algumas atividades que podem ser exploradas para desenvolver o PC. São elas: atividades que não usam das tecnologias, a própria programação, a robótica, a produção de narrativas digitais, a criação de *games*, e o uso de simulações para a investigação de fenômenos. Para ele, as possibilidades para a exploração dos conceitos relacionados com o PC são inúmeras e bastante diversificadas e criam ricas oportunidades de pesquisa para entender as especificidades de cada uma dessas atividades e como elas contribuem para o desenvolvimento desses conceitos.

Santos e Bezerra (2017) apresentam, por meio de pesquisa, a importância do PC como sendo uma habilidade fundamental para utilizar o computador como meio de propulsão de sua capacidade cognitiva, a fim de utilizar-se do potencial computacional, existente atualmente, na busca por soluções de problemas ou mesmo em benefício da inventividade e de novas pesquisas científicas.

Brackmann (2017), por sua vez, afirma que muitos jovens têm vasta experiência e bastante familiaridade na interação com novas tecnologias, no entanto pouca experiência para criar (coisas) com novas tecnologias e expressarem-se com as mesmas. Para o autor, é como se o indivíduo conseguisse ler, mas não conseguisse escrever com as novas tecnologias. Ele enfatiza que:

[...] não faz sentido, diante da possibilidade de acesso *full-time* a dados e a informações, que se priorize a memorização, a repetição e a cópia pela cópia. Pelo contrário, o mais importante é ensinar a buscar e a selecionar a informação necessária, abstrair, decompor, reconhecer padrões e programar para que o estudante possa, de modo criativo e dinâmico, enfrentar os problemas propostos em determinada circunstância, através do pensamento crítico e uma metodologia para auxiliar no processo de resolução de problemas (Brackmann, 2017, p. 20).

O alfabetismo nos proporcionou uma forma diferente de se expressar, pensar e compartilhar conhecimentos, o que promoveu avanços significativos. Com a inserção do computador e da internet no cotidiano humano, o sujeito encurta a distância e o tempo para disseminar o seu modo de se expressar, pesquisar, acessar, pensar, decidir e executar atividades, o que resulta no aumento de sua produtividade, parceiro indispensável para a resolução de problemas.

Segundo a Royal Society (2017, p. 13):

[...] o PC engloba a ideia de que, usando técnicas algorítmicas, sistemas computacionais podem modelar muitos fenômenos, da mudança climática até o jeito que nossos cérebros funcionam e o funcionamento de células cancerígenas. O PC permite o desenvolvimento de soluções algorítmicas úteis até para problemas complexos.

A habilidade de resolver problemas, na vida real, faz com que o PC se relacione com as diversas áreas do conhecimento, proporcionando possibilidades de o sujeito questionar-se sobre determinado problema, a fim de propor solução e resolvê-lo.

Trabalhar com a abordagem do PC requer uma aprendizagem proporcionada por meio de perguntas que possam ser investigadas, solucionando o problema proposto, favorecendo o desenvolvimento do “pensamento ativo, criativo e crítico nos estudantes” (Conforto *et al.*, 2018. p. 102), e para a efetivação da prática do PC é “preciso criar espaços para que estudantes possam vivenciar experiências interessantes na resolução de problemas, desafiando-os a lidar com problemas complexos do dia a dia” (Conforto *et al.*, 2018. p. 102).

Romero e Schimiguel (2022, p. 9) apoiam-se em André (2018) para dizer que:

[...] atividades que envolvem o PC como estratégia de aprendizagem, além de promover a construção da Cidadania, os indivíduos também aprendem a ter: confiança em desenvolver atividades intelectuais que envolvam raciocínio computacional e em solucionar problemas; Respeitar a opinião do colega, valorizar o trabalho em equipe, a troca de pontos de vista; eles se sentem seguros em argumentar e flexibilizar para modificar os argumentos; Se sentem interessados em desenvolver estratégias variadas e alternativas de resolver problemas; dispostos a seguir as orientações dadas, desde as mais simples até as mais complexas; tomam cuidado com os equipamentos em geral, e em especial com os de uso coletivo; apresentam disponibilidades para trabalho colaborativo, percebendo a necessidade de parceria no uso dos recursos e dos materiais coletivos; reconhecem e valorizam os recursos tecnológicos como fontes de informação importantes para a aprendizagem.

Notamos que os autores compartilham da ideia de que atividades que desenvolvam o PC no processo da aprendizagem promovem a construção da cidadania e proporcionam ao envolvido ter confiança em desenvolver atividades intelectuais com raciocínio computacional e em solucionar problemas, respeitando a opinião do próximo, valorizando o trabalho em equipe e sentindo-se seguros em argumentar. Sentem-se motivados a trilhar estratégias diversas para solucionar problemas e reconhecer/valorizar os recursos tecnológicos como fontes importantes para a aprendizagem.

Barbosa e Maltempi (2020) afirmam que os aprendizes precisam experimentar e praticar o PC por meio de atividades mão-na-massa, que insiram os estudantes como protagonistas deste processo, para assim desenvolver suas próprias habilidades relacionadas ao PC.

Rossi (2022) afirma que a atual realidade tecnológica apresenta diversos desafios, sendo o principal deles a inclusão das pessoas em um mundo digitalizado e, para tanto, os indivíduos

deveriam ser preparados para lidar com essas novas demandas digitais. Essa preparação dos indivíduos passaria por uma mudança de paradigma de pensamento, que para ele é o PC e a utilização de estratégias plugadas, o que contemplaria a formação dos estudantes de maneira lúdica, simples e desafiadora, introduzindo as dimensões do PC de forma natural e atraente. Para o autor, o mundo contemporâneo vem sendo fortemente impactado pelo uso de computadores, tornando-o cheio de possibilidades, necessitando a inclusão de toda a sociedade no contexto digital, para, assim, usufruir dos benefícios e contribuir ativamente na resolução dos problemas do cotidiano.

Segundo Brackmann (2017), o PC utiliza quatro pilares para a resolução de problemas complexos, fazendo uso de regras na criação de uma linguagem que os sistemas computacionais possam entender, fragmentando os problemas, com o intuito de resolvê-los de forma eficiente e direcionada. Esta característica não fica restrita à área da computação ou às ciências exatas, mas pode ser utilizada por qualquer área do conhecimento e é inerente à escolha da futura profissão dos estudantes, mediante a sua flexibilização diante das inúmeras maneiras em que pode ser utilizada.

Brackmann (2017, p. 33) afirma que o PC se fundamenta em quatro pilares: “Como pode ser percebido, o PC utiliza essas ‘quatro dimensões’, denominadas aqui como ‘Quatro Pilares’ (Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos), para atingir o objetivo principal: a resolução de problemas”. O autor faz um breve resumo dos quatro pilares, dizendo:

O PC envolve identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (DECOMPOSIÇÃO). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (RECONHECIMENTO DE PADRÕES), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (ABSTRAÇÃO). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (ALGORITMOS). Seguindo os passos ou regras utilizadas para criar um código, é possível também ser compreendido por sistemas computacionais e, conseqüentemente, utilizado na resolução de problemas complexos eficientemente, independentemente da carreira profissional que o estudante deseja seguir.

Nesse contexto percebemos nos conceitos do autor as especificações de cada pilar do PC, nos quais esclarece e identifica a função e habilidades a serem desenvolvidas ao abordar os pilares do PC nas atividades em sala de aula.

### 1.3.1 Decomposição

Liukas (2015) relata que a decomposição é um processo pelo qual os problemas são quebrados em partes menores. Ela exemplifica isto por meio da decomposição de refeições, receitas culinárias e das fases que compõem um jogo. Trata-se de quebrar um problema ou sistema complexo em partes menores, que são mais manejáveis e mais fáceis de entender. As partes em menor tamanho podem, então, serem examinadas e resolvidas, ou concebidas individualmente, uma vez que são mais fáceis de trabalhar. Wing (2006, p. 2) dá um destaque à abstração e decomposição para o PC, ao afirmar:

Pensamento computacional é usar abstração e decomposição ao atacar uma tarefa grande e complexa ou projetar um sistema complexo e grande. É a separação de interesses. É escolher uma representação apropriada para um problema ou modelagem dos aspectos relevantes de um problema para torná-lo tratável.

No cotidiano, problemas são formulados e solucionados a todo momento no ambiente de trabalho, no ambiente familiar, no espaço de lazer, na roda entre amigos, nas atividades físicas na academia, entre tanto outros ambientes. Às vezes problemas mais simples, outras vezes mais complexos, necessitando de um rearranjo sistematizado para sua resolução. A organização por partes e sua representação apropriada tornam-no mais fácil de resolver.

A CIEB (2020) conceitua a decomposição como sendo um processo que possibilita um olhar mais detalhado do problema e consiste em dividir esse problema em partes menores, buscando torná-las mais fáceis de resolver, sendo necessário analisar e identificar suas partes separáveis e a forma como essas partes podem ser reconstituídas.

Segundo Brackmann (2017), Santos (2018) e Liukas (2019), para que um problema possa ser resolvido com maior facilidade, é necessário que o mesmo seja decomposto em partes menores, possibilitando o gerenciamento destas partes e facilitando o processo de resolução.

Santos (2018) salienta que a decomposição simplifica a solução e, quando um problema não é decomposto, sua resolução torna-se difícil, principalmente por lidar com muitas fases diferentes ao mesmo tempo. A partir da decomposição, é possível avaliar detalhes de cada problema em partes menores, focando partes distintas e atendo-se a uma solução específica.

Liukas (2019), por sua vez, declara que desenvolvedores utilizam frequentemente este método para dividir um algoritmo em trechos menores, para simplificar sua compreensão e manutenção. Em um código-fonte, pode-se exemplificar a decomposição por meio de funções, procedimentos, objetos, módulos, entre outros. Esta técnica permite resolver problemas

complexos de forma mais simples, favorece a compreensão de novas situações e proporciona lançar sistemas de grande porte.

A decomposição envolve desmembrar um problema complexo em partes menores, que se tornam mais fáceis de entender e gerenciar (BBC, 2015). Um problema grande e complexo pode ser de difícil entendimento, o que tornaria sua solução também difícil, assim, ao se desmembrar em partes menores, as soluções de cada uma ajudam a solucionar o problema maior. Brackmann (2017, p. 34) destaca como vantagem da decomposição:

Quando um problema não está decomposto, sua resolução é muito mais difícil. Ao lidar com muitos estágios diferentes ao mesmo tempo, torna-se mais dificultosa sua gestão. Uma forma de facilitar a solução é dividir em partes menores e resolvê-las, individualmente. Esta prática também aumenta a atenção aos detalhes.

O autor usa o funcionamento de uma bicicleta para exemplificar a vantagem da decomposição. Segundo ele, entender o funcionamento de uma bicicleta (Figura 5) é mais fácil por meio do desmembramento de suas partes. É perceptível que, ao decompô-la em partes menores, facilita-se a identificação de forma mais objetiva de cada uma de suas partes e funcionalidades.

**Figura 5** - Decomposição do objeto 'bicicleta' em partes menores.



Fonte: Brackmann (2017, p. 35).

Para Brackmann (2017), quando se aplica a decomposição a elementos físicos, como a bicicleta da Figura 5, a manutenção fica mais fácil e ágil, pois torna-se possível a modularização de suas partes, facilitando a detecção de erros e testagem dos módulos. Caso contrário, se a bicicleta fosse avaliada em uma única peça, seu reparo se tornaria muito difícil e a forma de consertá-la seria trocando por outra. O mesmo acontece com o desenvolvimento de programas. Liukas (2015) afirma que programadores utilizam frequentemente esta técnica para dividir um algoritmo em pedaços menores, para facilitar sua compreensão e manutenção.

### 1.3.2 Reconhecimento de Padrões (RP)

Liukas (2015) define o RP como encontrar similaridades e padrões com o intuito de resolver problemas complexos de forma mais eficiente. Para isso, procura-se por elementos que sejam iguais ou muito similares em cada problema. De acordo com Brackmann (2017) e Liukas (2015), após o desmembramento do problema inicial em subproblemas, é possível encontrar um certo padrão de características entre eles, cujo pilar é denominado de RP ou generalização, permitindo a rápida resolução do problema inicial, uma vez que se pode fazer o uso de soluções obtidas em outros problemas e utilizar as experiências já vivenciadas.

Brackmann (2017) e Santos (2018) afirmam que o RP implica em encontrar problemas semelhantes que podem ter uma mesma resolução, isto é, caracterizando-se pelas convergências na resolução de problemas semelhantes. Ao se decompor um problema complexo, podemos observar padrões entre os problemas menores encontrados. Ao se reconhecerem os padrões ou semelhanças, é possível utilizar uma solução semelhante para as demais partes, facilitando o processo por meio da replicação da resolução.

Para explicitar a ideia de RP, podemos utilizar como exemplo um armário de uma unidade escolar, onde se guardam os produtos alimentícios; o RP é utilizado para procurar os itens (tipos de alimentos) em espaços diferentes no armário, facilitando a visualização e conservação do produto, e identificando qual tipo se encontra em cada espaço, otimizando espaço e tempo. Sendo assim, ao encontrarmos padrões, nossas atividades e tarefas tornam-se mais simples e mais fáceis de resolver, pois utilizam uma mesma solução para um problema onde este padrão é encontrado.

Para Brackmann (2017, p. 36), o RP

[...] é uma forma de resolver problemas rapidamente fazendo uso de soluções previamente definidas em outros problemas e com base em experiências anteriores. Os questionamentos “Esse problema é similar a um outro problema que já tenha resolvido?” ou “Como ele é diferente?” são importantes nesta etapa, pois ocorre a definição dos dados, processos e estratégias que serão utilizados para resolver o problema. Algoritmos que são responsáveis pela solução de algum problema específico podem ser adaptados para resolver uma variedade de problemas similares. Sempre que necessário, o algoritmo pode aplicar uma solução de forma generalizada.

Neste contexto, o RP busca similaridades presentes no problema ou em problemas já resolvidos anteriormente. Ao identificarmos um padrão nos problemas, podemos utilizar a mesma técnica para a solução, despendendo um menor tempo nesse processo. Este pilar é exemplificado por Brackmann (2017), por meio da identificação de similaridades entre raças de cachorros. Os cachorros possuem olhos, rabo e pelos, porém suas características podem ser

diferentes e, no PC, essas características são denominadas de padrões. Ao encontrar um padrão de cachorro, alteram-se as características e se produzem muitos outros. Veja-se este exemplo na Figura 6:

**Figura 6** - Reconhecimento de padrões (similaridades entre raças de cachorros).



Fonte: Brackmann (2017, 36).

Percebe-se que, por meio do reconhecimento de padrões, simplifica-se a solução de problemas, tornando-a passível de replicação em cada um dos subproblemas, se entre eles houver semelhança. Logo, quanto mais padrões se encontrar, mais dinâmico e rápido a macrossolução é encontrada (Brackmann, 2017).

### 1.3.3 Abstração

O terceiro pilar do PC, definido como abstração, é considerado por Wing (2008) um dos principais pilares, pois consiste na separação de fatos que são importantes para a resolução do problema inicial e a exclusão daqueles que não afetam a resolução do problema.

Para a SBC (2019, p. 5), a “abstração compreende e utiliza modelos e representações adequadas para descrever informações, processos e técnicas para construir soluções algorítmicas”. O CIEB (2020) apresenta a abstração como forma de selecionar o que é importante e descartar o que é irrelevante, organizando as informações em estruturas que venham a auxiliar na resolução de problemas.

Wing (2006) conceitua ainda a abstração como um dos quatro pilares, que visa filtrar o que é essencialmente necessário, ignorando características dispensáveis na resolução de problemas, concentrando-se nas mais importantes e que realmente tornam a resolução de problemas um processo mais fácil. Para a autora, o processo de abstrair pode ser utilizado em

diversos momentos, por meio da escrita de um algoritmo e suas interações, proporcionando um poder para escalonamento e tratamento com a complexidade. Santos (2018, p. 18) diz que a abstração:

[...] engloba selecionar os dados e sua classificação, essencialmente omitindo elementos que não são necessários para focar nos que são importantes. Através desta técnica, pode-se criar uma representatividade do que está se buscando solucionar. A capacidade essencial deste pilar é selecionar a informação a ser ignorado para que o problema seja mais fácil de ser compreendido sem perder nenhuma informação que seja importante.

Para exemplificação, podemos fazer uso de algo bastante cotidiano, como perguntar a alguém como faria para ligar seu computador. Provavelmente a pessoa diria, de forma simples, que basta apertar o botão liga/desliga – descartando todas as demais ações que envolveram ou antecederam até realmente o “simples apertar do botão”. A abstração busca ignorar informações que não sejam importantes, e que possamos focar no que realmente seja importante. Esse processo nos permite ter uma representação correta do que estamos tentando resolver (BBC, 2015). Ao se abstrair um problema, removemos informações que não são necessárias para sua solução e estaremos, ao mesmo tempo, compreendendo melhor as características chave do que queremos resolver.

Mestre (2017, p. 37) afirma que “O conceito de abstração, assim como a decomposição de problemas, está relacionado à compreensão das situações-problemas”. A autora busca demonstrar que, ao abstrair um problema, o estudante está demonstrando que obteve uma nova compreensão do problema proposto. A autora ainda reforça: “Por meio da abstração o estudante exercita a sua capacidade de leitura e interpretação de textos” (Mestre, 2017, p. 37). Em outras palavras, o desenvolvimento do pilar da abstração, proporciona espaço para que o estudante desenvolva sua capacidade de ler, interpretar diversos textos e selecionar informações importantes, descartando as demais.

Liukas (2015) define a abstração como um processo de separação de detalhes que não são necessários para poder se concentrar em coisas que são importantes. Ela ainda exemplifica o calendário como uma abstração do tempo e o mapa de metrô como sendo uma abstração do mundo real, pois informa apenas o essencial para o passageiro se locomover na cidade, excluindo informações que não são úteis, tais como altitude, posição geográfica, entre outras. Em posse de um mapa desses, o passageiro consegue definir seu itinerário de forma clara.

**Figura 7** - O pilar abstração por meio do mapa de metrô.



Fonte: Brackmann (2017, p. 39), extraído da CPTM/SP.

Por exemplo, um algoritmo é uma abstração de um processo que recebe uma entrada, executa a sequência de passos e produz uma saída que satisfaça a um objetivo específico. Projetar algoritmos eficientes, por natureza, envolve também a criação de tipos de dados abstratos. A abstração proporciona um poder para escalonamento e tratamento com a complexidade (Wing, 2010).

Brackmann (2017) exemplifica a abstração por meio de histórias infantis que envolvem atividades matemáticas. Para ele, é necessário ocorrer a abstração das informações pertinentes da história para que se possa acompanhá-la e resolver a equação. Segundo ele, outra forma é utilizar momentos históricos para abstrair informações que não são óbvias e necessitam de uma análise em que ocorre o RP.

#### 1.3.4 Algoritmo

Por fim, o quarto pilar consiste na formulação de etapas a serem seguidas com o intuito de propor uma resolução para os subproblemas criados, utilizando-se como base as etapas anteriores (Brackmann, 2017). Os algoritmos são conjuntos de instruções que são criadas para auxiliar na resolução do problema (Liukas, 2015). Conforme Brackmann (2017), os algoritmos devem ser entendidos como soluções prontas, pois já passaram por todos os processos descritos anteriormente (decomposição, reconhecimento de padrões e abstração).

O algoritmo é um conjunto de instruções organizadas de forma ordenada e sequencial, visando solucionar um problema, e podem ser escritas na forma de diagramas, linguagem humana ou em códigos por meio de uma linguagem de programação (CIEB, 2022).

O algoritmo é um processo passo a passo, com uma sequência de ações ou de comandos que descrevem como resolver um problema e sinalizam um resultado (Brackmann, 2017; Santos, 2018). Os algoritmos são frequentemente usados como ponto de partida para a criação de um programa de computador e, às vezes, são escritos na forma de fluxograma ou pseudocódigo, sendo usados para muitas coisas diferentes, incluindo cálculos, processamento de dados e automação na área da computação. Brackmann (2017, p. 40) define o algoritmo como

[...] o núcleo principal, pois possui uma grande abrangência em diversos momentos das atividades propostas pelo Pensamento Computacional. É um conjunto de regras para a resolução de um problema, como a receita de um bolo; porém, diferentemente de uma simples receita de bolo, pode-se utilizar diversos fatores mais complexos.

No nosso dia a dia, observamos e executamos facilmente um algoritmo, por meio de ações simples como realizar a higiene pessoal, preparar um lanche ou arrumar o guarda-roupas. Estas ações apresentam em comum uma sequência, as quais aplicamos espontaneamente, como uma sequência lógica de preparação ou execução, com um objetivo ao final.

Csizmadia *et al.* (2015, p. 7) afirmam que “o pensamento algorítmico é a habilidade de pensar em termos de sequência e regras como uma maneira de resolver problemas ou entender situações. É uma habilidade fundamental que os estudantes desenvolvem quando estão aprendendo a escrever seus próprios programas de computador”. Algoritmos são identificados como sendo um passo a passo para a solução de um problema. Nos algoritmos, cada instrução deve ser clara e objetiva, e organizada de maneira que se consiga chegar à solução desejada; para tanto, é necessário que possamos identificar seu início e seu fim.

Para Brackmann (2017), quando se definem corretamente todos os passos do algoritmo nos sistemas computacionais, não há mais necessidade de preocupar-se com a resolução deste problema e pode-se, então, focar em elementos mais complexos do sistema. A principal característica do algoritmo é a possibilidade de automação das soluções.

Dias (2023) exemplifica o pilar algoritmo por meio de uma atividade de montagem de quebra-cabeça. Nesta atividade, ele propõe imagens de animais de diversas espécies, nas quais o estudante deve separar as peças que delas fazem parte: da lateral do quebra-cabeça; peças centrais; partes de cada animal; colocar em ordem (cabeça – corpo – patas – rabo). Veja-se o exemplo na Figura 8.

**Figura 8** - Algoritmo na sequência de ordem das partes da imagem de um cachorro.



Fonte: Dias (2023, p. 36).

Dessa forma, Brackmann (2017) considera que o algoritmo deve ser compreendido como solução pronta, pois já passou pelo processo de decomposição, abstração e reconhecimento de padrões para sua formulação. Ao serem executados, seguirão passos predefinidos, ou seja, aplicar-se-á a solução quantas vezes forem necessárias, não havendo a necessidade de se criar um algoritmo para cada uma de suas próximas execuções.

#### **1.4 Cultura *maker* nas aulas de Ciências**

O movimento *maker* está relacionado à prática na qual o estudante é protagonista do processo de construção do seu conhecimento, explorando temáticas de seu interesse, ocorrendo nessa prática a valorização de sua experiência, permitindo que ele aprenda com seus erros e acertos, com a satisfação em compreender temas da sua própria curiosidade e anseio, que estão relacionados com seu cotidiano (Blikstein, 2013). Para Papavlasopoulou (2017), esse movimento tem atraído cada vez mais a atenção de pesquisadores e profissionais no campo da educação. Nos últimos anos, pesquisadores têm procurado entender como o movimento *maker* pode ser aplicado a serviço da aprendizagem.

Silva (2017) afirma que a base da ideia da cultura *maker*, como ambientes de construção, é “fazer coisas” utilizando diferentes recursos: computadores, ferramentas de corte, colagem, desenho, entre outros. A cultura *maker* segue a diretriz do aprender fazendo, refazendo, criando, recriando com autonomia e autoria. Já para Raabe e Gomes (2018), o *maker*

aborda a tecnologia de possibilitar que os estudantes se apropriem das técnicas que lhes permitam se tornar produtores de tecnologia, e não apenas consumidores. Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento.

Rodrigues, Palhano e Vieceli (2021, p. 1) compreendem que

[...] o uso da cultura *maker* potencializa a prática na qual o educando é protagonista do processo de construção de seus saberes, utilizando-se de temas de seu interesse e satisfação, permitindo também a valorização de sua experiência e a oportunidade da aprendizagem significativa a partir de seus erros e acertos dentro do processo de aquisição do conhecimento, mesmo ela não sendo pensada para escolas, sua utilização nesse espaço contribui de forma significativa e eficaz para o desenvolvimento de nossos educandos.

Dessa forma, há diversas iniciativas que motivam estudantes de todas as idades a explorar sua criatividade, criar projetos e aprender conceitos e desenvolver habilidades significativas, sempre com a famosa ‘mão na massa’, transformando a imaginação em algo tangível. A adesão a atividades ‘mão na massa’ na Educação tem se tornado uma tendência em diferentes países e no Brasil. Multiplicam-se projetos experimentais para levar atividades de curta ou média duração para escolas. O *maker* está relacionado à aprendizagem prática, na qual o estudante é protagonista do processo de construção do seu conhecimento, sendo o autor da resolução dos problemas encontrados e do próprio contexto de aprendizagem (Raabe, 2016). Mazzaro e Schimiguel (2022, p.103) afirmam que:

diante das premissas da cultura *maker*, as escolas vêm se adaptando e inovando no incentivo da aprendizagem dos estudantes, procurando propor desafios, estimulando a resolução de problemas em ambientes colaborativos e com autonomia. Permitindo que as crianças e jovens desfrutem de espaços educativos atuando como protagonistas, oportunizando formas de sentir e perceber a partir das mais ricas e diversas experiências.

A formação de estudantes protagonistas se constrói a partir do fortalecimento da autoestima, do sentimento de confiança e do desenvolvimento intelectual. Aspectos que são claramente atingidos quando utilizamos o movimento *maker*, por exemplo, que favorece o aprender a aprender, desenvolvendo a conexão do estudante como personagem principal.

Para Mazzaro e Schimiguel (2022), ao se considerar e envolver as experiências, permitindo que se possa aprender com seus erros e acertos, o estudante é encorajado a atuar como autor do próprio ambiente, protagonista da sua aprendizagem na troca de experiências que venham a proporcionar uma aprendizagem criativa.

É válido lembrar que desenvolvemos nossa pesquisa na sala *maker*, utilizando os seguintes materiais e objetos: impressora 3D Ender 3, *tablets*, filamentos PLA, placas Arduino,

placas de ensaio, ponte H, motores, baterias 9V, *jumpers*, resistores, interruptores, máquina de solda, estanho para soldar, entre outros objetos, financiados pela FAPEMAT - Edital nº 002/2022.

### **1.5 Ensino de Ciências: circuitos elétricos e eletrônicos**

De acordo com a BNCC do Ensino Fundamental (Brasil, 2018), o estudante ao estudar Ciências, aprende a respeito de si mesmo, da diversidade e dos processos de evolução e manutenção da vida, do mundo material, do nosso planeta no Sistema Solar e no Universo e da aplicação dos conhecimentos científicos nas várias esferas da vida humana. Esses objetos de conhecimentos estão organizados em três unidades temáticas que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental: Matéria e energia; Vida e evolução; E Terra e Universo, por meio de blocos de habilidades para cada ano de estudo, possibilitando a ampliação progressiva da capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento e o aumento do interesse dos alunos pela vida social e pela busca de uma identidade própria.

Os Cadernos Pedagógicos referentes ao processo de implementação da BNCC e DRC/MT, apresentados pela SEDUC/MT, União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime/MT), por meio da Secretaria Adjunta de Gestão Educacional, Superintendência de Políticas da Educação Básica e Equipe Pró Base Nacional Comum Curricular (ProBNCC), trazem como perspectiva de estratégias a mediação do conhecimento no espaço de aula:

A necessidade de implementar estratégias de mediação que facilitem a busca pelo conhecimento e que viabilize um maior envolvimento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem nos instiga a sugerir algumas perspectivas de mediação pedagógica no ensino de ciências, articulando as competências e habilidades elencadas no Documento Curricular de Referência para Mato Grosso de modo a racionalizar elementos que articulem o desenvolvimento da BNCC no espaço da sala de aula (Cad. Ped. Ciências, 2021, p. 14).

Na próxima seção, apresentamos o embasamento teórico sobre o Ensino de Ciências.

#### **1.5.1 Ensino de Ciências**

O Ensino de Ciências está mencionado nas competências gerais e específicas e nas habilidades propostas na BNCC (Brasil, 2018), e demais documentos legais que direcionam o currículo das escolas brasileiras. De acordo com Nardi (2005, p. 14):

A institucionalização da ciência em nível escolar se dá através da criação de vários mecanismos: legislações e normas, posteriormente assumidas oficialmente pelos governos através do estabelecimento de parâmetros, diretrizes curriculares, currículos mínimos; a criação de cursos de formação de professores específicos para o ensino da ciência em suas diversas ramificações ou modalidades; e a criação de outras instâncias paralelas – geralmente chamadas de não-formais, como centros de ciências, museus e revistas de divulgação.

A BNCC é o mais novo documento que regulamenta e apresenta a base curricular brasileira para cada componente da base comum. Neste contexto, as Ciências da Natureza, na BNCC, buscam assegurar aos estudantes o acesso à diversidade de conhecimentos científicos, que estimulem a aprendizagem do estudante por meio de processos, práticas e procedimentos da investigação científica, envolvendo a definição de problemas; levantamento, análise e representação de resultados; comunicação de conclusões e proposta de intervenção. Pozo e Crespo (2009, p. 247) afirmam que o Ensino de Ciências se torna mais efetivo se necessariamente:

[...] todos estejamos no mesmo currículo, que adotemos todos o mesmo enfoque, ou se isso não for possível, porque aqui também é preciso considerar a diversidade de pontos de vista que pelo menos saibamos qual é o enfoque que cada um de nós tem e como podemos torná-los compatíveis. Para isso precisamos conhecer quais são os principais enfoques a partir dos quais foi abordado o ensino de ciência.

As competências e habilidades estão em todo o currículo escolar, no de Ciências estabelecem uma amplitude de conceitos, agregando vivências, fazendo correspondências caracterizadas pela apropriação das experiências compartilhadas num eixo de sociointeratividade educacional.

Quando a Ciência é colocada em evidência, isto ocorre por meio de situações-problema reais e muito específicas da sociedade brasileira, como o constante combate ao mosquito *Aedes Aegypti*, causador da dengue, conscientização do uso racional da água, cuidados com o meio ambiente e o destino apropriado do lixo, porém, Ciências são muito mais do que isso. De acordo com a BNCC, “Espera-se, desse modo, possibilitar que esses estudantes tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum” (Brasil, 2018, p. 273).

Se o Ensino de Ciências for apresentado como memorístico, ou relacionar o estudo com a instrumentalização ou experimentação, sem despertar no estudante a importância para a sua própria vida, tampouco os objetivos traçados pelos parâmetros, diretrizes e base curricular serão alcançados.

Por meio de um ensino mais contextualizado, Furman (2009) reflete sobre as pedras fundamentais para o Ensino de Ciências e, sobretudo, a aquisição do pensamento científico, ou mesmo a base para a promoção da Alfabetização Científica. Assim, Furman (2009, p. 7) afirma:

O que acontece se essas pedras fundamentais do pensamento científico não forem colocadas a tempo? Pensemos, por um momento, em estudantes que saem do Ensino Fundamental sem a possibilidade de (nem a confiança para) formular maneiras de procurar respostas às coisas que não conhecem, ou de dar-se conta se há evidências que sustentam o que ouvem. Ou em estudantes cuja curiosidade foi se apagando pouco a pouco por não terem encontrado espaço para expressá-la. Claramente estamos diante de um cenário muito arriscado, principalmente se pensarmos em construir uma sociedade participativa, com as ferramentas necessárias para gerar ideias próprias e decidir seu rumo.

É a partir das pedras fundamentais do pensamento científico que construímos os aspectos construtivos, o professor medeia o conhecimento, viabilizando assim aspectos sensitivos, críticos, abertos para novas aprendizagens, possibilitando a formação do caráter ético, com responsabilidade social sobre o ambiente, o corpo e a saúde, além da busca pelo equilíbrio da natureza, da sociedade, do consumo e da necessidade de manutenção de um meio ambiente sadio para o presente e o futuro. Sobre a organização do Ensino de Ciências alinhado à BNCC, Rico (2017, p. 3) esclarece que:

O Ensino de Ciências alinhado à Base será feito em torno de três unidades temáticas que se repetem ano a ano. Cada uma é estruturada em um conjunto de habilidades cuja complexidade cresce progressivamente ao longo do tempo. Essa opção resultou, por exemplo, em uma distribuição mais equilibrada entre conteúdos tradicionais do componente curricular. Antes, o foco em Biologia era maior, com Física e Química sendo abordadas, com maior frequência, apenas nos anos finais do Fundamental. Agora essas áreas das Ciências estão distribuídas nas Unidades Temáticas e são trabalhadas em todos os anos da escolaridade.

A BNCC estrutura o ensino de Ciências por meio das Unidades Temáticas, promovendo o equilíbrio dos conteúdos (Brasil, 2018). Assim, faz-se muito necessário o professor de Ciências aprimorar seus conhecimentos na área de maneira interdisciplinar, para poder mediar seguramente os conteúdos das três Unidades Temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, na área do conhecimento Ciências da Natureza. Se antes havia a fragmentação dos conteúdos, a proposta das Unidades Temáticas é entrelaçar as discussões das áreas e direcionar com mais amplitude os estudos.

### 1.5.2 Ensino da Física

Muitos estudantes consideram que a disciplina de Física, da maneira como é abordada no ambiente escolar, torna-se complexa e as aulas se concentram em manipulações matemáticas

e carecem de exemplos reais (Erinosho, 2013). A maioria dos livros didáticos de Física traz uma abordagem centrada em cálculos matemáticos, sem qualquer relação com o dia a dia do estudante. Neste contexto, Moreira diz que “o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no professor, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto” (Moreira, 2017, p. 03). Em outras palavras, percebemos o ensino de Física, proporcionado nos livros didáticos, desatualizado da cultura digital e das TD.

Nossos estudantes já não são mais como os de décadas atrás. Somente o livro didático e o quadro-negro/lousa branca não são suficientes para a produção de conhecimento. As TD fazem parte do dia a dia da grande maioria de nosso alunado, que muitas vezes não tem o conhecimento, a cultural digital para usá-la em seu próprio benefício. Conforme Ferreira e Raboni (2013, p. 86):

As aulas de Física têm sido restritas à linguagem textual, acompanhada dos signos matemáticos e físicos, de modo que a grande maioria dos estudantes encontra muita dificuldade na interpretação de leis, postulados, enunciados de problemas e outros, bem como na compreensão do mundo a partir dessas leis, limitando-se quase sempre à aplicação de equações sobre as quais pouco sabem falar.

Esta forma de ensino da Física, que se encontra centrada na manipulação matemática e vem sendo empregada há décadas pelos professores do Ensino Médio, está recriando os modelos apresentados a estes profissionais em sua formação. Moreira (2020, p. 95) afirma que:

[...] parece que nunca saímos do paradigma do livro. Em nosso ensino de graduação, tanto nas disciplinas de Física Geral como nas avançadas, é o livro de texto quem determina o nível do curso, a ementa, o programa, a sequência das aulas, enfim, o plano de ensino da disciplina. O laboratório parece ser uma obrigação incômoda para muitos professores; o ideal aparenta ser explicar, ou simplesmente repetir, o que está no livro e dar uma lista de problemas para os estudantes.

Para transposição deste paradigma, a participação ativa dos estudantes no seu processo de aprendizagem assume um papel significativo no processo de construção do conhecimento (Moreira, 2020). Moreira (2021) ainda faz uma análise do ensino de Física e considera que o ato de ensinar e de aprender Física compreende alguns pontos, entre eles as atividades experimentais e as competências científicas. Para esses pontos, Moreira (2021, p. 07) conclui que os desafios do ensino de Física compreendem:

[...] incorporar as tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino sem abandonar atividades presenciais, mantendo a interação social, a negociação de significados. Utilizar laboratórios virtuais; computadores e celulares fazem parte do entorno dos estudantes; laboratórios virtuais podem ser usados em simulações,

modelos computacionais, experimentos virtuais; a experimentação deve fazer parte do ensino de Física, [...].

Segundo essa visão, a utilização de simuladores virtuais no ensino de Física parece ser uma alternativa que deve ser considerada para enriquecer ainda mais o ensino e, por conseguinte, a aprendizagem dos estudantes.

### 1.5.3 Circuito elétrico e circuito eletrônico, grandezas físicas e seus elementos e componentes

Para Magon (2019), além das necessidades primitivas de controlar rebanhos, cultivar plantios e construir moradias, as sociedades foram obrigadas a desenvolver as artes medicinais, a linguagem escrita, a astronomia, a geometria, a matemática e conhecimentos de física. Este autor compartilha da ideia de que, frente a tantas necessidades da sociedade em medir o tempo, prever enchentes e inundações, programar plantios, colheitas e armazenamento de alimentos, construir habitações e cidades, é que provavelmente constituíram as principais alavancas do progresso cultural e científico da época. E, neste contexto histórico de evolução e invenção tecnológica, segundo Magon (2019, p. 6),

[...] o nascimento da área da Eletrônica está associado à invenção das válvulas, atribuída a J. A. Fleming em 1895 e Lee De Forest em 1906. As válvulas iniciaram uma nova era para a eletricidade, através da invenção de uma aplicação revolucionária do conhecido “efeito Edison” descoberto pelo inventor americano Thomas Edison, a quem é creditada a invenção (ou o aperfeiçoamento) da lâmpada incandescente em 1879. A válvula metabolizou a transição entre “circuitos elétricos” para “circuitos eletrônicos”, iniciando-se assim uma nova era para a Ciência e Tecnologia. Foi através das válvulas que descobriu-se novos continentes no mundo da eletricidade, dando um significado novo para a função de um circuito elétrico – uma maneira de controlar-se o fluxo de elétrons (ou a corrente) em um circuito através de um outro sinal elétrico – o que para nós hoje representa um circuito eletrônico.

Em meio às descobertas e invenções nos séculos XIX e XX, desponta a evolução tecnológica que deu origem ao que hoje chamamos de circuito eletrônico, e que vem permitindo a criação de novos produtos tecnológicos cada vez mais fáceis de portar e utilizar no cotidiano. Para Magon (2019), grande parte das válvulas foi substituída pelos dispositivos semicondutores, como o diodo e o transistor, permitindo a miniaturização da eletrônica e criando produtos como os computadores, equipamentos para diagnósticos e tratamento médico, telefonia, equipamentos para comunicação em geral, os satélites, as viagens espaciais, entre outros.

Mas, afinal, qual a diferença entre circuito elétrico e circuito eletrônico? Quais os elementos ou componentes que os constituem? Vidal (2018) define um circuito elétrico/eletrônico como sendo uma interconexão de elementos elétricos/eletrônicos. Essa

interconexão vem associada sempre a uma finalidade, seja converter energia elétrica em energia térmica em um resistor, ligar uma lâmpada ou energizar um motor, por exemplo. Já Amaral (2021, p. 31-32) diz que:

Um circuito elétrico pode ser definido como uma associação de componentes elétricos de modo a constituir um ou mais caminhos para a corrente elétrica percorrer, onde cada caminho fechado é denominado de malha. Basicamente, resolver um circuito elétrico de corrente contínua é determinar a intensidade e o sentido da corrente. Logo, um ponto essencial é entender se as cargas estão recebendo energia potencial elétrica ou transformando energia potencial elétrica em outra modalidade de energia quando passam pelos componentes do circuito, ou seja, se ao longo da malha o potencial aumenta ou decresce.

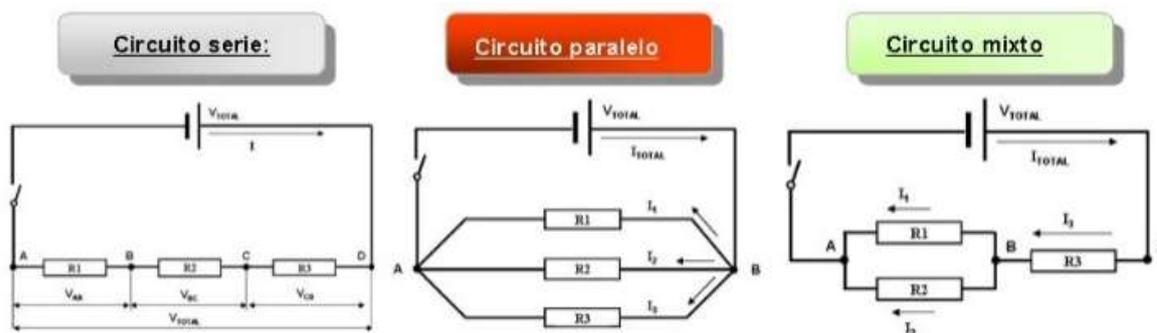
Vimos que um circuito elétrico consiste num caminho contendo ligações de elementos elétricos. Esses elementos podem ser o: resistor, capacitor, gerador, receptor, entre outros. Tudo depende do tipo e da aplicação do circuito. Como, por exemplo, um circuito elétrico pode ser utilizado para diversas aplicações, desde o controle e programação de equipamentos até geradores de sinais sonoros. De acordo com Thompson e Rios (2018, p. 95), circuito elétrico é:

Um conjunto composto de pelo menos um gerador de energia elétrica, um fio condutor e um dispositivo que utilize a energia produzida pelo gerador. Quando esses elementos são ligados de maneira que as partículas elétricas percorram o circuito todo, de uma ponta a outra (circuito fechado), estabelece uma corrente elétrica. A maioria dos circuitos elétricos apresenta uma chave que permite ou impede a passagem da corrente elétrica pelo dispositivo que usará a energia produzida pelo gerador (circuito aberto). Essa chave é o botão liga-desliga de diversos aparelhos elétricos utilizados no dia a dia.

Para a composição de um circuito elétrico, é necessário pelo menos de um gerador de energia elétrica (pilha, bateria, limões), um fio condutor para transportar a energia produzida (fio de cobre) e um dispositivo que receba a energia produzida pelo gerador e transportada pelo fio condutor. A ligação desses elementos pode ocorrer de duas formas: fechado ou aberto. No circuito fechado não se utiliza o botão de liga/desliga, chamado de interruptor, enquanto no circuito aberto se utiliza.

Thompson e Rios (2018) complementam dizendo que os componentes do circuito elétrico podem ser ligados em série ou em paralelo. Com a ligação dos elementos elétricos no circuito em série, a corrente elétrica flui por um único caminho entre os terminais do gerador de energia elétrica e a tensão elétrica se divide entre os dispositivos conectados ao circuito. Enquanto no circuito em paralelo a corrente elétrica é dividida, e apenas uma parte dessa corrente passa em cada um dos ramos do circuito; nesse caso, a tensão elétrica se mantém constante. Na Figura 9, apresentamos os três tipos de circuitos elétricos.

**Figura 9** - Tipos de circuito elétrico.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/metromon/5834930159>. Acesso em: 10 jan. 2024.

O circuito pode estar “energizado”, quando possui uma fonte de alimentação conectada, fornecendo corrente elétrica aos componentes, ou “desenergizado”, quando está sem alimentação de fonte externa. Isto é importante em virtude da manutenção e manuseio dos circuitos. Para manipular os componentes, na medida do possível, recomenda-se que estes estejam desenergizados, ou seja, não conectados a um circuito fechado e sem carga acumulada, no caso de capacitores. Assim, evita-se tanto a queima dos componentes, quanto choques elétricos. Também é indicado o uso, se possível, de pulseira antiestática. No caso de estarem energizados, como, por exemplo, no teste de sensores, estes devem ser manipulados com o devido cuidado (Tooley, 2007).

Magon (2019) afirma que um circuito eletrônico é essencialmente distinto de um circuito elétrico. Magon (2019, p. 157-158) define que:

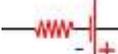
Chamamos de circuitos elétricos aqueles compostos por componentes, conectados entre si por fios bons condutores, através dos quais circula um fluxo uniforme de carga. A corrente se divide nos nós, e as leis de Kirchoff definem qual a fração das correntes incidentes será encontrada em cada uma das ramificações afluentes. Por outro lado, em um circuito eletrônico o fluxo de elétrons em um ramo do circuito pode ser controlado pelo fluxo de elétrons em outro ramo. Em um circuito eletrônico uma corrente pode controlar outras correntes. [...] os circuitos eletrônicos podem ser programados para realizar uma certa tarefa específica, por exemplo: eles podem simplesmente acender uma lâmpada quando estiver escuro. Os componentes que permitem o controle da corrente a partir de outra corrente ou tensão são chamados de componentes ativos. Logo, os que não permitem este tipo de controle são chamados de passivos. Resistores, capacitores, indutores, diodos, e outros, são passivos. Transistores, e alguns outros componentes são ativos.

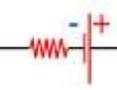
Em outras palavras os circuitos eletrônicos representam um tipo de circuito elétrico, utilizando mais alguns componentes eletrônicos que realizam transformações nas grandezas elétricas, como, por exemplo, os diodos e transistores, desempenhando funções específicas, como por exemplo fazer com que a corrente elétrica seja controlada, podendo realizar diversas

funções, das mais simples, como diminuir ou aumentar a luminosidade, até outras mais complexas, como realizar a comunicação com satélites. É isso que diferencia os circuitos elétricos dos circuitos eletrônicos.

Sabendo que circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos para permitir a circulação da corrente elétrica, apresentamos, no Quadro 2, os principais elementos elétricos que compõem um circuito elétrico, de acordo com Helerbrock (2024), com a descrição, figura e símbolo que os representam no estudo da física.

**Quadro 2** – Descrição, figura e símbolo dos elementos de um circuito elétrico.

<b>Elementos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Figura</b>	<b>Símbolo</b>
<b>Resistores</b>	Resistores são dispositivos elétricos com alta resistência elétrica, isto é, opõem-se fortemente à passagem de corrente elétrica. Quando esses elementos são percorridos por uma corrente elétrica, produzem uma queda no potencial elétrico do circuito, consumindo essa energia por meio do efeito Joule. Dessa forma, é provocado um grande aquecimento do circuito. Essa classe de dispositivo é comumente usada em ferros de passar, chuveiros elétricos, churrasqueiras elétricas, aquecedores, etc.		
<b>Geradores</b>	Geradores são elementos responsáveis por fornecer energia para os circuitos elétricos. Quando ligamos os terminais de um gerador aos fios condutores de um circuito, forma-se uma diferença de potencial, que promove a movimentação dos elétrons. Quando a movimentação dos elétrons ocorre em um único sentido, dizemos que o circuito é percorrido por uma corrente direta; se o sentido da corrente variar periodicamente com o tempo, dizemos que ele é percorrido por uma corrente alternada. Alguns exemplos de geradores de corrente contínua são as pilhas e baterias. Já as tomadas residenciais são geradores de correntes alternadas.		Geradores ideais  Geradores reais 
<b>Chaves ou interruptores</b>	Chaves ou interruptores são dispositivos de segurança que servem para “abrir” ou “fechar” um circuito, podendo permitir ou interromper o fluxo de corrente elétrica. Esses elementos são fundamentais para quaisquer circuitos elétricos		
<b>Capacitores</b>	Capacitores ou condensadores são utilizados para o armazenamento de cargas elétricas em um circuito. Esses dispositivos são capazes de reter grandes quantidades de cargas elétricas, liberando-as rapidamente quando solicitados. Por isso, são muito utilizados em circuitos que necessitam de grandes correntes elétricas para operarem corretamente.		

<b>Fusíveis</b>	Fusíveis são dispositivos de segurança que interrompem a passagem de corrente elétrica nos circuitos caso exceda uma margem de segurança. Os fusíveis mais comuns são produzidos com uma liga metálica de baixo ponto de fusão. Quando atravessadas por grandes correntes elétricas, essas ligas metálicas derretem, interrompendo o circuito.	 <a href="https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/fusiveis.htm">https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/fusiveis.htm</a>	
<b>Receptores</b>	Receptores são dispositivos que transformam a energia elétrica presente em um circuito em outras formas de energia, como a energia cinética. O que difere um receptor de um resistor é que este transforma a energia elétrica exclusivamente em calor. Televisores, computadores, lâmpadas e caixas de som são exemplos de receptores. A única coisa que difere os receptores dos geradores nos esquemas dos circuitos elétricos é o sentido da corrente: ao passar por um receptor, a corrente elétrica está perdendo parte de sua energia, a qual entra pelo terminal positivo, de maior potencial, e sai do receptor pelo terminal negativo, de menor potencial.		Receptores ideais  Receptores reais 

Fonte: Adaptado de Helerbrock (2024). Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuitos-eletricos.htm>. Acesso em: 15 de jan. 2024.

Podemos ver, no Quadro 2, os elementos elétricos que podem ser utilizados na instalação de um circuito elétrico. A quantidade e os elementos elétricos a serem utilizados dependem da instalação a ser feita. Por exemplo, para se fazer a instalação de um circuito elétrico de uma residência, utilizam-se mais elementos que para fazer uma ligação de um pisca-pisca de natal ou de uma instalação do circuito elétrico de uma chupeta para dar carga numa bateria de carro.

Quanto ao circuito eletrônico, os componentes eletrônicos são divididos em duas categorias: componentes passivos e ativos (Quadro 3). Podendo ser classificados os componentes de acordo com o emprego de suas características (Quadro 4) e, por fim, os principais tipos de componentes utilizados num circuito eletrônico (Quadro 5).

**Quadro 3** – Categorias dos componentes eletrônicos: passivos e ativos.

<b>Componentes</b>	
<b>Ativos</b>	<b>Passivos</b>
Os componentes ativos são os que fornecem ganho à corrente, ou as direcionam. Fazem parte desse grupo os diodos, transistores, circuitos integrados, dispositivos optoeletrônicos <sup>2</sup> e fontes de energia. Os componentes ativos também são conhecidos como componentes digitais. Outro atributo dos componentes eletrônicos é a polaridade, que é a condição	Os componentes passivos são aqueles que não aumentam a intensidade da corrente ou tensão do circuito, embora possam retardar a corrente ou armazenar

<sup>2</sup> Dispositivos optoeletrônicos são componentes que interagem com a luz e a eletricidade simultaneamente. Eles são capazes de converter sinais elétricos em sinais ópticos e vice-versa.

elétrica que determina o sentido, no qual a corrente elétrica tende a circular. Componentes polarizados possuem polos elétricos, portanto, devem ser colocados no circuito na posição correta. Quando falamos em polos elétricos, não necessariamente significa que são positivos e negativos, mas sim que recebem tensões diferentes.	energia elétrica. São eles: resistores, capacitores, indutores, sensores e antenas. Os componentes passivos também são conhecidos como componentes elétricos.
--	---

Fonte: Adaptado de Mattede (2024). Disponível em: <https://www.blogdaeletronica.com.br/principais-componentes-eletronicos/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

**Quadro 4** - Classificação dos componentes de acordo com o emprego de características.

Características	Descrição
Entrada de dados	São usados para fazer a interface homem-máquina. Através deles, os usuários podem fornecer dados para o processamento do circuito. Entre eles, podemos relacionar os potenciômetros, os botões e os capacitores.
Processamento	Realizam a lógica do circuito. Os circuitos integrados, transistores e microcontroladores são os principais componentes dessa categoria.
Saída de dados	Exibem o resultado final do processamento, como LEDs e <i>displays</i> .
Componentes de apoio	Realizam a proteção do circuito, bem como ajustam valores elétricos para o seu correto funcionamento. Destacam-se aqui os resistores, fontes de alimentação, diodos e capacitores.

Fonte: Adaptado de Mattede (2024). Disponível em: <https://www.blogdaeletronica.com.br/principais-componentes-eletronicos/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

**Quadro 5** - Os principais tipos de componentes utilizados em circuitos eletrônicos.

Componentes	Descrição
<b>Resistores</b>	Os resistores normalmente são usados com a finalidade de limitar a corrente elétrica em um circuito. O dispositivo faz oposição à passagem da corrente elétrica, oferecendo resistência. Por exemplo, ao ligar um LED de 3,3V em uma bateria de 9V, logicamente você deve perceber que o LED irá queimar. Então, para resolver o problema, utiliza-se um resistor com o intuito de reduzir a corrente elétrica do circuito, diminuir a tensão e não danificar o LED. Além disso, por meio do chamado efeito Joule, ele é capaz de transformar a energia elétrica em energia térmica.
<b>Diodos</b>	O diodo é um componente semicondutor que permite a passagem da corrente elétrica somente em um sentido. Ou seja, ele funciona como uma chave de acionamento automático: fechada quando o diodo está diretamente polarizado e aberta quando o diodo está inversamente polarizado. Os diodos são muito utilizados em circuitos retificadores, ceifadores e multiplicadores. Os dois polos do diodo são chamados de ânodo e cátodo, e a corrente elétrica trafega livremente do ânodo para o cátodo. O diodo é classificado como um componente de apoio, ativo e com polaridade. Com o passar do tempo, outras propriedades dos diodos foram descobertas, criando-se o diodo zener, que é fabricado para conduzir a corrente elétrica em sentido inverso (polarização inversa).
<b>LEDs</b>	LED ou Light Emitting Diode é um tipo de diodo, como diz o seu nome. Neste caso, um diodo emissor de luz. O LED permite a passagem de corrente (quando acende) no sentido direto, do ânodo para o cátodo. No sentido inverso, a corrente não o atravessa e a luz não é emitida. Ele é muito usado em saídas de dados, para exibir resultados, testes ou apenas para produzir efeitos bonitos. A cor do LED depende do cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado. Além disso, destacam-se os LEDs de alto brilho e os LEDs RGB, que, através da combinação das cores básicas, são capazes de gerar milhares de cores. O LED é classificado como um componente de saída de dados e, apesar de ser um diodo feito com material semicondutor, é considerado como passivo com polaridade.

<b>Transistores</b>	Considerado por muitos uma das maiores invenções da história moderna, o transistor tem grande aplicação em circuitos eletrônicos digitais e possibilitou a criação de aparelhos cada vez mais avançados, como os computadores, e está relacionado a praticamente uma revolução no modo de vida das pessoas. Um processador, por exemplo, tem milhões de transistores microscópicos funcionando! Os transistores realizam inúmeras funções e, além disso, existem muitos tipos diferentes de transistores. O transistor é um componente capaz de amplificar ou interromper sinais ou energia elétrica. É composto de um material semicondutor com pelo menos três terminais para conexão. Por isso, a sua polarização é diferente dos demais componentes de dois terminais (pernas). O transistor é classificado como um componente usado no processamento da informação e também como apoio; é ativo e polarizado.
<b>Circuitos Integrados</b>	O circuito integrado (CI) é sinônimo de eletrônica digital. Na verdade, o CI é mais do que um componente eletrônico, mas sim é um conjunto de componentes encapsulados em um minicircuito. O CI é um circuito eletrônico que incorpora miniaturas de diversos componentes, principalmente transistores, diodos, resistores e capacitores, “gravados” em uma pequena lâmina ( <i>chip</i> ) de silício. O <i>chip</i> é montado e selado em um bloco (de plástico ou cerâmica), com terminais que são conectados aos seus componentes por pequenos fios condutores. O circuito integrado é classificado como um componente usado no processamento da informação, é ativo e “polarizado”. Colocamos polarizado aqui apenas no sentido de que ele tem “um jeito certo” de ser colocado no circuito. Existem muitos tipos de CI, que são classificados de acordo com a funcionalidade. Um circuito integrado é indicado por um número e cada fabricante acrescenta outros códigos para diferenciar um CI do outro. Assim, por exemplo, o CI 555 será encontrado no mercado como NE555P, TLC555P ou LMC555CN. Cada um poderá ter diferenças de consumo e precisão, entretanto, a lógica é a mesma.

Fonte: Adaptado de Mattede (2024). Disponível em: <https://www.blogdaeletronica.com.br/principais-componentes-eletronicos/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

São diversos os componentes eletrônicos que são utilizados em um circuito eletrônico. Cada um dos componentes apresenta sua função específica para o funcionamento desse tipo de circuito, que vem sendo explorado na atualidade no avanço das tecnologias em busca de benefícios e melhorias na agricultura, medicina, astronomia, entre outras áreas.

Definidos os conceitos de circuito elétrico e circuito eletrônico, e os elementos e componentes que os constituem, apresentamos a seguir as definições das principais grandezas físicas relativas aos dois tipos de circuitos mencionados: carga elétrica, corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica.

De acordo com Thompson e Rios (2018), a carga elétrica é uma característica das partículas que compõem o átomo: os prótons e os elétrons. Elas são medidas em coulomb (C), sua unidade do Sistema Internacional. Já a corrente elétrica é a taxa de variação de carga em função do tempo, ou seja, corresponde ao produto da quantidade de portadores de carga multiplicado pela carga elementar, que atravessa uma seção reta de um condutor, durante um determinado período de tempo ( $A = \frac{Q}{t}$  – ampére).

Para estabelecer uma corrente elétrica, é necessário que os portadores de carga se movam prioritariamente num sentido, o que constitui um fluxo líquido de cargas em um

condutor. Exemplo disso é ligar uma bateria às extremidades de um fio, os elétrons que atravessam o plano em um sentido serão mais numerosos do que os que atravessam no sentido oposto, como consequência haverá um fluxo de cargas, portanto, uma corrente elétrica (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Quanto à tensão elétrica, Felizardo (2024), sugere que pensemos num condutor elétrico. Segundo ele, para que os elétrons consigam passar por este condutor, é necessário um empurrão, e esse empurrão é dado quando há uma diferença de potencial elétrico (d.d.p.) – podendo ser grande ou pequena esta diferença, criando diferenças na corrente. Na eletrônica, a diferença de potencial é chamada de tensão, sendo ela medida em volts (V). Quanto maior for essa tensão, maior a voltagem, ou seja, maior o potencial de transmissão de energia. Zattoni (2023) define a d.d.p. entre dois pontos de um circuito elétrico: pólos positivo e negativo, que permite que o fluxo de corrente elétrica ocorra no sentido do corpo mais eletricamente carregado para o corpo menos carregado.

Ao passarem por diversos tipos de condutores elétricos, os elétrons podem encontrar dificuldade. A essa dificuldade se dá o nome “resistência elétrica”. A resistência oferecida pelos condutores é influenciada por diversos fatores, como o material, o formato, o comprimento, a temperatura, entre outros. Um resistor elétrico funciona com o mesmo princípio, um estreitamento da passagem dos elétrons. Os resistores fazem com que a energia cinética dos elétrons se transforme em energia térmica, pelo efeito Joule (Felizardo, 2024).

Potência e energia são duas grandezas muito importantes quando se fala em circuitos elétricos/eletrônicos. Potência é por definição a energia “consumida” ou dissipada em função do tempo; sua unidade no Sistema Internacional é o watt (W). Essa grandeza é importante de ser considerada no momento de calcular quais as especificações necessárias para os componentes em um circuito (Biscuola, 2007).

No próximo capítulo, apresentamos a revisão sistemática da literatura dos trabalhos desenvolvidos com a temática deste estudo, com a finalidade de identificar as pesquisas que desenvolveram habilidades do PC e verificar quais foram as habilidades do PC desenvolvidas ao se produzir OA sobre circuito elétrico com estudantes dos anos finais do EF e EM.

## 2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Neste capítulo, aduzimos a um panorama das pesquisas já desenvolvidas referentes à temática **“Habilidades do PC desenvolvidas ao se produzir/utilizar OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências”**, seguindo as etapas e procedimentos metodológicos que caracterizam uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

Para Kitchenham *et al.* (2009), a RSL é um dos principais meios para sumarizar evidências de pesquisa. Neste contexto, os autores dizem que “o objetivo da RSL é identificar, selecionar, avaliar, interpretar e sumarizar estudos disponíveis considerados relevantes para um tópico de pesquisa ou fenômeno de interesse” (2009, p. 16).

Snyder (2019) destaca a importância da RSL na pesquisa com enfoque qualitativo, uma vez que esta proporciona ao pesquisador sintetizar os resultados das pesquisas existentes de forma sistemática, transparente e reproduzível; identificar todas as evidências empíricas que se encaixam em critérios de inclusão especificados previamente para responder a uma questão particular de pesquisa e hipótese; apresentar método e processo de pesquisa para identificar e avaliar criticamente as pesquisas relevantes; diminuir vieses na escolha das fontes e fornecer resultados mais confiáveis.

Após identificar a necessidade de estudo de uma temática, define-se o protocolo que especifica os métodos utilizados para orientar a revisão, de maneira que, para Biolchini *et al.* (2005), uma RSL baseia-se em um protocolo previamente definido, ou seja, um documento que formaliza a execução da RSL desde a definição das questões de pesquisa, passando pela estratégia de busca, até o relatório final.

### 2.1 Protocolo da RSL

Faria (2016) destaca que o processo de revisão da literatura, ao estar descrito no desenho metodológico da investigação, deve esclarecer o modo como foram apurados e selecionados os textos, a fim de se produzirem conclusões sobre os assuntos.

Galvão e Ricarte (2019, p. 63) confirmam que “a RSL demanda delimitação de objetivos e questões de pesquisa”. Geralmente, entende-se que a questão de uma RSL deve contemplar a especificação da população, o problema ou a condição que será estudada, o tipo de intervenção que será analisado, se haverá comparação entre intervenções e o desfecho que se pretende estudar. Esta abordagem para a elaboração da questão é conhecida pela sigla PICO, onde P é

população ou problema, I é intervenção, C é comparação e O é *outcome*/resultado. No Quadro 6, apresentamos a descrição dos critérios da pesquisa (PICO).

**Quadro 6** - Descrição dos critérios da revisão sistemática de literatura.

Nº	Critérios	Descrição
1	<b>População</b>	Estudantes da educação básica: 9º ano do EF e 1º ano do EM, na área de conhecimento Ciências da Natureza (Ciência e Física).
2	<b>Intervenção</b>	Desenvolvimento das habilidades do PC no ensino sobre circuito elétrico e eletrônico por meio de resolução de problema ao produzir um OA.
3	<b>Comparação</b>	Pesquisas que desenvolvem habilidades do PC com estudantes da educação básica ao produzir OA sobre circuito elétrico e eletrônico.
4	<b>Resultado</b>	Identificar as habilidades do PC que são desenvolvidas nas pesquisas que produzem um OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências.

Fonte: Baseado em Nakagawa *et al.* (2017).

Localizar os estudos mais relevantes existentes com base em questões de pesquisa para avaliar e sintetizar suas respectivas contribuições por meio de uma análise de dados é a finalidade de uma RSL. E, nesse contexto, organizamos, inicialmente, um Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura (PRSL), baseado nos critérios de Nakagawa *et al.* (2017). O PRSL é dividido em cinco seções:

- (1) Informações Gerais – contém itens como título da RS, pesquisadores que a conduzirão, descrição da revisão e seus objetivos;
- (2) Questões de pesquisa – contém itens como questões de pesquisa primárias e secundárias;
- (3) Identificação de estudos – contém itens como palavras-chave, *strings* de busca, critérios de seleção das fontes de busca, lista das fontes de busca e a estratégia de busca;
- (4) Seleção e avaliação de estudos – contém itens como critérios de inclusão e exclusão, estratégia para seleção dos estudos e avaliação da qualidade dos estudos;
- (5) Síntese dos dados e apresentação dos resultados – contém itens como estratégia de extração e sumarização dos dados e estratégia de publicação dos resultados (Nakagawa *et al.*, 2017, p. 28).

A seguir, apresentamos o protocolo detalhando as cinco seções: Seção I - Informações gerais; Seção II - Questão de pesquisa; Seção III - Identificação de estudos; Seção VI - Seleção e avaliação de estudos; e V - Síntese dos dados e apresentação dos resultados.

**Quadro 7** - Informações gerais do PRSL.

SEÇÃO I - INFORMAÇÕES GERAIS	
<b>Título</b>	Habilidades do PC desenvolvidas ao se produzir/utilizar OA sobre circuito elétrico e

	eletrônico no Ensino de Ciências.
<b>Pesquisadores</b>	Mestrando: Josemar Pereira Hidalgo. Orientadora: Prof. <sup>a</sup> Dra. Mineia Cappellari Fagundes.
<b>Descrição</b>	A RSL foi realizada para verificar nas pesquisas as habilidades do PC que são desenvolvidas ao se produzir um OA sobre circuito elétrico e eletrônico com estudantes dos anos finais do EF e EM, no âmbito da literatura brasileira.
<b>Objetivos</b>	Identificar as pesquisas que desenvolveram habilidades do PC ao se produzir um OA sobre circuito elétrico e eletrônico com estudantes dos anos finais do EF e EM.
<b>SEÇÃO II - QUESTÃO DA PESQUISA</b>	
<b>Questões de pesquisa primárias e secundárias</b>	Q01. Quais TD e OA são utilizados e produzidos sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências para desenvolver habilidades do PC?  Q02. Quais habilidades do PC são desenvolvidas na produção de OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências?
<b>SEÇÃO III - IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO</b>	
<b>Palavras-chave</b>	Objeto de Aprendizagem - Pensamento Computacional - Ensino de Ciências Circuito elétrico - Circuito eletrônico
<b>Strings de busca</b>	<p><b>BDTD</b> Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciências Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciências <i>and</i> Objeto de Aprendizagem Circuito elétrico <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional Ensino de Ciências <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional</p> <p><b>Periódicos CAPES</b> Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciências Ensino de Ciência <i>and</i> Objeto de Aprendizagem <i>and</i> Pensamento Computacional Circuito elétrico <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional Ensino de Ciência <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional</p> <p><b>Catálogo Teses e Dissertações da CAPES</b> Pensamento Computacional e Ensino de Ciência Ensino de Ciência e Objeto de Aprendizagem e Pensamento Computacional Circuito elétrico e Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional Ensino de Ciência e Habilidades do Pensamento Computacional <i>ou</i> Pilares do Pensamento Computacional</p> <p><b>Google Acadêmico</b> “Ensino de Ciência” <i>and</i> “Pensamento Computacional” <i>and</i> “Circuito elétrico” “Ensino de Ciência” <i>and</i> “Pensamento Computacional” <i>and</i> “Objeto de Aprendizagem” “Circuito elétrico” <i>and</i> “Habilidades do Pensamento Computacional” <i>or</i> “Pilares do Pensamento Computacional” “Ensino de Ciência” <i>and</i> “Habilidades do Pensamento Computacional” <i>or</i> “Pilares do</p>

	Pensamento Computacional”
<b>Crítérios de seleção das fontes de busca</b>	Foram selecionados trabalhos escritos na Língua Portuguesa, recorte temporal de 2018 a 2023, das bases de dados com acesso gratuito.
<b>Lista das fontes de busca</b>	Bases de dados eletrônicas: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, Google Acadêmico e Periódicos CAPES.
<b>Estratégias de busca</b>	Foram aceitos artigos científicos, dissertações, teses das bases de dados citadas acima, gratuitamente.
<b>SEÇÃO IV - SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTUDOS</b>	
<b>Crítérios de inclusão e exclusão dos estudos</b>	<p><b>Inclusão:</b></p> <p>Pesquisas em português brasileiro;  Estudos desenvolvidos na área de conhecimento Ciências da Natureza na modalidade EF anos finais e EM;  Estudos publicados na íntegra e disponíveis gratuitamente nas bases de dados selecionadas (artigos, dissertações e teses);  Marco temporal entre 2018 e 2023;  Estudos que apresentam nas <i>strings</i> de busca a palavra chave “PC”, com ou sem aspas.</p> <p><b>Exclusão:</b></p> <p>Estudos em outro idioma que não seja a Língua Portuguesa brasileira;  Estudos realizados em outras áreas do conhecimento;  Estudos incompletos (resumos simples, resumos expandidos, relatos de experiências);  Estudos realizados na formação inicial acadêmica;  Estudos realizados na formação continuada de professores;  Estudos fora do marco temporal – 2018 a 2023.</p>
<b>Estratégias para seleção dos estudos</b>	Leitura dos títulos e resumos inicialmente para selecionar os artigos e dissertações, a fim de verificar se atendem à necessidade desta pesquisa.
<b>SEÇÃO V - SÍNTESE DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	
<b>Estratégia de extração de dados</b>	Localização das pesquisas, indicação pelo número, título, autor, ano.
<b>Estratégia de sumarização dos dados</b>	Leitura dos artigos, dissertações e teses indicando as informações: nome do autor, ano de publicação, método, problema de pesquisa, objetivo, referencial teórico, resultados e proposta.
<b>Estratégias de publicação</b>	Revisão sistemática da literatura realizada na dissertação.

Fonte: Adaptado de Nakagawa *et al.* (2017).

De acordo com Nakagawa *et al.* (2017), as palavras-chave são termos presentes nas questões de pesquisa que, conseqüentemente, representam o objetivo da RSL. Ao se determinar esses termos, é importante identificar seus sinônimos (termos alternativos), abreviações, grafias alternativas e plural. Para tanto, o pesquisador deve fazer a combinação das palavras-chave e

termos relacionados usando operadores lógicos, nas *strings* de busca, de tal forma que a maior quantidade de trabalhos seja encontrada.

A autora acrescenta que as fontes de busca são os locais em que serão feitas as buscas pelos trabalhos relacionados com o tema investigado. Logo, estabelecer fontes apropriadas é um ponto importante para que estudos relevantes não fiquem inacessíveis por causa das fontes definidas.

Nesta RSL, selecionamos como fontes de busca quatro bases de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google Acadêmico, Periódicos CAPES e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com marco temporal entre 2018 e 2023, no idioma Língua Portuguesa brasileira. Os trabalhos selecionados foram identificados com A1, A2, ..., para artigos, e D1, D2, ..., para as dissertações. Iniciamos nossas buscas pela base de dados BDTD.

Dentro do banco de dados da BDTD, podemos utilizar os seguintes operadores booleanos: *and/e*, *or/ou*, *not/não*. Nesta pesquisa, foram utilizados “*and*” e “*or*”, para melhorar a extração de dados e fazer que as *strings* de busca se relacionassem. Silva e Menezes afirmam que:

A relação lógica entre os termos a serem pesquisados é estabelecida pelos operadores lógicos também conhecidos como operadores booleanos. Tais operadores são derivados da teoria de conjuntos e são de uso universal para aplicação na recuperação da informação (Silva; Menezes, 2005, p. 58).

Os operadores lógicos ou booleanos são aplicados na busca por recuperar trabalhos/pesquisas de forma mais precisa. Na Tabela 1, apresentamos as *strings* utilizadas na base de dados da BDTD, assim como a quantidade de artigos encontrados e selecionados.

**Tabela 1** - Relação das strings de busca e quantidade de trabalhos encontrados e selecionados na plataforma BDTD.

<i>Strings</i> de busca	Quantidade de trabalhos encontrados	Quantidade de trabalhos selecionados
Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciências	150	03
Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciências <i>and</i> Objeto de Aprendizagem	77	05
Circuito elétrico <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional	00	00

Ensino de Ciências *and* Habilidades do Pensamento Computacional *or* Pilares do Pensamento Computacional

00

00

Total	227	08
-------	-----	----

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Seguindo o protocolo de inclusão e exclusão das pesquisas encontradas nesta base de dados, selecionamos 04 estudos para extração e sumarização dos dados. No Quadro 8, apresentamos as pesquisas selecionadas. Salientamos que não foi encontrada nenhuma tese que atendesse ao objetivo desta RSL.

**Quadro 8** - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma BDTD que tiveram relevância para o estudo.

Nº	TÍTULO	AUTORES	ANO	LOCALIZAÇÃO
D1	Programação e Física: possibilidades do desenvolvimento do PC utilizando o Arduino	Guido Valmor Buss	2021	<a href="https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27615/1/pensamentocomputacionalarduino.pdf">https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27615/1/pensamentocomputacionalarduino.pdf</a>
D2	A abordagem <i>STEAM</i> e aprendizagem baseada em projetos: o desenvolvimento do PC nos anos iniciais do EF	Thaís de Almeida Rosa	2022	<a href="https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/3123/2/Tha%c3%ads%20de%20Almeida%20Rosa.pdf">https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/3123/2/Tha%c3%ads%20de%20Almeida%20Rosa.pdf</a>
D3	O desafio do desenvolvimento do PC na escola: vivenciando experiências e construindo habilidades	Marcelo Puziski	2019	<a href="https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/6319/Dissertacao%20Marcelo%20Puziski.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/6319/Dissertacao%20Marcelo%20Puziski.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
D4	Construção do conhecimento em ciências: uma aplicação da linguagem de programação <i>Scratch</i> para o PC durante o ensino híbrido	Patrícia Engel Leal	2022	<a href="https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/248654/001148361.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/248654/001148361.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Na base de dados do Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>), utilizamos as palavras-chave ordenando quatro *strings*. Para filtrar os trabalhos, utilizamos aspas (“”) nas palavras-chave. Os operadores booleanos empregados nas *strings* foram: “*and*” e “*or*”. Na Tabela 2, apresentamos o quantitativo das pesquisas selecionadas por *string*.

**Tabela 2** - Relação das *strings* de busca utilizadas para extrair dados na plataforma Google Acadêmico.

<i>Strings</i> de busca	Quantidade de estudos encontrados	Quantidade de estudos selecionados
-------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

“Ensino de Ciência” and “Pensamento Computacional” and “Circuito elétrico”	08	01
“Ensino de Ciência” and “Pensamento Computacional” and “Objeto de Aprendizagem”	58	01
“Circuito elétrico” and “Habilidades do Pensamento Computacional” or “Pilares do Pensamento Computacional”	01	00
“Ensino de Ciência” and “Habilidades do Pensamento Computacional” or “Pilares do Pensamento Computacional”	14	02
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>04</b>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Seguindo o protocolo de inclusão e exclusão dos trabalhos encontrados nesta base de dados, selecionamos 03 pesquisas para extração e sumarização dos dados. No Quadro 9, apresentamos as pesquisas selecionadas.

**Quadro 9** - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma Google Acadêmico que tiveram relevância para o estudo.

Nº	TÍTULO	AUTORES	ANO	LOCALIZAÇÃO
A1	Jogando e Pensando: Aprendendo PC com Jogos de Entretenimento	Daniel T. Nipo, Rodrigo L. Rodrigues, Rozelma França	2022	<a href="https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22441/22265">https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22441/22265</a>
D1	Proposta <i>maker</i> de ensino: uso do <i>scratch</i> como ferramenta para a elaboração de jogos digitais de ciências	André Luiz Rodrigues Jeremias	2023	<a href="http://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/1356">http://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/1356</a>
D2	O uso de atividades de robótica e Linguagem de Programação para o desenvolvimento do PC	Carolina Dias Chaves	2023	<a href="https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/874851b7-f6a9-41d3-b49e-1d577651c927/content">https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/874851b7-f6a9-41d3-b49e-1d577651c927/content</a>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Na base de dados Periódicos CAPES, utilizamos as palavras-chave ordenando quatro *strings*. Os operadores booleanos empregados nas *strings* foram: “and” e “or”. Na Tabela 3, apresentamos o quantitativo das pesquisas selecionadas por *string*.

**Tabela 3** - Relação das *strings* de busca utilizadas para extrair dados na plataforma Periódicos CAPES.

<i>Strings</i> de busca	Quantidade de estudos encontrados	Quantidade de estudos selecionados
-------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Pensamento Computacional <i>and</i> Ensino de Ciência	06	02
Ensino de Ciência <i>and</i> Objeto de Aprendizagem <i>and</i> Pensamento Computacional	02	01
Circuito elétrico <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional	00	00
Ensino de Ciência <i>and</i> Habilidades do Pensamento Computacional <i>or</i> Pilares do Pensamento Computacional	00	00
<b>Total</b>	<b>08</b>	<b>03</b>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Seguindo o protocolo de inclusão e exclusão dos trabalhos encontrados nesta base de dados, selecionamos 01 pesquisa para extração e sumarização dos dados. No Quadro 10, apresentamos a pesquisa selecionada.

**Quadro 10** - Síntese das pesquisas selecionadas na plataforma Periódicos CAPES que tiveram relevância para o estudo.

Nº	TÍTULO	AUTORES	ANO	LOCALIZAÇÃO
A1	Análise sobre o PC em livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias	Maurício de S. C. Junior; Bruna de P. Rezende; Ana Carolina A. da Silva	2023	<a href="https://www.researchgate.net/publication/374578748_ANALISE_SOBRE_O_PENSAMENTO_COMPUTACIONAL_EM_LIVROS_DIDATICOS_DE_Ciencias_da_natureza_e_suas_tecnologias">https://www.researchgate.net/publication/374578748_ANALISE_SOBRE_O_PENSAMENTO_COMPUTACIONAL_EM_LIVROS_DIDATICOS_DE_Ciencias_da_natureza_e_suas_tecnologias</a>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Na base de dados Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, utilizamos as palavras-chave ordenando quatro *strings*. Os operadores booleanos empregados nas *strings* foram: “e” e “ou”. Na Tabela 4, apresentamos o quantitativo dos estudos selecionados por *string*.

**Tabela 4** - Relação das *strings* de busca utilizados para extrair dados na plataforma Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES.

<i>Strings</i> de busca	Quantidade de estudos encontrados	Quantidade de estudos selecionados
Pensamento Computacional e Ensino de Ciência	36	05

Ensino de Ciência e Objeto de Aprendizagem e Pensamento Computacional	11	00
Circuito elétrico e Habilidades do Pensamento Computacional ou Pilares do Pensamento Computacional	00	00
Ensino de Ciência e Habilidades do Pensamento Computacional ou Pilares do Pensamento Computacional	01	01
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>06</b>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Seguindo o protocolo de inclusão e exclusão das pesquisas encontradas nesta base de dados, selecionamos 03 pesquisas para extração e sumarização dos dados. No Quadro 11, apresentamos os estudos selecionados.

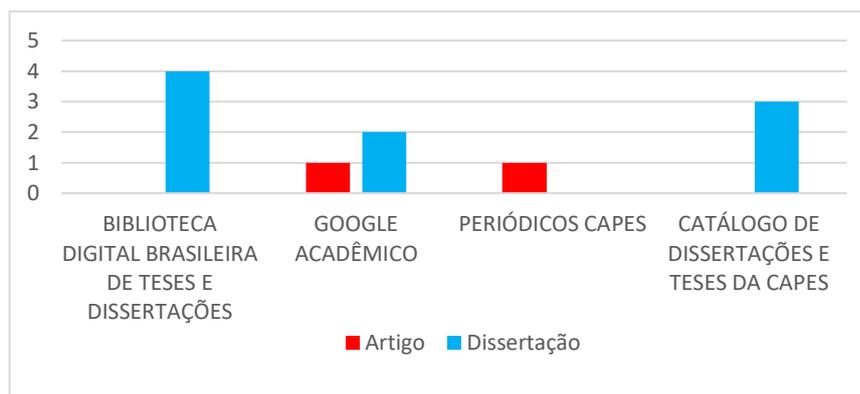
**Quadro 11** - Síntese dos estudos selecionados na plataforma Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES.

Nº	TÍTULO	AUTORES	ANO	LOCALIZAÇÃO
D1	PC: o uso do <i>scratch</i> no ensino de ciências	Fabício Vieira Campos	2021	<a href="https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=11362009">https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=11362009</a>
D2	Robótica Educacional: Implementação de uma sequência didática para introdução ao desenvolvimento do PC utilizando o <i>BBC micro:bit</i> no 9º ano do EF	Samuel Barbosa De Oliveira	2023	<a href="https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=13739874">https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=13739874</a>
D3	A Máquina de <i>Rube Goldberg</i> como Promotora de Habilidades do PC no EF	Alexandre Simon	2020	<a href="https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=10068774">https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&amp;id_trabalho=10068774</a>

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

A sumarização dos dados está organizada na ordem de Artigos (A), seguidos das Dissertações (D), contemplando todas as pesquisas selecionadas nas quatro fontes de busca dos dados: BDTD, Google Acadêmico, Periódicos CAPES e Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES. Na Figura 10, apresentamos o quantitativo de pesquisas por base de dados, selecionadas para sumarização.

**Figura 10** - Quantitativo de trabalhos selecionados em cada base de dados.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Dos 11 estudos selecionados, 09 deles são dissertações e 02 artigos. As dissertações foram selecionadas das bases de dados: BDTD (04 dissertações), Google Acadêmico (02 dissertações) e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (03 dissertações). Os artigos foram selecionados das bases de dados: Google Acadêmico (01 artigo) e Periódicos CAPES (01 artigo).

Posteriormente ao protocolo da revisão sistemática, foi elaborada a sumarização dos dados dos artigos e dissertações, contemplando as seguintes informações: nome do autor, ano da publicação, método (técnica de coleta da dados, sujeitos da pesquisa), problema de pesquisa, objetivos, abordagem teórica, proposta da pesquisa e resultados. No Quadro 12, apresentamos a sumarização de cada pesquisa selecionada.

**Quadro 12** - Sumarização das pesquisas selecionadas.

Estudo	Público	Problema	Abordagem teórica	Proposta de pesquisa	Resultados
A 1 Júnior; Rezende; Silva (2023)		Como os LDs da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNL D de 2021 abordam as atividades que desenvolvem o PC no livro do professor?	PC e as Ciências da Natureza (Mestre <i>et al.</i> , 2015; Wing, 2006, 2010; Brackmann, 2017; Barr; Stephenson, 2011; Azevedo; Maltempi, 2020; Liukas, 2015; BBC Learning, 2015; SBC, 2017; Morais; Basso; Fagundes, 2017.	Identificar como o PC é abordado, seja nas atividades discursivas e de múltipla escolha e nas atividades complementares e/ou atividades práticas nos livros de ciências do professor (PNLD de 2021).	Todas as coleções apresentam uma seção teórica que aborda a definição e os pilares do PC. o livro do professor apresenta instruções insuficientes, sendo que, geralmente, é destacado o desenvolvimento de apenas um ou dois pilares do PC, a saber: abstração e algoritmo.
A 2 Nipo; Rodrigues; França (2022)		Quais jogos digitais de entretenimento podem colaborar no desenvolvimento	PC (Falcão, 2015; França, 2015; Raabe, 2017; Pinho, 2016; Wing, 2016; Pouza, 2020; Brackmann, 2017); Jogos e aprendizagem	Analisar três jogos com mecânicas e jogabilidades distintas e evidenciar que	Os jogos podem colaborar no desenvolvimento de habilidades de P; Aprender habilidades de PC por meio dos

		nto de habilidades de PC?	(Carvalho, 2015; Savi, 2008; Kishimoto, 2017; Prensky, 2021; Carvalho, 2015; Pereira, 2019; Sena, 2016; Rocha, 2015); Aprendendo PC com Jogos de Entretenimento (Prensky, 2021; Vogelmann, 2020; Gee, 2009; Kishimoto, 2017; Pinho, 2016; Guarda, 2018; Falcão, 2015; Brackmann, 2017).	jogos digitais de entretenimento podem colaborar no desenvolvimento de habilidades do PC.	Jogos Digitais de Entretenimento se mostra como um caminho promissor, pois, enquanto joga, o estudante cria esquemas para lidar com uma série de problemas em um ambiente sistematizado por regras.
D 1 Buss (2021)	E M	Quais as contribuições que uma estratégia baseada no desenvolvimento do PC pode trazer para motivar os estudantes a aprender Física?	Tecnologias educacionais: Kenski (2003) e Lévy (2008); Nativos digitais Prensky (2001) e o PC Brackmann (2018) e França (2020); Novas habilidades propostas pelo PC Conforto <i>et al.</i> (2018); PC como estratégia motivadora (França, 2020).	Avaliar como um curso sobre lógica, programação e Arduino, tendo como objetivo o desenvolvimento do PC, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Física.	Ter cautela em afirmar de que esta é uma boa estratégia no Ensino de Física (poucos estudos); O processo de prototipagem, consegue materializar a abstração teórica; O PC aplicado à resolução de problemas de Física, com uso de prototipagem com Arduino.
D 2 Rosa (2022)	E F	Quais os princípios que subsidiam a abordagem <i>STEAM</i> e a ABP no contexto da Educação Básica (EF)? Como a abordagem <i>STEAM</i> e a ABP podem contribuir para o melhor desenvolvimento do PC? A abordagem <i>STEAM</i> articulada à ABP colabora com o desenvolvimento de competências e habilidades sintonizadas com o ensino de computação na Educação Básica? Quais seriam as	Freire (1987, 1996), Securato (2017), Resnick (2017) para discussão sobre educação disruptiva e criativa; Bacich (2018, 2020) e Pugliese (2017) sobre abordagem <i>STEAM</i> ; em aprendizagem baseado em Blender (2014), e para as abordagens sobre PC, Papert (2008), Wing (2006) e Brackmann (2017), entre outros.	Analisar como as práticas pedagógicas pautadas na abordagem <i>STEAM</i> e na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) contribuem para o desenvolvimento do PC nos anos iniciais do Ensino Fundamental.	Interesse na transformação analógica para a digital, desejo dos estudantes de avançar do desplugado para o plugado, quanto aos jogos produzidos no âmbito do projeto “Animais e seus habitats”, com o uso da plataforma Cod.org. Quanto mais os estudantes estão inseridos no processo de construção de novos conhecimentos, mais eles se envolvem e, por consequência, mais aprendem. Aprender em espiral e não em gavetas, compreender que as ciências se conectam e reconectam e aprender não é abrir e fechar compartimentos, em que se depositam informações. A produção de

		dificuldades e desafios a serem superados nesse cenário?			conhecimentos ocorreu de forma autônoma, criativa e significativa.
D 3 Leal (2022)	E F	Verificar o que os estudantes conheciam sobre o Sistema Solar e o que aprenderam sobre este assunto ao longo do projeto, associado ao uso de tecnologias digitais.	TD da informação e comunicação: Souza (2011), Mendes e Champaoski (2017) e Moran (2013); Aprendizagem Ativa e a Construção do Conhecimento (Moran, 1999; Nogueira e Leal, 2015; Mizukami, 1986); Construção do conhecimento segundo a Teoria de Piaget, Vigotski, Ausubel e Papert; PC de acordo com Rensnick (2020), Raabe <i>et al.</i> (2020), Brackmann (2017), Silva, Souza e Morais (2016) e Brasil (2021).	Analisar a aplicabilidade do uso de tecnologias digitais para a construção do conhecimento no Ensino de Ciências durante o ensino híbrido.	TD podem proporcionar aprendizado além do divertimento típico dos jogos eletrônicos e das redes sociais; É possível incluir o uso de tecnologias em sala de aula, proporcionando um engajamento dos estudantes; Transformação na abordagem de ensino; Traz oportunidades de aulas mais interativas, envolventes, despertando o protagonismo do estudante.
D 4 Campos (2021)	E M	Quais as contribuições de uma sequência didática baseada em atividades problematizadoras, vinculadas às disciplinas de Ciências, com o uso do software Scratch para o desenvolvimento do PC?	PC e seus desdobramentos (CSTA, 2015 <i>apud</i> Raabe; Couto; Blikstein, 2020; Boucinha, 2017; Bundy, 2007; Csizmadia <i>et al.</i> , 2015; ). Considerando as falas de Bundy (2007), Mestre (2017), Blikstein (2008), SBC (2011), Csizmadia (2015) e Liukas (2015); Os quatro pilares do PC de Brackmann (2017) e Wing (2016). Sequência didática no processo educativo de acordo com Zabala (1998).	Verificar a aprendizagem do PC através de atividades problematizadoras com foco em Ciências.	Presença dos pilares do PC, as habilidades desenvolvidas pelos estudantes, por meio da plataforma Dr. Scratch, a autonomia e a criatividade; o pilar da decomposição evidenciou a divisão das ações dos personagens ao longo dos projetos. O pilar do reconhecimento de padrões foi evidenciado em projetos que eram do mesmo tipo. O pilar do algoritmo esteve presente na programação em blocos. A sequência didática conseguiu desenvolver os pilares do PC ao utilizarem o Scratch.
D 5 Chaves (2023)	E F	Quais são as características de uma sequência didática, para o trabalho com PC proposto	A história da informática educativa no Brasil (Almeida, 2020; Valente; Almeida, 1997, 2020; Brasil, 2017, 2022); Construcionismo (Valente; Blikstein, 2019;	Investigar os elementos e pressupostos de uma sequência didática para o trabalho com o PC em crianças,	Evidenciou a importância do conhecimento da tecnologia e do PC, tanto nas tarefas habituais quanto nos problemas de

		<p>por ISTE/CSTA, em estudantes entre sete e oito anos?</p>	<p>Valente, 2005; Morelatti, 2001; Wisnieski, 2022); RE (Campos, 2017; Papert, 1985, 1994; Valente, 1999; Valente; Blikstein, 2019; Barbosa, 2011); PC (Bastos, 2005; Sunkel, 2006; Costa <i>et al.</i>, 2012; Silvestrini; Soares; Penna, 2017; Wing, 2006, 2008; Ferri; Santos; Rosa, 2016; Bundy, 2007; Brasil, 2018; Resnick, 2009; Brackmann, 2017; Csizmadia <i>et al.</i>, 2015; Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2017; ISTE/CSTA, 2011; Valente, 2019); Movimento <i>maker</i> (Blikstein; Valente; Moura, 2020; Valente; Blikstein, 2019; Vuorikari; Ferrari; Punie, 2019; Papert, 1994); Sequência didática (Zabala, 1998; Lino de Araújo, 2013; Morelatti <i>et al.</i>, 2014).</p>	<p>pautada na linguagem de programação e na robótica educacional.</p>	<p>soluções complexas. O protagonista vivenciado nas fases de conexão, construção e contemplação e compartilhamento de suas criações, contribuiu para o desenvolvimento do PC das crianças. Elementos essenciais das atividades propostas na sequência didáticas, tais como: coleta de dados; análise de dados; representação de dados; abstração; decomposição do problema; algoritmos e procedimentos; simulação; paralelismo; e automação.</p>
<p>D 6 Jeremias (2023)</p>	<p>E F</p>	<p>Como a construção de jogos digitais pautada no Ensino <i>Maker</i> pode contribuir para o ensino dos conteúdos de Ciências e promover maior engajamento e motivação entre estudantes do 8º ano de uma escola pública estadual, em Goiânia?</p>	<p>Cultura <i>Maker</i> (Milne <i>et al.</i>, 2014; Gonçalves; Benite, 2022; Kuznetsov; Paulos, 2010; Van Abel, 2012; Mello; Almeida Neto; Petrillo, 2020; Papert, 1980; Zsigmond, 2017; Pinto <i>et al.</i>, 2018); o <i>STEM</i> e o <i>STEAM education</i> (Bacich; Holanda, 2020; Srikoom; Faikhamta; Hanuscin, 2018; Pugliese, 2020; Nadelson; Seifert, 2017; Resnick, 2014; Silva <i>et al.</i>, 2017; Costa, 2020; Lorenzin; Assumpção; Bizerra, 2018); a ABP (Mattar, 2010; Silva <i>et al.</i>, 2018; Moran, 2015; Berbel, 2011; Diniz, 2015); tecnologias e no Ensino de Ciências (Brasil, 1996; Krasilchik, 2000; Benite; Guimaraes; Cedro, 2019; Pozo; Crespo, 2009; Silva <i>et al.</i>, 2018; Berbel,</p>	<p>Analisar quais as contribuições da construção de jogos digitais, pelos estudantes, no ensino de Ciências, como instrumento de mediação.</p>	<p>A inserção dos jogos no ensino não implica no abandono das metodologias de ensino tradicional. Ela é apresentada, neste estudo, como forma de implementar ao método tradicional, de forma a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes e desenvolver competências e habilidades, como previsto na BNCC. A inclusão de metodologias ativas de ensino/aprendizagem através da construção de jogos digitais, utilizando PC, através do <i>software</i> Scratch, como recurso educacional visando a aprendizagem, o protagonismo, a autodeterminação e o</p>

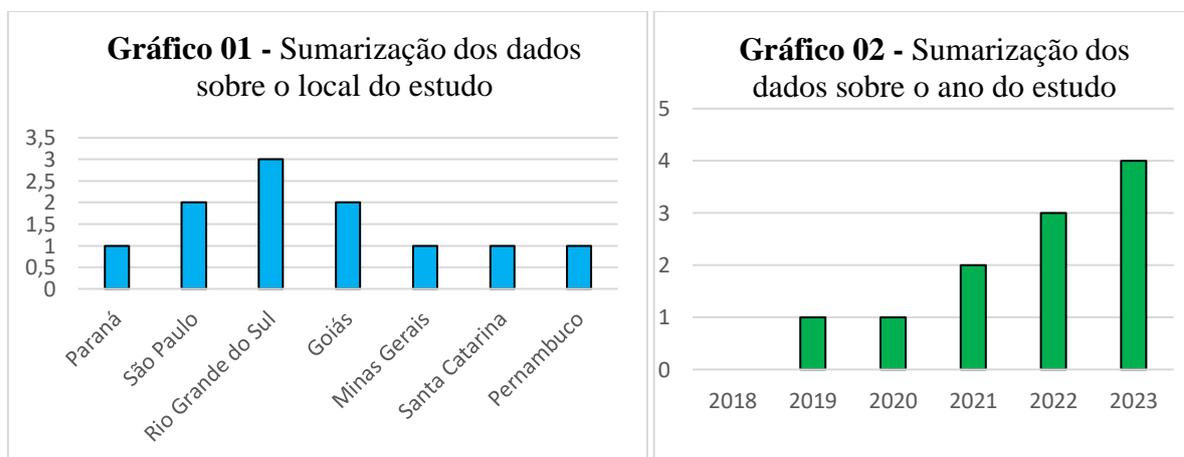
			2012; Vianna <i>et al.</i> , 2013).		engajamento, pode ser uma estratégia de ensino e aprendizagem de auxílio para o professor em sala de aula.
D 7 Oliveira (2023)	E F	Como implementar uma Sequência Didática para a introdução ao desenvolvimento do PC utilizando o recurso BBC Micro:bit no Ensino Fundamental, Anos Finais?	Sequências Didáticas (SD) (Pannuti, 2004; Zabala, 1998; Peretti; Tonin, 2013) TD e PC (Almeida; Valente, 2012; Albuquerque <i>et al.</i> , 2020; Brackmann, 2017; CIEB, 2020; Brasil, 2018; Sobrinho; Junior; Moraes, 2021; Raabe; Couto; Blikstein, 2020; Silva; Sobrinho; Valentim, 2020; Raabe; Brackmann; Campos, 2020; SBC, 2019); Robótica Educacional e Educação STEM (Papert, 1985, 1994; Santos; Silva, 2020; Viana; Ribeiro; Figueiredo, 2021; Pugliese, 2017; Pereira <i>et al.</i> , 2020).	Investigar e implementar uma Sequência Didática utilizando-se da Robótica Educacional para introdução ao desenvolvimento do PC com estudantes do 9º ano do EF da Rede Estadual na cidade de Manaus, Amazonas.	Compreensão dos conceitos de algoritmo, PC e suas habilidades (decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo) desenvolvidos dentro de uma realidade local, através de atividades desplugadas ou plugadas. O PC, mesmo de forma introdutória, é uma área de conhecimento relevante para a Educação Básica; foi possível identificar o desenvolvimento das habilidades (decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo) do PC.
D 8 Simon (2020)	E F	Que habilidades do PC são desenvolvidas pelos estudantes durante a execução de uma sequência didática que envolve a construção de uma máquina complexa de <i>Rube Goldberg</i> ? E como a construção e reconstrução da máquina de <i>Rube Goldberg</i> influencia no raciocínio lógico e	PC de acordo com Wing (2006, 2014, 2016); ISTE (2011); Grover e Pea (2013); CIEB (2018); pilares que compõem o PC (Code.Org, 2016; Liukas, 2019; BBC Learning, 2015; Grover e Pea, 2013; Csizmadia <i>et al.</i> , 2015; Brackmann, 2017; Santos, 2018); Educação em fase de transformação (Silveira, 2012; Piaget, 1995, 1976; Almeida, 2000); Máquina de <i>Rube Goldberg</i> (Deveci, 2019; Lei <i>et al.</i> , 2012).	Elaborar e aplicar uma sequência didática que envolve a construção e a replicação da MRG, envolvendo estudantes do 8º ano do EF. Durante a aplicação, busca-se analisar as contribuições da atividade, frente à formação de abstrações e ao uso das habilidades de PC na resolução de problemas e à influência no raciocínio lógico	A atividade incentiva o uso das habilidades do PC e vincula-se a uma estratégia de ensino, na qual os estudantes sentiram motivação em realizar e divertiram-se durante o processo. Os resultados indicaram que os estudantes utilizam mais das abstrações empíricas e apresentaram dificuldades de refletir sobre partes da máquina construída. É relevante destacar o PC como parte do currículo e que esta prerrogativa possa estar acessível a outras instituições de ensino, tanto

		abstrato dos estudantes?		e abstrato dos estudantes.	particulares como públicas, com vistas a uma educação com equidade e de qualidade.
D 9 Puziski (2019)	E F	De que maneira atividades de programação realizadas no Scratch podem influenciar no desenvolvimento do PC de crianças e adolescentes que estão no EF?	Aborda a teoria construcionista de Seymour Papert, exploram-se conceitos e definições do PC, como o PC se relaciona com a escola, apresentam-se características do estudante do século XXI e a Taxionomia de Bloom (Barcelos; Silveira, 2012; Rodriguez <i>et al.</i> , 2015; Schoeffel <i>et al.</i> , 2015; Brackmann, 2017; Brennan; Resnick, 2012; Wing, 2006; Royal Society, 2012; Bloom <i>et al.</i> , 1956; Falloon, 2016).	Promover o desenvolvimento das habilidades do PC de crianças do quarto ao sétimo ano escolar, por meio de atividades desenvolvidas semanalmente por meio do <i>software</i> Scratch.	O desenvolvimento de habilidades para o estudante do século XXI. Trazer uma possibilidade nova para professores das escolas que estão engajados em desenvolver habilidades do século XXI em seus estudantes. A Educação <i>Maker</i> também foi grande influenciadora para o material desenvolvido.

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Apresentamos em anexo o fichamento das pesquisas selecionadas. Diante das sínteses das pesquisas sumarizadas, identificamos o local e o ano de publicação em que as práticas de produção de dados das pesquisas foram desenvolvidas e os apresentamos na Figura 11.

**Figura 11** - Sumarização dos dados de acordo com o Estado brasileiro e ano de publicação.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Na Figura 11 (Gráfico 01), podemos ver que o Estado do Rio Grande do Sul apresenta o maior número de pesquisas desenvolvidas na temática abordada nesta revisão, com três pesquisas, seguido dos Estados de São Paulo e de Goiás, com duas pesquisas cada. Os demais

Estados, com uma pesquisa cada. Quanto ao ano de publicação, fica evidente, no Gráfico 02 da Figura 11, que o número de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento do PC no Ensino de Ciências vem crescendo a cada ano, sendo publicadas no ano de 2023 quatro pesquisas.

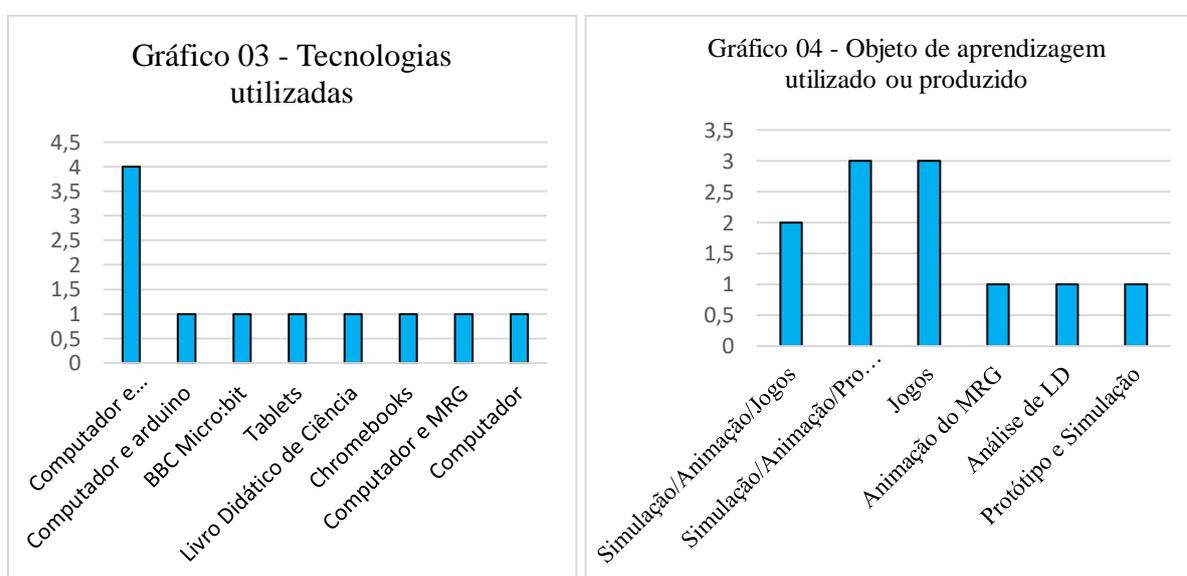
## 2.2 Análise dos dados da revisão

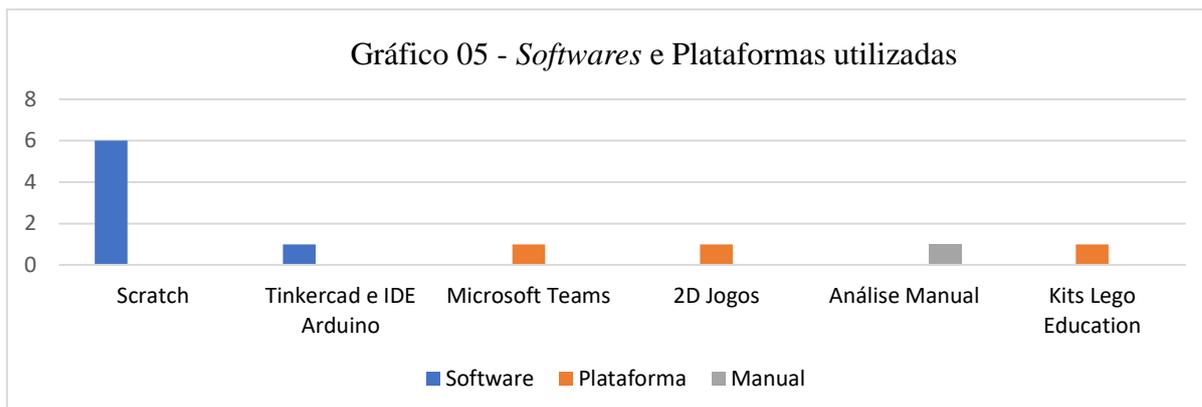
Organizamos a análise dos dados em três seções, para facilitar o entendimento e resposta das questões que nortearam esta revisão. Na seção 2.2.1, apresentamos as TD móveis, *softwares* e plataformas virtuais e os OA utilizados no Ensino de Ciências sobre circuito elétrico e eletrônico (Q01). Na seção 2.2.2, identificamos as habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências (Q02). E, na seção 2.2.3, evidenciamos as contribuições que o desenvolvimento das habilidades do PC proporciona ao Ensino de Ciências (Q02).

### 2.2.1 TD e OA no Ensino de Ciências ao desenvolver habilidades do PC

Após a leitura, extração e sumarização dos dados, ficam evidentes as tecnologias digitais, *softwares*, plataformas virtuais e OA utilizados nas pesquisas analisadas. Para responder à Questão 01 desta revisão: “Quais TD e OA são utilizados e produzidos sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências para desenvolver habilidades do PC?”, sumarizamos os dados nos Gráficos 03, 04 e 05, apresentados na Figura 12.

**Figura 12** - Tecnologias e *softwares* utilizados e tipos de OA.





Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Analisando os resultados da Figura 12, identificamos, no Gráfico 03, que as tecnologias mais utilizadas foram computadores e *smartphones*. Essas duas tecnologias foram utilizadas concomitantemente em quatro das pesquisas sumarizadas. Já no Gráfico 04 apresentamos os tipos de OA que foram produzidos ou utilizados no desenvolvimento das pesquisas sumarizadas, sendo os OA de simulação e animação por programação e os jogos os mais frequentes nas pesquisas abordadas. O uso das TD pode trazer oportunidades de aulas mais interativas, envolventes, despertando no estudante o interesse em aprender e estudar mais, principalmente pelo protagonismo que exercem ao longo do processo do aprender fazendo.

As pesquisas que utilizaram a programação e jogos durante seu desenvolvimento de produção e coleta de dados mostraram a produção e utilização de OA com esses suportes, como sendo ferramentas didáticas e pedagógicas, facilitando o desenvolvimento de experimentos de forma virtual (simulação, animação) e experimentos de forma real.

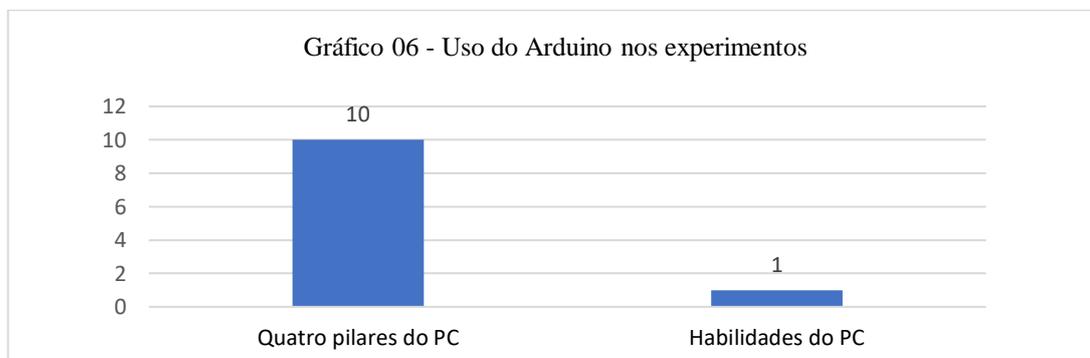
Ainda na Figura 12, apresentamos o Gráfico 05, no qual identificamos as plataformas e *softwares* utilizados no desenvolvimento das pesquisas selecionadas nesta RSL. O *software* Scratch foi o mais utilizado, aparecendo em seis das onze pesquisas sumarizadas. Isso se deve ao fato de que o Scratch é de fácil aplicabilidade para projetos (na sala de aula) e proporciona ambientes para simulação e animação por meio de programação em blocos.

Campos (2021) afirma que “os estudantes conseguiram desenvolver o conceito de criatividade ao utilizarem o *Scratch* como ferramenta para elaboração dos projetos. Consideramos que as possibilidades disponibilizadas por ele como: a utilização de atores e cenários já disponíveis; a importação de atores e cenários externos; e ainda a possibilidade de desenhar seus próprios atores e cenários são importantes características disponibilizadas por essa ferramenta” (Campos, 2021, p. 134).

## 2.2.2 Habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências da Natureza

Nesta seção apresentamos os dados das pesquisas selecionadas que buscam responder à Questão 02 desta revisão: “Quais habilidades do PC são desenvolvidas na produção de OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências?”.

**Figura 13** - Pilares ou habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Na Figura 13, apresentamos o Gráfico 06, para elucidar as habilidades/pilares do PC que foram desenvolvidas e/ou analisadas pelos pesquisadores nas pesquisas selecionadas. Destacamos que dez das onze pesquisas abordam o desenvolvimento dos quatro pilares do PC, sendo eles: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo. Cabe destacar que uma das onze pesquisas elucidam os pilares do PC representados em mais habilidades: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, abstração, decomposição de problema, algoritmos e procedimentos, simulação, paralelismo e automação.

Os autores das pesquisas selecionadas buscaram avaliar, analisar, promover, verificar, evidenciar, investigar e elaborar atividades/cursos/seqüências didáticas que proporcionassem o desenvolvimento das habilidades do PC ao ensinar conteúdos de Ciências.

Campos salienta, com sua pesquisa “PC: O uso do Scratch no ensino de Ciências”, que foram resgatadas as habilidades destacadas pela CSTA/ISTE, que são necessárias para trabalhar com o PC, sendo elas: “confiança em lidar com a complexidade, persistência ao trabalhar com problemas difíceis, tolerância com a ambigüidade, habilidade ao tratar com problemas abertos, habilidade em comunicar e trabalhar com outros para alcançar um objetivo ou solução em comum” (Campos, 2021, p. 135).

Percebe-se, nas pesquisas analisadas, o desenvolvimento dos pilares do PC no Ensino de Ciências, suas contribuições e dificuldades a serem superadas. Fica evidente nas pesquisas

que os pilares decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo, ao serem desenvolvidos no Ensino de Ciências, proporcionam ao estudante não só aprender a programar, mas aprender a programar produzindo conhecimentos de ciências, bem como compreendendo e aplicando conceitos abordados pelas ciências.

### 2.2.3 Evidências do desenvolvimento das habilidades do PC no Ensino de Ciências

Mediante a sumarização e análise dos dados extraídos das pesquisas selecionadas, foi possível perceber evidências do desenvolvimento dos pilares PC no Ensino de Ciências. Nesta seção apresentamos algumas dessas evidências, enfatizando cada pilar do PC desenvolvidos.

Buss (2021), em sua pesquisa “Programação e física: possibilidades do desenvolvimento do PC utilizando o Arduino”, afirma que ainda são poucos os estudos que analisam o PC no Ensino de Ciências e acredita ser necessário ampliar o número de experiências e análises que tenham como base o desenvolvimento do PC. Para o autor, o PC aplicado à resolução de problemas de Física, com uso de prototipagem com Arduino, deve ser mais estudado para maior aprofundamento, visto que produz nos estudantes uma grande motivação pela aplicabilidade em projetos e aulas experimentais, de acordo com o que foi analisado nas aplicações da Física e motivação.

Nipo, Rodrigues e França (2022), em sua pesquisa “Jogando e Pensando: Aprendendo PC com Jogos de Entretenimento”, afirmam que aprender habilidades de PC por meio dos jogos digitais de entretenimento se mostra como um caminho promissor, pois, enquanto joga, o estudante cria esquemas para lidar com uma série de problemas em um ambiente sistematizado por regras. Nas interações com o jogo, o estudante analisa desafios complexos e os divide em tarefas (decomposição), identifica semelhanças em situações diversas (reconhecimento de padrões), desconsidera os elementos que não são pertinentes no momento (abstração), e cria sequências de passos para conquistar seus objetivos (algoritmos).

Já Chaves (2023), em sua pesquisa “O uso de atividades de robótica e Linguagem de Programação para o desenvolvimento do PC”, salienta que uma sequência didática pautada em linguagem de programação e RE, que envolva atividades desconectadas e conectadas, que trabalhe com projeto engajador, no qual o tema seja escolhido pelo estudante, permitindo que ele seja o protagonista, vivenciando as fases de conexão, construção e contemplação e compartilhamento de suas criações, contribui para o desenvolvimento do PC das crianças. Além disso, a autora ressalta os elementos essenciais para atividades propostas numa sequência

didática: coleta de dados; análise de dados; representação de dados; abstração; decomposição do problema; algoritmos e procedimentos; simulação; paralelismo; e automação.

Campos (2021), por sua vez, em sua pesquisa “PC: O uso do *Scratch* no ensino de Ciências”, percebeu que o pilar da decomposição esteve presente em diversos projetos e evidenciou a divisão das ações dos personagens ao longo dos projetos. O pilar do reconhecimento de padrões foi evidenciado em projetos que eram do mesmo tipo, ou seja, se o grupo tivesse desenvolvido um jogo, e em outro encontro fosse desenvolver outro jogo, era evidente o reconhecimento de padrões. Já o pilar do algoritmo esteve presente em todos os projetos, pois utilizou em sua pesquisa um *software* de programação em blocos. Assim, para elaborarem os seus projetos, os estudantes tiveram de criar algoritmos.

Percebemos nas evidências que os pilares do PC foram desenvolvidos por meio de projetos pensados pelos estudantes, orientados pelo professor pesquisador, que, por meio de uma sequência didática, planejamento, estratégias de ensino, buscou ensinar os conceitos de ciências de forma colaborativa, criativa e autônoma. Apresentamos como evidência do desenvolvimento dos pilares do PC no exemplo do “Sistema solar”, no qual o estudante pode decompor em conceitos mais específicos, “movimentos da Terra e da Lua”, entre outros conceitos menores que influenciam na composição do conceito maior.

### 2.3 Algumas considerações

Atualmente, vivemos a era da informação, marcada pelo desenvolvimento computacional, e a era da comunicação digital, marcada pela rede mundial de computadores. A escola não fica imune a esses impactos, pois eles também chegam até o ambiente da sala de aula, por meio do uso da tecnologia, tanto pelos professores quanto pelos estudantes. Essa mesma escola também é alvo do desenvolvimento de equipamentos, que visam melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

Esta RSL buscou responder às questões norteadoras: “Quais TD e OA são utilizados e produzidos sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências para desenvolver habilidades do PC?” e “Quais habilidades do PC são desenvolvidas na produção de OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências?” – com o objetivo de identificar as pesquisas que desenvolvem habilidades do PC ao produzir um OA sobre circuito elétrico com estudantes dos anos finais do EF e EM.

Com base na análise dos dados extraídos das pesquisas apresentadas nesta RSL, pode-se dizer que as TD mais utilizadas foram os computadores e *smartphones*, tecnologias essas de

que a escola dispõe e/ou os estudantes possuem, possibilitando, assim, o desenvolvimento dos pilares do PC no Ensino de Ciências. Quanto às OA, identificamos nas pesquisas o uso/produção de objetos com simulação, animação, programação e jogos, envolvendo o desenvolvimento do PC nos diversos conceitos propostos no Ensino de Ciências. Sobre as habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências, evidenciamos nas pesquisas os quatro pilares do PC: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo, proporcionando um ensino-aprendizagem colaborativo, criativo, promissor para o protagonismo do estudante e atrativo para o ensino dos conceitos das ciências.

As pesquisas analisadas nesta revisão mostraram o potencial dos *softwares* e plataformas para o Ensino de Ciências com o desenvolvimento das habilidades do PC, como estratégia pedagógica e facilitadora nas aulas experimentais virtuais e reais e um crescimento, neste campo, dos conceitos trabalhados em ciências. Cabe destacar que o *software* mais utilizado nas pesquisas aqui abordadas foi o Scratch, para animações e programação em bloco de comandos.

Embora as respostas atendam ao propósito desta RSL, existem algumas limitações que vale a pena mencionar: falta de pesquisas que desenvolvam habilidades do PC ao produzir OA sobre circuito elétrico no Ensino de Ciências com estudantes dos anos finais do EF e EM. Portanto, faz-se necessário destacar a necessidade da aproximação do estudante dos anos finais do EF com as plataformas virtuais e experimentos reais de forma colaborativa e significativa, desenvolvendo as habilidades do PC propostas na BNCC – cultura digital, e que utilizam as TD de forma ativa, e não passiva.

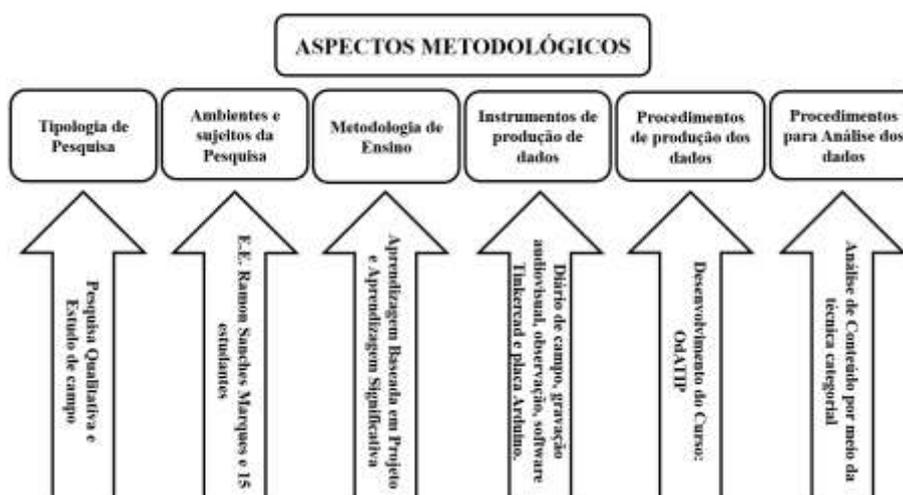
Por meio desta revisão, podemos concluir que as pesquisas que desenvolvem as habilidades do PC no Ensino de Ciências sobre circuito elétrico precisam ser ampliadas na modalidade do EF (anos finais) e EM, cabendo estudos e pesquisas empíricas que contribuam nessa perspectiva. Sendo assim, nossa pesquisa tem como objetivo compreender as potencialidades dos quatro pilares do PC no Ensino de Ciências por meio da elaboração de um OA envolvendo circuito elétrico e eletrônico, utilizando o *software* Tinkercad e a placa Arduino, contribuindo assim com as produções científicas.

No capítulo a seguir abordamos os aspectos metodológicos organizados em seis seções: tipologia da pesquisa e procedimentos; ambientes e sujeitos da pesquisa; metodologia de ensino; instrumentos de produção dos dados; procedimentos de produção dos dados e procedimentos de análise dos dados.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo está organizado em seis seções, para melhor compreensão do percurso realizado para a produção dos dados da pesquisa. Salientamos que algumas seções estão divididas em subseções, para especificar o detalhamento da seção. Na Figura 14, apresentamos a estrutura dos aspectos metodológicos.

**Figura 14** - Estrutura dos aspectos metodológicos.



Fonte: Próprio pesquisador (2023).

A seguir detalhamos cada uma das seis seções, embasando-as teoricamente e apresentando os passos trilhados pelo pesquisador no desenvolvimento desta pesquisa.

#### 3.1 Tipologia da pesquisa

Para execução do projeto, utilizamos a abordagem qualitativa, embasada em Fernández Hernández Sampieri *et al.* (2013), quando afirma que esta abordagem busca compreender a perspectiva dos participantes sobre os fenômenos que os rodeiam, aprofundando-se em suas experiências, pontos de vista, opiniões e significados, bem como na forma como estes percebem subjetivamente sua realidade. E em Creswell (2014, p. 49-50), ao afirmar que:

A pesquisa qualitativa começa com pressupostos e o uso de estruturas interpretativas/teóricas que informam o estudo dos problemas da pesquisa, abordando os significados que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano. Para estudar esse problema, os pesquisadores qualitativos usam uma abordagem qualitativa da investigação, a coleta de dados em um contexto natural sensível às pessoas e aos lugares em estudo e a análise dos dados que é tanto indutiva quanto dedutiva e estabelece padrões ou temas. O relatório final ou a apresentação incluem as vozes dos participantes, a reflexão do pesquisador, uma descrição

complexa e interpretação do problema e a sua contribuição para a literatura ou um chamado à mudança.

Buscamos dar o enfoque qualitativo a esta pesquisa, uma vez que ele dá ênfase a todo o processo de pesquisa, desde os pressupostos filosóficos para a lente interpretativa até os procedimentos envolvidos no estudo do problema, apresentação dos dados produzidos e contribuição para a literatura. No Quadro 13, apresentamos as características da Pesquisa Qualitativa defendidas por Creswell (2014, p. 50).

**Quadro 13** - Características da pesquisa qualitativa.

Características	Descrição
Habitat natural	Os pesquisadores qualitativos geralmente coletam os dados no campo, no ambiente onde os participantes vivenciam a questão ou problema em estudo.
O pesquisador como um instrumento-chave	Os próprios pesquisadores qualitativos coletam dados por meio do exame de documentos, observação do comportamento e entrevistas com os participantes. Eles podem usar um instrumento, mas esse é criado pelo pesquisador, utilizando perguntas abertas. Eles não tendem a usar ou se basear em questionários ou instrumentos desenvolvidos por outros pesquisadores.
Múltiplos métodos	Os pesquisadores qualitativos reúnem múltiplas formas de dados, como entrevistas, observações e documentos, em vez de se basearem em uma única fonte de dados. A seguir examinam todos os dados e procuram entender o seu significado, organizando-os em categorias ou temas que perpassam todas as fontes de dados.
Raciocínio complexo por meio da lógica indutiva e dedutiva	Os pesquisadores qualitativos montam padrões, categorias e temas “de baixo para cima”, organizando os dados indutivamente até unidades de informação cada vez mais abstratas. Esse processo indutivo envolve que os pesquisadores trabalhem avançando e retrocedendo entre os temas e os dados básicos até estabelecerem um conjunto abrangente de temas. Também pode envolver colaborar interativamente com os participantes, para que possam ter a oportunidade de moldar os temas e as abstrações que emergem do processo. Os pesquisadores também usam o pensamento dedutivo na medida em que constroem temas que estão constantemente sendo checados contra os dados. O processo lógico indutivo-dedutivo significa que o pesquisador qualitativo usa habilidades de raciocínio complexo durante todo o processo de pesquisa.
Significados dos participantes	Durante todo o processo de pesquisa qualitativa, os pesquisadores mantêm um foco na captação do significado que os participantes atribuem ao problema ou questão, não ao significado que os pesquisadores trazem para a pesquisa ou os escritores trazem da literatura. Os significados dos participantes sugerem muitas outras perspectivas sobre um tópico e visões diferentes. É por isso que um tema desenvolvido em um relatório qualitativo deve refletir múltiplas perspectivas dos participantes do estudo.
Projeto emergente	O processo de pesquisa para os pesquisadores qualitativos é emergente. Isso significa que o plano inicial para a pesquisa não pode ser rigidamente prescrito e que todas as fases do processo podem mudar ou trocar depois que os pesquisadores entram no campo e começam a coletar os dados. Por exemplo, as perguntas podem mudar, as formas de coleta de dados podem ser alteradas e os indivíduos estudados e os locais visitados podem ser modificados durante o processo de condução do estudo. A ideia-chave por trás da pesquisa qualitativa é aprender sobre o problema ou a questão com os participantes e adotar as melhores práticas para obter tais informações.
Reflexão	Os pesquisadores “se posicionam” em um estudo de pesquisa qualitativa. Isso significa que os pesquisadores transmitem (isto é, em uma seção sobre o método, uma introdução ou em outros locais do estudo) o seu <i>background</i> (p. ex., experiências profissionais, experiências culturais, história), como isso informa a sua interpretação das informações em um estudo e o que eles têm a ganhar com o estudo.
Relatório holístico	Os pesquisadores qualitativos tentam desenvolver um quadro complexo do problema ou questão em estudo. Isso envolve o relato de múltiplas perspectivas, identificando os muitos fatores envolvidos em uma situação e fazendo um esquema geral do quadro maior

	que emerge. Os pesquisadores estão vinculados não pelas relações rígidas de causa e efeito, mas pela identificação de interações complexas dos fatores em uma determinada situação.
--	---

Fonte: Adaptado de Creswell (2014).

Diante de tantas boas razões apresentadas por Creswell para conduzir uma pesquisa qualitativa, escolhemos aquela na qual ele diz que “conduzimos pesquisas qualitativas porque um problema ou questão precisa ser explorado. Por sua vez, essa exploração é necessária devido à necessidade de estudar um grupo ou população, identificar variáveis que não podem ser medidas facilmente ou escutar vozes silenciadas” (2014, p. 52), por atender nossa proposta de pesquisa de campo com estudantes. De acordo Gil (2009, p. 09):

O estudo de campo constitui o modelo clássico de investigação na Antropologia, embora sua utilização seja crescente em outros campos, como o da Educação, Administração e Saúde Pública. Valendo-se principalmente da utilização da observação e da entrevista em profundidade, o estudo de campo permite a obtenção de dados com maior nível de profundidade, quando comparado com o levantamento.

Em outras palavras, Gil (2009), chama de estudo de campo, o delineamento metodológico que serve-se da observação e entrevista para obter dados com maior nível de profundidade, ao ser comparado com o levantamento. Lakatos (2003, p. 185) define “pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles”. A autora complementa dizendo que esse delineamento metodológico “consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los”.

Percebemos que o que para Gil (2009) é chamado de estudo de campo, para Lakatos (2003) é chamado de pesquisa de campo, sinônimos, que tem a mesma finalidade: obter informações por meio da observação, coletas de dados e registro.

Lakatos (2003), apresenta algumas fases da pesquisa de campo: 1º fase - pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão; 2º fase - determinar as técnicas que serão empregadas na coleta de dados e na determinação da amostra; E por último, estabelecer tanto as técnicas de registro desses dados como as técnicas que serão utilizadas em sua análise posterior.

Usamos como delineamento em nossa pesquisa o estudo de campo. Pois, segundo Gil (2002), os estudos de campo procuram mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população segundo determinadas variáveis. Como

consequência, o planejamento do estudo de campo apresenta maior flexibilidade, podendo ocorrer mesmo que seus objetivos sejam reformulados ao longo do processo de pesquisa. E de caráter exploratório, por ter como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, ou seja, o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

### 3.2 Ambiente de produção de dados

A seguir, apresentamos o ambiente de produção de dados – Escola –, contemplando os espaços físicos e pedagógicos. A produção dos dados ocorreu na Escola Estadual Ramon Sanches Marques, no município de Tangará da Serra, situada à Rua Alziro Zarur, nº 378, Bairro Jardim Vila Alta, no município de Tangará da Serra, a aproximadamente 240 km da capital do Estado de Mato Grosso, Cuiabá. Na Figura 15, apresentamos o mapa da localização do município de Tangará da Serra e da escola na qual ocorreu toda a produção de dados desta pesquisa.

Figura 15 - Mapa da localização do ambiente da produção dos dados.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2023).

A escolha desta instituição se deveu ao fato de o pesquisador ser professor efetivo no componente curricular Ciências da Natureza, na SEDUC/MT, com lotação e atribuição nas aulas de Ciências da Natureza nesta unidade escolar há mais de quatro anos.

A instituição conta atualmente com equipamentos tecnológicos: 02 impressoras 3D, 80 *chromebooks*, 24 *notebooks*, 03 *tablets* e rede *wifi* para os estudantes e profissionais. Dispõe de 13 salas de aula, uma sala multimeio/auditório, uma sala multifuncional para atendimento aos estudantes com deficiência (PcD); sala de laboratório de ciências; biblioteca; secretaria; coordenação e orientação de áreas; sala da gestora; sala de apoio: entrega de uniformes, materiais estruturados, ligações aos pais, curativos e conselhos; sala dos professores; refeitório para 250 estudantes e cozinha equipada, que proporciona frutas antes das 7 horas da manhã, lanche às 9 horas, almoço às 11 horas e lanche às 14 horas e 20 minutos.

Para as práticas esportivas, os espaços ofertados na escola são: sala de prática de xadrez; sala de prática de judô; quadra poliesportiva para prática de handebol e futsal. Os espaços a seguir são improvisados pelos próprios professores para que as aulas de práticas aconteçam: quadra de areia para prática de vôlei de areia; quadra para prática de basquete 3x3; quadra para prática de badminton e mesas para prática de tênis de mesa.

A escola oferece ensino de tempo integral, oferta clubes educativos no intervalo do almoço, busca parcerias para ofertar uma educação de qualidade aos seus estudantes e atende aproximadamente 330 estudantes: sendo 9 turmas na modalidade anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) e 4 turmas do Ensino Médio (1º ao 3º ano).

As aulas acontecem das 7 às 11 horas da manhã e das 12:30 às 16:30 horas da tarde, atendendo concomitantemente os componentes curriculares da base comum e da base diversificada. No período matutino, as aulas iniciam após o ritual de acolhida, que acontece todos os dias das 7 horas às 7 horas e 10 minutos, e vão até as 11 horas. Das 11 horas às 11 horas e 20 minutos é o momento do almoço, e em seguida os clubes educativos: de dança, cinema, leitura, ciências, robótica, *beyblade*<sup>3</sup>, programação e jogos (11:20 às 12:20 horas). No período vespertino, as aulas começam às 12:30 horas e encerram às 16:30 horas. É válido lembrar que foi no momento dos clubes educativos que ocorreram nossos encontros do curso ODATIP, que detalharemos na seção 4.5, sobre os procedimentos de produção de dados.

No ano de 2022, a escola participou da seleção para um edital da FAPEMAT, com o projeto ‘A construção do carrinho de rolimã como forma de desenvolvimento do PC no clube de ciência da escola’, e foi selecionada com um apoio financeiro de R\$ 18.300,00, para

---

<sup>3</sup> *Beyblade* nada mais é que um pião de alta performance feito de plástico e peças intercambiáveis. Presente em diferentes modelos, o passatempo foi um sucesso entre os brinquedos dos anos 1990, oferecendo muita diversão aos pequenos.

custear as atividades previstas no projeto, e teve como coordenador eu, professor Josemar Pereira Hidalgo, que submeti o projeto à seleção.

No ano de 2023, devido ao desenvolvimento desta pesquisa interligada ao projeto selecionado na FAPEMAT, a gestora organizou uma sala (à qual denominamos de sala *maker*/sala de projetos mão na massa), para que pudéssemos realizar nossos encontros formativos (sujeitos da pesquisa e pesquisador). A sala tem 24 m<sup>2</sup> e conta com mesas, cadeiras, impressora 3D e 3 *tablets*. Ficaram à disposição 24 *notebooks* e 80 *chromebooks* conectados à rede *wifi* da escola, para que os estudantes do projeto pudessem utilizar nas pesquisas e desenvolvimento da proposta do pesquisador. Na Figura 16, apresentamos o espaço da sala *maker*. Nesse espaço aconteceu a maior parte dos encontros formativos do curso ODATIP, para a produção dos dados desta pesquisa.

Figura 16 - Espaço da sala *maker*.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Diante dos espaços educativos existentes na instituição, utilizamos a sala *maker* no momento do clube de ciências, para desenvolver nossa pesquisa. Utilizamos ainda dos meios tecnológicos móveis de que a escola dispõe aos estudantes (*chromebooks* e *notebooks*).

Sendo assim, os objetos de conhecimento previstos nas habilidades da Base Nacional Comum Curricular brasileira para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio na área de conhecimento Ciências da Natureza foram desenvolvidos. E, como conhecimentos prévios para uma aprendizagem significativa, os estudantes deveriam possuir

os seguintes subsunçores: conceito de energia, tipos de energia, fontes de energia, eletricidade, estrutura do átomo e eletrização.

### **3.3 Sujeitos da pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa foram 15 estudantes organizados em grupos de cinco participantes: 05 estudantes do 8º ano (04 meninos e 01 menina) e 05 estudantes do 9º ano (05 meninos) do Ensino Fundamental e 05 estudantes do 1º ano (04 meninos e 01 menina) do Ensino Médio, devidamente matriculados na escola ambiente da pesquisa. Os estudantes do 9º ano e 1º ano já participavam do projeto no ano de 2022, e os estudantes do 8º ano entraram no ano de 2023.

A escolha dos estudantes do grupo do 8º ano se deu mediante manifestação de interesse, ter frequência regular nas atividades escolares, não apresentar advertência disciplinar na coordenação da escola (critério sugerido pela equipe gestora), mostrar interesse e desenvoltura para uso de TD, curiosidade pela linguagem de programação e estar disposto a participar das atividades no clube de ciências no intervalo do almoço às quartas, quintas e sextas-feiras, por dez semanas consecutivas.

Para a seleção dos estudantes, foram apresentados a proposta e os critérios de seleção nas turmas do 8º ano A e B e, devido ao número de interessados ser uma quantidade satisfatória, não necessitou de processo eliminatório. Os estudantes que manifestaram interesse foram incluídos como participantes do projeto. Foi entregue e devidamente assinado o ‘Termo de consentimento livre esclarecido’ aos estudantes e pais, para participação voluntária na pesquisa intitulada “Objetos digitais de aprendizagem como forma colaborativa de ensino e aprendizagem”, cumprindo as normas do código de ética.

Para fins didáticos e atendendo ao comitê de ética, os estudantes foram identificados de forma aleatória, para evitar qualquer forma de identificação dos mesmos, como Estudante 1 (E1), Estudante 2 (E2), ..., Estudante 15 (E15), e os grupos como Grupo 8 (G8) para os integrantes do grupo de estudantes do 8º ano, Grupo 9 (G9) para os integrantes do grupo de estudantes do 9º ano e Grupo 1 (G1) para os integrantes do grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

Ressaltamos que o grupo de estudantes do 8º ano concluiu somente a primeira fase da pesquisa, que era a modelagem do OA, e não terminou a segunda fase, que era a da prototipagem e programação do OA, devido a outras atividades (práticas esportivas e competição) proporcionadas pela escola e pelo município.

Aos sujeitos da pesquisa, foi proposta a produção de um OA que contemplasse o objeto de conhecimento “circuito elétrico e eletrônico” no Ensino de Ciências, por meio do *software* simulador Tinkercad (experimento virtual) e a construção de um carrinho com uso da placa Arduino (experimento real). Ao término dos experimentos, os estudantes poderiam manusear o OA dos seus colegas e dos demais grupos, de forma a observar os objetos de conhecimento abordados pelos participantes.

### **3.4 Procedimentos de ensino: Metodologia Ativa da ABP**

Freire (1981) já dizia que a leitura de mundo antecede a leitura da palavra, portanto, a importância da investigação no processo educativo, conduzindo os estudantes a descobrir o que compõe cada singularidade no universo. Por meio de um ensino mais contextualizado, Furman (2009) reflete sobre as pedras fundamentais para o Ensino de Ciências e, sobretudo, a aquisição do pensamento científico, ou mesmo a base para a promoção da Alfabetização Científica. Neste contexto, buscamos desenvolver o curso de nossa pesquisa ancorado na Metodologia Ativa da ABP, descrita por Bender (2014) em seu livro “Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI”, pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão e problema motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos estudantes no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas.

Com o procedimento metodológico de ensino ABP, baseado no método experimento de ensino, buscamos propor atividade prática de aprendizagem, ao invés de explicar todos os detalhes de uma atividade. Nesta metodologia, o estudante é convidado a participar de ações reais para o desenvolvimento da competência a ser trabalhada, o que atende à abordagem qualitativa da pesquisa (Bender, 2014). Desenvolvemos o curso seguindo as características essenciais da ABP proposta por Bender (2014).

**Figura 17 - Características da Aprendizagem Baseada em Projeto.**



Fonte: Adaptado de Bender (2014).

Na Figura 17, destacamos as características que a ABP deve proporcionar aos que a utilizam. Ao trabalhar com essa metodologia ativa, o professor deve apresentar, no início do projeto, uma âncora e uma questão motriz, buscando assim motivar os envolvidos sobre o tema a ser estudado. Nesse momento ocorre o *brainstorming* (fase em que os estudantes levantam hipóteses, dão sugestões, organizam o cronograma e dividem tarefas). Durante o desenvolvimento do projeto, o professor pode proporcionar *feedback* e autoavaliações para diagnosticar o andamento das investigações e produções de conhecimento. E, para finalizar, os grupos devem publicar suas produções (OA – artefatos).

No início do curso, apresentamos a âncora e a questão motriz, buscando motivar os estudantes quanto à temática abordada no curso; em seguida realizamos o primeiro *brainstorming*, identificando questões específicas, tarefas a serem realizadas, cronograma para as ações de cada projeto e dúvidas e curiosidades dos estudantes. No decorrer do curso, todas as etapas citadas por Bender (2014) foram estruturadas no planejamento e executadas nos encontros.

### 3.5 Instrumentos para produção dos dados

Para a produção dos dados, utilizamos como instrumentos o diário de campo, gravações de mídias audiovisuais, observações, o *software* Tinkercad e a placa Arduino. Instrumentos estes de pesquisa que contemplaram variáveis qualitativas deste estudo.

No início do curso, entregamos a cada estudante participante um caderno (diário de campo), que intitulamos de “Meu diário”, para que os estudantes pudessem fazer suas anotações durante o desenvolvimento das atividades propostas, das pesquisas realizadas, das aprendizagens desenvolvidas e produzidas, das dúvidas e inquietações surgidas no decorrer do curso e desenvolvimento do projeto de cada grupo. Para Malinowki (1967), o diário de campo é um instrumento imprescindível no campo da pesquisa social e para os registros solitários e vivos. Para esse autor, os melhores registros, os mais confiáveis, são aqueles realizados logo após a saída do local denominado de campo de pesquisa.

Durante os encontros, os estudantes e o professor pesquisador tiveram o ‘diário de campo’ como seu companheiro, anotando as aprendizagens, dúvidas, curiosidades, descobertas e inquietações. Para o acompanhamento das anotações, a cada semana, os cadernos eram recolhidos e lidos pelo pesquisador, que observava as anotações e, após ocorrerem momentos de conversas para trocar ideias, esclarecia os pontos de dúvidas e fragilidades e motivava o estudante na sua tarefa de grupo.

Outro instrumento para registrar os dados produzidos foram os aparelhos celulares e *tablets* para as gravações audiovisuais, utilizados pelos grupos durante a realização das tarefas em grupo. Também foi utilizado o *software* Tinkercad, como instrumento para produção dos dados nesta pesquisa, para a modelagem e prototipagem do OA, e a placa Arduino, para a programação e automação do OA. Sendo assim, nosso OA apresenta caráter virtual e manual de experimentação. A seguir detalhamos os instrumentos ‘*software* Tinkercad’ e ‘placa Arduino’.

Mas, na verdade, o que é o *software* Tinkercad? O Tinkercad é um *software* gratuito desenvolvido pela Autodesk, que oferece diversas possibilidades para criação de projetos diversificados por partes. Consideramos um *software* bem completo, por possibilitar “modelagem de objeto 3D”, “prototipagem de circuitos”, “criar códigos de programação em bloco e texto” e “modelagem por meio de códigos de programação”. A cada uma dessas possibilidades proporcionadas, chamamos aqui de interface. Apresentamos, a seguir, as interfaces utilizadas na pesquisa: de acesso, de modelagem, de prototipagem e a de criação de códigos de programação.

**Figura 18** - Interface do Tinkercad para acesso ou cadastro.

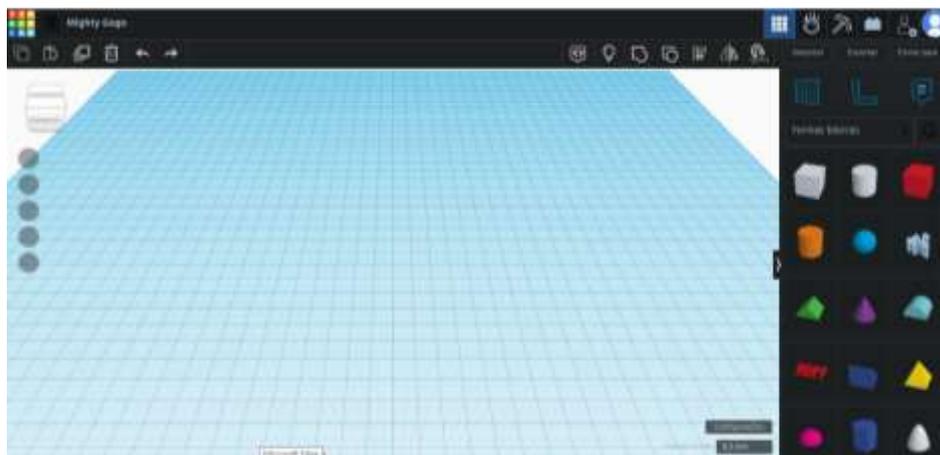


Fonte: <https://www.Tinkercad.com/>. Acesso em: 28 jul. 2023.

O acesso ao *software* Tinkercad pode ocorrer de duas formas. Na primeira, o usuário pode baixá-lo e usá-lo *offline* no seu aparelho (computador, *notebook*, *tablet*, entre outros), e a segunda é navegar de forma *online* no *software*. Para a segunda opção, o usuário deve acessar uma das plataformas de pesquisas, digitar “*Tinkercad Online*” e clicar no link “*Tinkercad | Create 3D digital designs with Online CAD*”. Em seguida, clicar em “Fazer login” e entrar com uma conta do Gmail ou criar uma conta no *software*.

Outra interface do *software Tinkercad* é a de modelagem de objetos 3D, onde o usuário pode criar seus projetos utilizando-se das diversas figuras e ferramentas que o *software* oferece. Na Figura 19, apresentamos a interface de modelagem de objetos 3D.

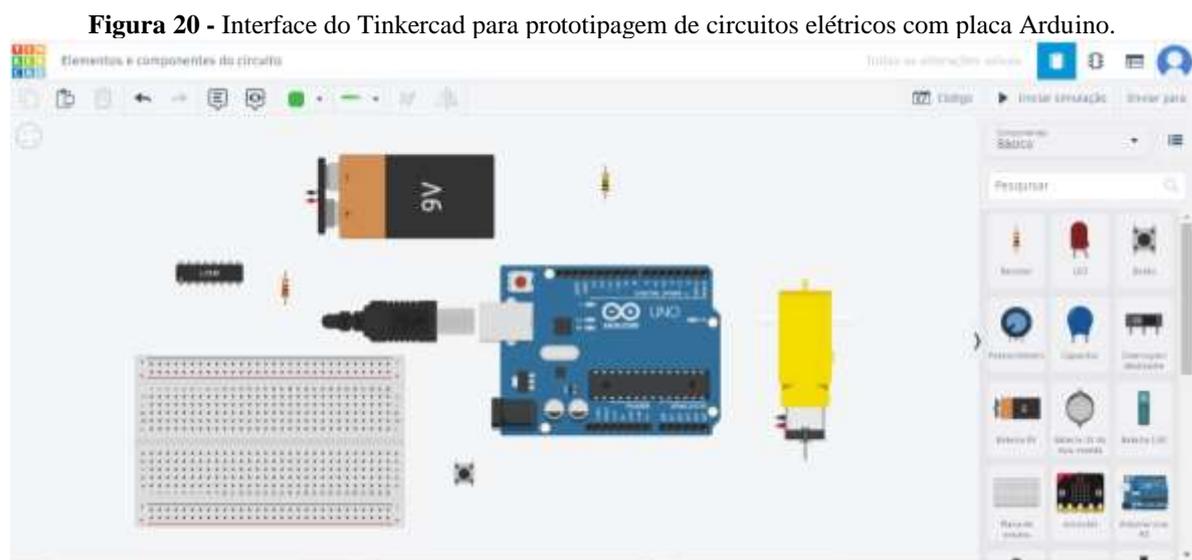
**Figura 19** - Interface do Tinkercad para modelagem de objetos 3D.



Fonte: <https://www.Tinkercad.com/things/iZF4bx9jVmS-mighty-gogo/edit>. Acesso em: 30 jul. 2023.

Logado no *software*, o usuário deve entrar em ‘criar projetos 3D’ para ter acesso à interface da Figura 19. Nesta interface, o usuário terá acesso a diversas formas básicas que poderá utilizar para modelar seu objeto, criando seu projeto ou editando algum projeto já pronto e compartilhado em rede.

Na Figura 20, apresentamos outra interface do Tinkercad, que é a da prototipagem de circuitos elétricos com placa Arduino. Esta interface é bem intuitiva, despertando o protagonismo do usuário na criação de circuitos de diversas formas, com os diversos componentes disponíveis.

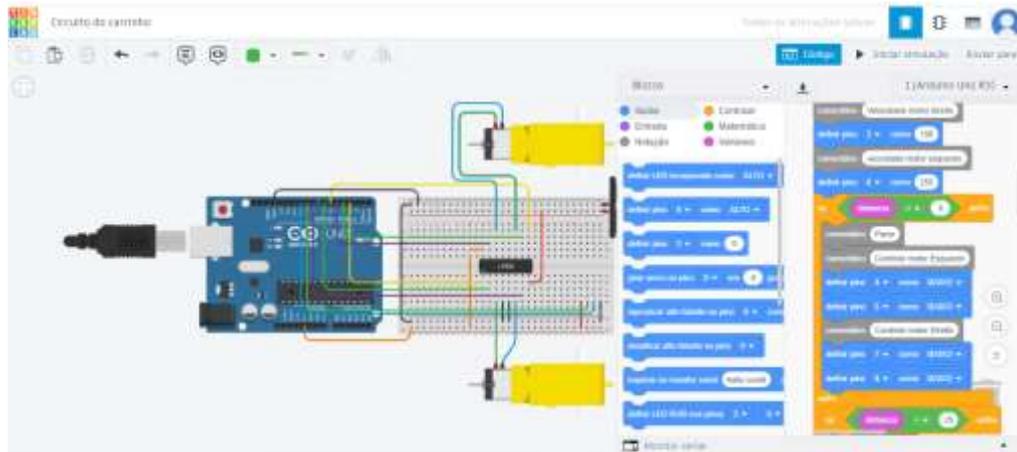


Fonte: <https://www.tinkercad.com/things/kCDpBh7btfh-super-wluff/editel?returnTo=%2Fdashboard%3Fcollection%3Ddesigns%26type%3Dcircuits>. Acesso em: 30 jul. 2023.

Para acessar a interface da Figura 20, é necessário clicar em ‘criar projetos’ e acessar ‘circuito’, sendo o usuário direcionado para o plano de trabalho e componentes básicos de prototipagem de circuitos elétricos com uso da placa Arduino.

Na Figura 20, apresentamos a interface de programação. O Tinkercad oferece nessa interface três opções de linguagem de programação: linguagem de programação em blocos, linguagem de programação em texto e linguagem de programação em bloco e texto.

**Figura 21 - Interface do Tinkercad para programação em bloco e texto.**



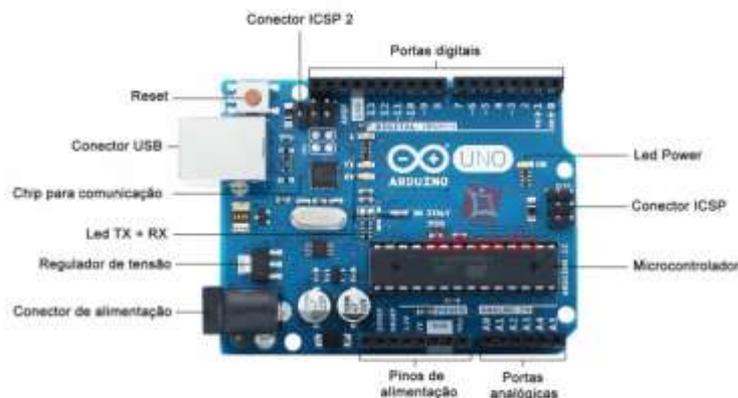
Fonte: <https://www.tinkercad.com/things/7KPWIEDh3mw-copy-of-carrinho-com-sensor-hc-sr04/editel?returnTo=%2Fdashboard%3Fcollection%3Ddesigns%26type%3Dcircuits>. Acesso em: 30 jul. 2023.

Com o circuito montado, o usuário clica em ‘códigos’, para poder fazer a programação em blocos ou textos, e em seguida clica em ‘simular’, para testar a linguagem de programação, podendo variar as informações empregadas na programação, para ver outros resultados.

Apresentamos a seguir o instrumento ‘Arduino’. Mas, o que é o Arduino? O Arduino é uma plataforma *open source* ou *hardware* para prototipagem eletrônica, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte para entrada/saída, dados já embutidos, com linguagem de programação padrão baseada no C++. De uma forma bem simples, Arduino é uma plaquinha para se fazer projetos de eletrônica de uma forma bem mais simples.

A placa Arduino comercial já vem pronta com todos os componentes eletrônicos, conectores e soquetes soldados, não precisa montar tudo do zero, então é só conectar os elementos elétricos e partir para o projeto; o problema passa a ser a solução do desenvolvimento da aplicação e não o problema para montagem do *hardware* básico. Na Figura 22, apresentamos a placa Arduino Uno e seus componentes.

**Figura 22** - Placa Arduino Uno comercial.



Fonte: <https://www.professorakeila.com.br/2017/04/04-principais-componentes-do-Arduino-uno.html>. Acesso em: 05 ago. 2023.

Existem vários modelos de placa Arduino, por exemplo: Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, Arduino Pro Micro, Arduino Pro Mini, entre outras. A que utilizamos em nosso experimento é a placa Arduino Uno, composta por:

**Portas digitais:** O Arduino Uno oferece 14 portas digitais que podem ser utilizadas tanto para entrada (*input*) como para saída (*output*) e que podem ser utilizadas para comandar 14 dispositivos externos. Estas portas vão de 0 a 13.

**Portas PWM:** Estas portas simulam uma porta analógica, são em número de seis e têm também uma pequena onda senoidal. As portas digitais que também podem ser usadas como portas PWM são as de número: ~11, ~10, ~9, ~6, ~5 e ~3, como apresentado na Figura 19, no componente “portas digitais”. Não esquecendo que elas também são portas digitais.

**Portas TX e RX:** Essas duas portas, embora possam ser utilizadas como portas digitais, também são utilizadas pelo Arduino para comunicação serial, tanto para entrada, como para saída de dados, no entanto é conveniente evitar o uso destas portas como portas digitais.

**Portas Analógicas:** Essas portas são unicamente para entrada de dados e comumente usadas para comunicação com sensores que podem ser utilizados para determinar: temperatura, quantidade de luz, umidade, entre outras ações. As portas analógicas são em número de 6 e vão de A0 até A5.

**Botão Reset:** Tem como única função reinicializar o Arduino Uno. Seu posicionamento muda um pouco em outras placas.

**Processador:** É onde tudo acontece, é o cérebro desta placa, é aí que fica gravado o código desenvolvido e que será executado, mas, quando se grava um código, o anterior é descartado, ficando sempre apenas o último código gravado. Este processador permite que o Arduino funcione de forma autônoma, ou seja, uma vez transferido o código para ele, não existe mais a necessidade de uma conexão com o computador.

**Pinos de energia:** Estes pinos fornecem energia para dispositivos externos. São eles:

- **3.3 V:** este pino fornece 3.3 volts a dispositivos externos e está marcado na placa;
- **5 V:** fornece 5 volts a dispositivos externos e também está indicado na placa;
- **GND:** fornece potencial de terra a dispositivos externos, ou seja, 0 volt, e é em número de dois, bem identificados na placa;
- **Vin:** este pino fornece ao dispositivo externo a mesma tensão que está sendo recebida pelo pino de alimentação externa.

**Porta USB:** Esta é a porta usada para estabelecer uma conexão entre a placa de Arduino e o computador. É ela que permite o envio de códigos para o processador. Permite conexão com a serial e também é usada para a alimentação da placa.

**Pino de Alimentação Externa:** Este é o pino para a alimentação externa da placa, ou seja, quando não estiver sendo usada a porta USB para conexão com o computador. E é usando-o que vamos alimentar a placa. Ele é que permite a autonomia desta placa. Podemos alimentar esta placa com tensão entre 6 e 12 volts sem problemas.

Para a programação utilizamos o *software* Arduino IDE, que é o ambiente de desenvolvimento utilizado para placas da categoria Arduino. IDE é uma abreviação do termo em inglês *Integrated Development Environment*, que em português significa Ambiente de Desenvolvimento Integrado. Logo, o Arduino IDE é um *software* gratuito do Arduino que permite o desenvolvimento e a gravação de códigos no microcontrolador da placa integrada, por meio da linguagem de programação C++.

Com ele, você pode escrever os códigos que deseja programar em sua placa de modo rápido, prático e eficiente. É um espaço que reúne tudo de que você precisa para criar e controlar o que você deseja no seu Arduino, como sensores, motores, LEDs e outros dispositivos eletrônicos. Na Figura 23, apresentamos o *software* Arduino IDE, que utilizamos para trabalhar com a linguagem de programação em texto para a automatização dos carrinhos controlados por um dispositivo móvel.

**Figura 23** - Interface do *software* Arduino IDE.



Fonte: Acervo do J.P.H<sup>4</sup>. (2023).

<sup>4</sup> Iniciais do nome do pesquisador: J. (Josemar), P. (Pereira), H. (Hidalgo).

Com esse *software*, podemos ter acesso a um conjunto de funcionalidades que vão permitir escrever, analisar e transmitir o código para sua placa Arduino. A IDE oferece funções do tipo: Editor de código; Compilador; Biblioteca de funções prontas; Gerenciador de placas; Monitor serial; Ferramentas de depuração e Carregamento de códigos.

Além disso, ao desenvolver um projeto, o Arduino IDE faz uma notificação caso seja apresentado algum problema na sua configuração ou código, além de exibir onde pode estar localizado esse erro. Uma das grandes vantagens desse ambiente é que ele é compatível com quase todos os sistemas operacionais, e a sua instalação pode ser feita de forma gratuita, diretamente no *site* oficial Arduino.cc. O *software* está disponível para *download* em Windows, Mac OS e Linux.

Ao prototipar o OA no *software* Tinkercad ou ao montar o circuito elétrico usando a placa Arduino Uno e os componentes bateria 9V, resistor, interruptor, *jumpers*, placa de ensaio, ponte H, motores, os estudantes puderam aprofundar conceitos de materiais condutores, semicondutores e isolantes; potencial elétrico e diferença de potencial elétrico; circuito elétrico e seus componentes; e tipos de circuito: circuito elétrico em série e circuito elétrico em paralelo.

### 3.6 Procedimentos de produção dos dados

Para produção dos dados, ministramos o curso ODATIP: Objeto Digital de Aprendizagem, por meio do Tinkercad e Pictoblox, cujo objetivo foi compreender as potencialidades que os quatro pilares do PC proporcionam ao Ensino de Ciências significativo, por meio da elaboração de um OA sobre circuito elétrico e eletrônico, que utilizou o *software* Tinkercad e a placa Arduino, com carga horária de 40 horas, institucionalizado de acordo com o Parecer nº 039/2023 – PROEC/UNEMAT.

O curso foi desenvolvido às quartas, quintas e sextas-feiras no clube de ciências, no intervalo do almoço na escola, das 11:20 às 12:20 horas, na sala *maker* (criada a partir desta pesquisa). Os encontros do curso foram realizados seguindo o cronograma e organização de acordo com o Quadro 14, cumprindo o objetivo proposto e atendendo aos anseios e necessidades dos estudantes e pesquisador participante. Salientamos que algumas atividades foram subdivididas em atividades menores e mais específicas, para atingir o objetivo proposto.

**Quadro 14** - Cronograma das atividades do curso ODATIP.

ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	DATA	CARGA HORÁRIA
------------	-------------	------	---------------

Socializar a proposta do curso; realizar o 1º <i>brainstorming</i> .	Josemar Pereira Hidalgo	09/03	05 h
Elaborar o projeto em grupo: o que fazer, como fazer, quem vai fazer e quando vai fazer.	15 Estudantes do 8º, 9º e 1º ano A	16/03	04 h
Aplicar uma oficina sobre os pilares do PC; passar um vídeo para reflexão e compreensão dos pilares do PC.	Convidado da UNEMAT	23/03	04 h
Desenvolvimento do projeto pelos grupos com uso do Tinkercad.	15 Estudantes do 8º, 9º e 1º ano A	30/03	04 h
Aplicar uma oficina para apresentar o <i>software</i> Tinkercad – acesso; desenvolver minilição sobre como prototipar no <i>software</i> Tinkercad.	Convidado da UNEMAT	05/04	02 h
Prototipar um circuito elétrico no <i>software</i> Tinkercad.	Josemar Pereira Hidalgo	13/04	04 h
Montar, manualmente, um circuito elétrico com uso da placa Arduino Uno.	15 Estudantes do 8º, 9º e 1º ano A	27/04	04 h
Criar a programação no Arduino IDE; subir a programação para a placa Arduino Uno; baixar o aplicativo Arduino BlueControl no celular; testar a programação nos carrinhos.	15 Estudantes do 8º, 9º e 1º ano A	04/05	04 h
Socializar os resultados no momento da acolhida; no feirão das eletivas e na Praça da Bíblia.	15 Estudantes do 8º, 9º e 1º ano A	11/05	05 h
Fazer a culminância numa roda de conversa; avaliar a trajetória e atividades desenvolvidas no curso; manusear os objetos de aprendizagem produzidos.	Todos os participantes	18/05	02 h

Fonte: Próprio pesquisador (2023).

A seguir apresentamos uma breve descrição sobre o desenvolvimento do curso, de acordo com o planejamento. Organizamos as informações em: semana, carga horária, objetivo e desenvolvimento.

Nossa caminhada no desenvolvimento dos projetos de cada grupo no curso contou com a âncora: ‘a utilização de dados digitais para a reorganização da indústria, através da Nuvem e da Internet das Coisas, está transformando o funcionamento das empresas e as relações das equipes com as máquinas. Toda a forma de organização e funcionamento da indústria tradicional está se transformando – desde a cadeia produtiva até a relação das pessoas no trabalho. Dessa forma, os impactos não serão só tecnológicos, mas humanos – exigindo novas capacitações e organizações para gestão do trabalho. A automação está aos poucos fazendo parte do cotidiano do ser humano e este tem ao longo de sua existência buscado desenvolver tecnologias para facilitar no mundo do trabalho’, para motivar e incentivar os estudantes.

E como questões motrizes: Como produzir e controlar um carrinho elétrico por meio de um dispositivo móvel? Quais os elementos e componentes de um circuito elétrico e eletrônico necessários para produzir um carrinho controlado por dispositivo móvel? Que processo facilita a simulação de um circuito elétrico e eletrônico de um protótipo de carrinho elétrico?

Motivados e incentivados pela âncora e questões motrizes, os estudantes organizaram os grupos de trabalhos, elaboraram os projetos, planejando as atividades de cada participante e

as datas para finalização de cada atividade proposta. Produzindo, assim, os dados desta pesquisa.

### 3.6.1 Desenvolvimento do curso

O curso foi desenvolvido durante dez semanas, entre os meses de março e maio de 2023, totalizando a carga horária de 40 horas. No quadro 15, apresentamos cada semana, seguida da carga horária, objetivo e desenvolvimento.

**Quadro 15:** Descrição dos objetivos e atividades desenvolvidas no curso ODATIP.

Semana	Carga horária	Objetivo	Desenvolvimento
09 e 10 de março	5 horas	Apresentar a proposta aos participantes e realizar o primeiro <i>brainstorming</i> .	<p>Apresentamos a proposta do curso, por meio de <i>slides</i> feitos no Microsoft PowerPoint, elencando os objetivos, materiais e métodos e resultados esperados. Nesse dia, os estudantes, empolgados, sugeriram algumas ideias criativas e interessantes na proposta da construção do carrinho motorizado e controlado por um dispositivo móvel, surgindo nesse momento as primeiras contribuições para a construção do OA no ensino de circuito elétrico e, se mostraram dispostos a buscar conhecimentos que contribuíssem para a concretização da proposta.</p> <p>Este primeiro encontro aconteceu no dia 09 de março de 2023, com início no momento da acolhida dos estudantes, às 7:00 horas da manhã, com uma pequena demonstração de carrinhos de rolimã, construídos pelo grupo de estudantes desta pesquisa, e se encerrou às 10:30 horas, com o término da apresentação e troca de ideias sobre a proposta do curso.</p> <p>Na sexta-feira, dia 10 de março de 2023, reunimo-nos (estudantes e pesquisador) para fazermos um levantamento diagnóstico de forma oral. Nesse momento foram gravados vídeo e áudio registrando as falas, gestos e manifestações físicas dos estudantes. Apresentamos a âncora e a questão motriz que orientaria nossa caminhada no decorrer do desenvolvimento dos projetos de cada grupo proposto pelo curso. Nessa apresentação, os estudantes levantaram hipóteses, sugestões, elaboraram mais questões, propuseram caminhos para alcançar os objetivos, tiraram dúvidas e distribuíram tarefas.</p> <p>Realizamos nesse dia o primeiro <i>brainstorming</i> pontuando as possíveis soluções, identificando uma série específica de tópicos para ajudar a coletar informações, dividindo responsabilidades sobre o recolhimento de informações, desenvolvendo uma linha do tempo para o recolhimento de informações e pensando num artefato para publicação no final do projeto. Nesta atividade, os estudantes quebraram em partes menores o problema complexo de pesquisa, buscando facilitar sua resolução, como proposto por Brackmann (2017). Pontuamos no <i>brainstorming</i> as partes iniciais de sentenças para o registro no caderno de campo, seguindo o modelo organizado por Bender (2014). Este modelo está dividido em três momentos: partes iniciais da sentença, parte da fase da pesquisa e parte das fases mais avançadas.</p> <p>Os estudantes formularam questões específicas a partir da questão motriz e organizaram as tarefas/ações, decompondo o problema em partes e dividindo entre os membros do grupo.</p>

			Encerramos a semana com o início da organização de cada grupo na proposta do projeto.
15 a 17 de março	4 horas	Elaborar o projeto com os grupos participantes, de acordo com a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Projetos.	Os grupos, compostos por cinco estudantes cada, se reuniram em lugares diferentes para elaborar o projeto e planejar as ações e cronograma com uso dos <i>chromebooks</i> . Um grupo ficou no laboratório de ciências, outro na sala <i>maker</i> e o terceiro ficou na sala de recursos.
22 a 24 de março	4 horas	Promover oficinas práticas e roda de conversa sobre os quatro pilares do PC.	Nessa semana organizamos as atividades em dois momentos: no primeiro momento (quarta e quinta-feira), os estudantes ficaram cada qual no seu grupo, realizando as tarefas divididas para cada um no cronograma do projeto (fazendo levantamento de informações por meio de pesquisa na internet – textos, vídeos, imagens); identificando vídeos e textos que contribuíssem na realização da sua tarefa no grupo. No segundo momento (sexta-feira), reunimos os três grupos para uma roda de conversa sobre os pilares do PC (Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmo) e realizamos uma oficina com atividades desplugadas para que os participantes vivenciassem e compreendessem que os problemas podem ser decompostos, reconhecidos padrões, abstraídos e criados algoritmos, de forma a facilitar sua resolução, e finalizamos nossa oficina com o vídeo: ‘Como ensinar linguagem de programação para uma criança?’.
29 a 31 de março	4 horas	Realizar atividades práticas de programação no Tinkercad.	Nesse encontro realizamos uma minilição para apresentar as interfaces do <i>software</i> Tinkercad, proporcionando espaços de aprendizagem para que os estudantes pudessem ter acesso às ferramentas de modelagem 3D e prototipagem em circuitos elétricos disponíveis no <i>software</i> Tinkercad e possibilidades para o desenvolvimento do projeto de cada grupo (modelagem 3D do carrinho e prototipagem do circuito elétrico com uso da placa Arduino).
05 e 06 de abril	02 horas	Desenvolver o projeto nos grupos com uso do Tinkercad.	Nessa semana os estudantes realizaram atividades nos seus grupos usando o <i>software</i> Tinkercad, modelando cada um o seu carrinho. Seguindo o cronograma e organização das atividades planejadas pelo grupo e resolvendo as tarefas individuais no grupo. Cada estudante modelou seu carrinho 3D, usando sua criatividade e conhecimento sobre figuras geométricas, ângulo para a posição das figuras e plano cartesiano (X, Y e Z). As dúvidas de cada participante eram apresentadas ao grupo, que discutia entre os participantes, que buscavam soluções por meio de vídeos tutoriais disponíveis no YouTube e por meio de orientações dos colegas que já apresentavam conhecimento sobre o assunto.
12 a 14 de abril	4 horas	Prototipar o circuito elétrico no Tinkercad e simular o funcionamento por meio da linguagem de programação em blocos e textos.	Cada estudante, no seu grupo, prototipou, virtualmente no Tinkercad, um sistema eletrônico de um carrinho de controle, identificando os componentes eletrônicos e os elementos elétricos de um circuito. Puderam simular variando a velocidade entre 0 e 255 rpm <sup>5</sup> , por meio da linguagem de programação em bloco.
19 de abril a 05 de maio	8 horas	Produzir o OA: carrinho controlado	A sétima e oitava semanas foram dedicadas à produção real do OA intitulado ‘carrinho controlado por dispositivo móvel com uso da placa Arduino’. Diante das aprendizagens, informações e

<sup>5</sup> Unidade de medida Rotação Por Minuto.

		por dispositivo móvel.	dados levantados por cada estudante nos grupos de pesquisa, foi possível a impressão da estrutura dos carrinhos na impressora Ender 3 e a montagem do circuito eletrônico usando a placa Arduino Uno e os componentes básicos do circuito.
10 a 12 de maio	5 horas	Socializar e manusear o OA.	A socialização dos resultados da produção do OA ocorreu em três momentos diferentes: O primeiro momento aconteceu no momento da acolhida que a escola proporciona todas as manhãs, na chegada dos estudantes à escola. Os estudantes participantes, juntamente com o pesquisador, organizaram uma exposição dos carrinhos no corredor central da escola, por onde os estudantes passam ao entrar no espaço escolar todas as manhãs, e acolheram os demais estudantes, convidando-os a prestigiar os OA produzidos. O segundo momento de socialização aconteceu no feirão da culminância das eletivas, com a apresentação dos carrinhos sendo controlados pelo celular. O terceiro e último momento de socialização foi a apresentação do OA para a comunidade escolar e local, na praça central da cidade, nomeada 'Praça da Bíblia'. Os estudantes realizaram a exposição dos seus carrinhos e explicaram para as pessoas da comunidade que passavam pelo local.
17 a 19 de maio	2 horas	Realizar roda de conversa para avaliar o curso.	Para avaliar o curso, organizamos uma roda de conversa e levamos em consideração cada atividade proposta no curso: atividades desenvolvidas em cada encontro; problema solucionado; aprendizagem produzida; pontos positivos e fragilidades encontradas no percurso; trabalho colaborativo e a aprendizagem por meio de projeto. Nesse momento, os estudantes também refletiram sobre o que pode e o que não pode ser feito na execução desse projeto.

Fonte: Próprio pesquisador (2023).

A seguir, apresentamos os procedimentos para análise dos dados, de acordo com Bardin (1977) e Rodrigues (2019).

### 3.7 Procedimentos para análise dos dados – Análise de Conteúdo

Os dados produzidos em uma pesquisa têm a necessidade de passar por um método de análise que proporcione interpretação, inferências e sistematização das informações produzidas no decorrer da pesquisa. Por esta pesquisa ter abordagem qualitativa e caráter exploratório, utilizamos o método Análise de Conteúdo e a técnica de análise categorial proposto por Bardin (1977) e discutida por Rodrigues (2019), como método na análise dos dados produzidos mediante a produção e manuseio de OA num curso de 40 horas com estudantes do 8º e 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública de tempo integral.

Bardin define a Análise de Conteúdo como sendo:

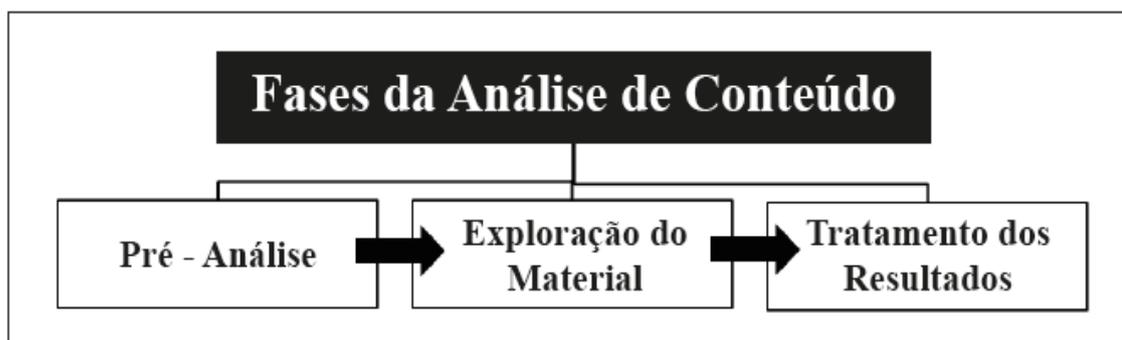
Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

Rodrigues (2019) salienta que, para Bardin (1977), ao utilizar a Análise de Conteúdo, o pesquisador precisa ter cuidado para descrever cada uma das fases da análise, pois, por mais que se mantenham a flexibilidade e a criatividade, caracteriza-se como forma de explicitar a organização dos dados na redação da pesquisa.

Para Rodrigues (2019), a Análise de Conteúdo procura ir além da descrição das mensagens, pois é preciso atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo dessas mensagens, por meio da nossa interpretação. Nesse momento, podem existir duas possibilidades de interpretação. Aquela realizada a partir de um aporte teórico constituído, ou por meio de uma teoria que emerge a partir dos próprios dados. Seja qual for o modo, a interpretação é um momento crucial da Análise de Conteúdo (Rodrigues, 2019, p. 32).

O método de Análise de Conteúdo apresenta seis tipos diferentes de técnicas para análise: técnicas de análise categorial; análise da avaliação; análise da enunciação; análise proporcional do discurso; análise da expressão e análise das relações (Bardin, 1977). Nesta pesquisa, utilizamos a técnica de análise categorial, por apresentar características que melhor se relacionam com a análise qualitativa de dados. Na Figura 24, apresentamos as fases da Análise de Conteúdo na sua forma cronológica.

**Figura 24 - Fases da Análise de Conteúdo.**



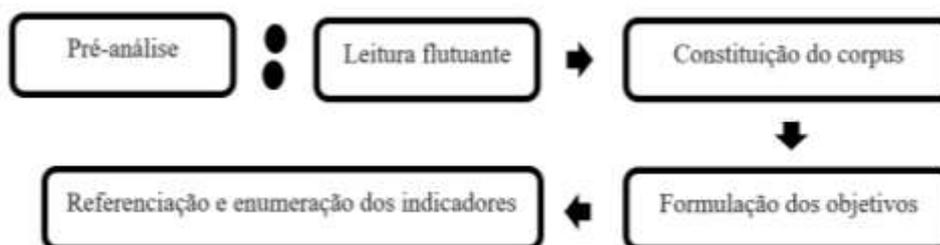
Fonte: Bardin (1977).

Como apresentado na Figura 24, as diferentes fases do método da Análise de Conteúdo, na técnica de análise categorial, estão organizadas em três etapas cronológicas, sendo a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados e inferências. A seguir, apresentamos as três fases cronológicas da Análise de Conteúdo, sugerida por Bardin (1977) e compartilhada por Rodrigues (2019).

### 3.7.1 Fase da pré-análise

A fase da pré-análise consiste em organizar o material a ser analisado, com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. E, de acordo com Bardin (1977), esta fase se desenvolve em cinco etapas, como apresentadas na Figura 25.

**Figura 25** - Etapas da fase da pré-análise na técnica de análise categorial.



Fonte: Baseada em Bardin (1977).

Nesta fase, ocorre a transcrição dos áudios e vídeos das gravações dos encontros do curso, a leitura dos diários de anotações dos estudantes e do caderno de campo do pesquisador. A transcrição ocorreu por meio da Reshape<sup>6</sup> (plataforma *online* que converte conteúdos de mídias audiovisuais em texto de forma *online*). Após a transcrição nesta plataforma, fizemos uma leitura do texto transcrito ouvindo os áudios e vídeos para correções de palavras e contextos que a plataforma transcreveu de forma errada.

### 3.7.2 Fase da exploração do material

Na exploração do material, que consiste na “descrição analítica, a qual diz respeito ao corpus submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos” (Bardin, 1977, p. 101), fizemos o detalhamento do *corpus*, com um estudo aprofundado com uso do MAXQDA<sup>7</sup>, coletando as palavras-chave de unidade de registro para compor as categorias. As unidades de contexto, unidades de registro, eixos temáticos e categorias de

<sup>6</sup> A Reshape é uma plataforma *online*, não gratuita, com o propósito de ajudar criadores de conteúdo, estudantes, professores e trabalhadores da área de marketing, a expandir os horizontes dos seus conteúdos de mídia audiovisual e atingir novos públicos, convertendo seu material para novos formatos.

<sup>7</sup> MAXQDA é um *software* para análise de dados qualitativos e métodos mistos em pesquisas acadêmicas, científicas e comerciais. O *software* está disponível como uma aplicação universal para sistemas operacionais Windows e MacOS e não é gratuito.

análise são alguns conceitos que fazem parte desta etapa. Bardin (1977) declara que a “codificação, a classificação e a categorização são básicas desta fase” (1977, p. 101).

Bardin (1977, p. 107) afirma que “as unidades de contexto servem de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro”. Já Rodrigues (2019, p. 27) diz que “As unidades de registro são constituídas das unidades de contexto – partes ou trechos significativos das respostas ou depoimentos dos participantes”.

O processo de articulação entre as unidades de registro da pesquisa em categorias de análise acontece por meio da identificação das confluências e divergências das unidades de registro da pesquisa e das categorias de análise entre si.

Com base no processo de constituição das categorias de análise, apresentamos, no Capítulo 5, a interpretação delas, objetivando apresentar, para cada uma, um movimento dialético entre as citações diretas dos excertos, provenientes das falas dos estudantes participantes e do professor pesquisador. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 252), “As citações não só descrevem as afirmações dos sujeitos, como também a forma como as transmitiram e a sua maneira de ser”, assim nos permitem, também, aprofundarmos ainda mais o conhecimento acerca do assunto e, dessa forma, encontrar subsídios para o nosso posicionamento como pesquisador, sob a perspectiva dos objetivos da pesquisa.

### 3.7.3 Fase do tratamento dos resultados

Na terceira fase, realizamos o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação dos dados produzidos. Segundo Bardin (1977) e Rodrigues (2019), a terceira fase é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica do pesquisador, pois ele propõe suas inferências e realiza suas interpretações de acordo com o quadro teórico e os objetivos propostos e, ainda, identifica novas dimensões teóricas sugeridas pela leitura do material (Rodrigues, 2019, p. 30). Os conceitos que fazem parte dessa fase são: movimento dialógico das categorias de análise e interpretação e inferências do pesquisador.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos a análise e discussão dos resultados por meio do método de Análise de Conteúdo e da técnica de análise categorial propostos por Bardin (1977) e

discutidos por Rodrigues (2019). A técnica de análise categorial foi escolhida por atender melhor nossa proposta de análise das comunicações dos dados produzidos nesta pesquisa.

Na fase da pré-análise, proposta por Bardin (1977), fizemos as transcrições das gravações dos áudios e vídeos e organizamos o *corpus* dos dados em: ordem e título da transcrição e uma breve descrição do que trata o texto.

**Quadro 16:** Temáticas abordadas em cada transcrição dos áudios e vídeos.

TRANSCRIÇÃO	TÍTULO	DESCRIÇÃO
01	<i>Brainstorming</i>	Encaminhamento do projeto: divisão das tarefas, cronograma e troca de ideias.
02	Oficina sobre PC e 2º <i>brainstorming</i>	Desenhando no escuro: pilares do PC na prática.
03	Modelagem do objeto 3D	Momento do uso do <i>software</i> Tinkercad para modelagem do carrinho.
04	Aplicativo UltiMaker Cura	Estudantes baixam o aplicativo para fatiar seus objetos para impressão 3D.
05	Prototipagem do circuito	Estudantes usam o <i>software</i> Tinkercad para prototipar o circuito elétrico.
06	Prototipagem do circuito	
07	Prototipagem do circuito	
08	Montagem do carrinho e do circuito elétrico	Momento em que os estudantes montam os carrinhos e os circuitos elétricos com os componentes: placa Arduino, placa de ensaio, ponte H, motores, bateria 9V, <i>jumpers</i> , resistores e interruptores.
09	Montagem do carrinho e do circuito elétrico	
10	Montagem do carrinho e do circuito elétrico	
11	Programação	Momento em que os estudantes trabalham com a linguagem de programação em texto na plataforma Arduino.
12	Culminância e autoavaliação	Momento da socialização dos resultados e autoavaliação
13	Culminância e autoavaliação	

Fonte: Próprio pesquisador (2023).

Mediante as transcrições, o nosso primeiro movimento no processo analítico foi realizar a leitura flutuante dos dados, objetivando identificar aspectos convergentes aos objetivos de nossa pesquisa. Por meio da leitura flutuante, foi possível identificar trechos relevantes (unidades de contexto) de cada uma das transcrições nas falas dos participantes, o que nos proporcionou a constituição das unidades de registro, pertinentes para a compreensão do objeto investigado.

A fase da exploração do material possibilitou-nos extrair as unidades de contexto e unidades de registro, por meio dos excertos das treze transcrições, identificando a quantidade de repetições em que os pilares do PC apareciam. Nessa fase da análise de conteúdo, buscamos explorar todo o material (*corpus*) produzido com o desenvolvimento do curso ODATIP, por

meio das transcrições dos áudios, vídeos, roda de conversa e diários de anotações. No Quadro 17, apresentamos a frequência de vezes em que cada pilar do PC foi evidenciado no *corpus* analisado. Cabe ressaltar que as falas do professor-pesquisador fazem parte dessa contagem.

**Quadro 17:** Frequência de citações das unidades de registro.

<i>Corpus</i>	Algoritmo	Abstração	Reconhecimento de Padrão	Decomposição
01	0	1	2	6
02	3	4	9	10
03	20	25	14	17
04	2	0	2	5
05	13	9	9	11
06	9	6	3	9
07	14	13	13	12
08	0	0	0	0
09	12	11	14	7
10	5	6	7	8
11	23	26	24	42
12	3	2	5	7
13	50	43	34	15

Fonte: Extraído do MAXQDA (2023).

No Quadro 17, está representada a quantidade de vezes em que cada unidade de registro (pilares do PC) aparece nos documentos em estudo. Essas quantidades representam as unidades de contexto que julgamos importantes e que evidenciam a presença dos pilares do PC no desenvolvimento das atividades transcritas. Apresentamos, no Quadro 18, uma visão geral dos segmentos codificados em todos os documentos, extraídos do MAXQDA.

**Quadro 18:** Visão geral dos códigos (unidades de registro) no MAXQDA.

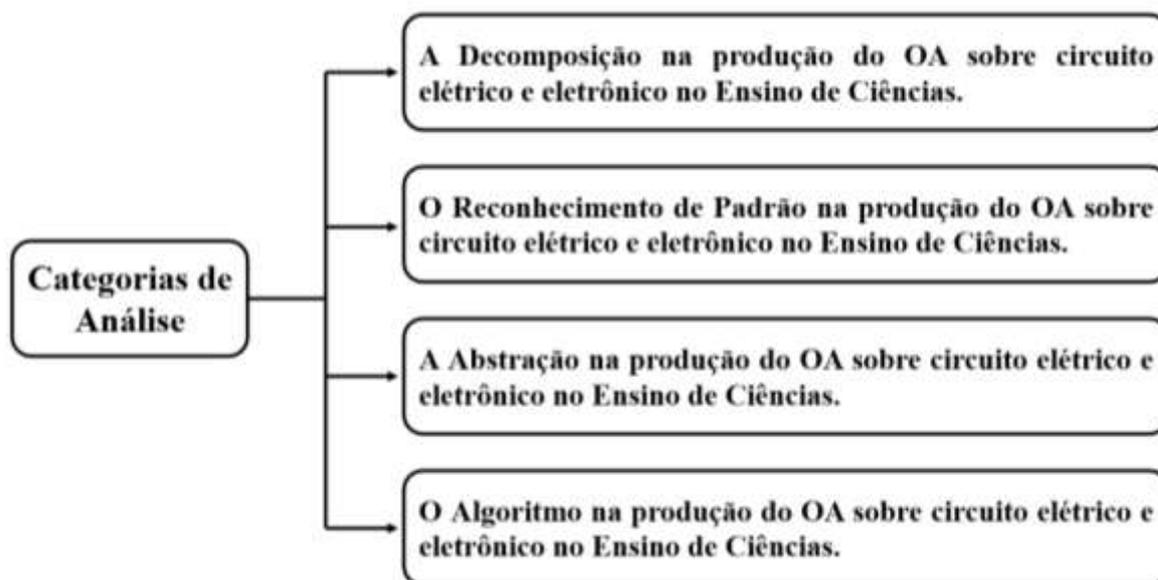
Código	Seg. codificados (todos os documentos)	% seg. codificados (todos os documentos)	Documentos
Algoritmo	154	23,80	11
Abstração	146	22,57	11
Decomposição	149	23,03	12
Reconhecimento de Padrão	136	21,02	12

Fonte: Extraído do MAXQDA (2023).

Como apresentado no Quadro 18, os pilares do PC foram classificados aqui como códigos para a quantificação de frequências que aparecem nos documentos, de acordo com as unidades de contexto informadas pelo pesquisador à plataforma MAXQDA. Percebe-se que os pilares do PC apareceram em quantidades próximas umas das outras e na quase totalidade dos documentos analisados (transcrições). Após uma análise profunda nas unidades de registro,

unidades de contexto, embasamento teórico e objetivos desta pesquisa, predeterminamos quatro categorias de análise.

**Figura 26** - Categorias de análise.



Fonte: Próprio pesquisador (2023).

Essas quatro categorias de análise representam as significações, identificadas por meio do movimento da Análise de Conteúdo dos dados provenientes das treze transcrições das mídias audiovisuais, das anotações dos participantes no caderno de campo e dos registros do pesquisador. A partir dessas sínteses elucidadas, realizamos a nossa análise interpretativa.

A terceira e última fase de Bardin (1977) corresponde ao tratamento dos resultados, na qual apresentamos as análises e discussão dos resultados de acordo com as categorias: 4.1 A Decomposição na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 4.2 O Reconhecimento de Padrão na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 4.3 A Abstração na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências; 4.4 O Algoritmo na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências.

Para a interpretação de cada uma das categorias de análise, recorreremos ao movimento dialógico, interlocução dos dados com os conceitos abordados no embasamento teórico, para nos proporcionar compreensões do objeto investigado. No movimento dialógico, explicitamos alguns excertos – aspectos significativos – provenientes das falas transcritas dos participantes, os quais foram constituídos como “núcleos de sentido” no processo de constituição das

unidades de registro. Os excertos escolhidos auxiliaram-nos apontando aspectos e evidências que estão relacionados à compreensão do objeto pesquisado.

Os resultados analisados e discutidos neste capítulo referem-se aos dados produzidos e coletados nas atividades desenvolvidas durante o curso ODATIP. Os excertos escolhidos se deram levando em consideração as evidências neles contidos sobre o conceito e as potencialidades que o desenvolvimento dos pilares do PC proporciona na maneira como o estudante resolve as atividades e se utiliza dessas habilidades em seu processo de resolução de problema.

No curso ODATIP desenvolvemos diversas atividades, desde minilições para compreensão dos pilares do PC; *brainstorming* para troca de ideias, *feedback* e encaminhamento das atividades; oficinas para conhecer e manusear o *software* Tinkercad; atividades de modelagem do carrinho no formato 3D e prototipagem do circuito virtualmente no *software* Tinkercad; montagem do circuito real no carrinho; programação no *software* Arduino IDE e aplicativo Arduino BlueControl. Para a análise dos resultados, consideramos as atividades voltadas à prototipagem do circuito virtualmente, a montagem do circuito real, a programação em texto no Arduino IDE e o manuseio do aplicativo Arduino BlueControl.

O PC é um conceito em constante avanço no mundo digital no qual vivemos, é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da computação para identificar e resolver problemas de forma individual ou colaborativa, e se utiliza de quatro pilares para a resolução de problemas (Brackmann, 2017). A seguir, passamos para a análise e discussão dos resultados das quatro categorias.

#### **4.1 A Decomposição na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências**

A decomposição é o pilar de dividir um problema complexo em partes menores, tornando-o mais fácil de entender e resolver. Ao se apresentar o problema ‘construir um carrinho controlado por um dispositivo móvel’ por meio da âncora e das questões motrizes numa roda de conversa, os estudantes foram motivados a organizar um planejamento de atividades para solucionar o problema proposto de maneira individual e colaborativa.

A âncora utilizada para motivar os estudantes participantes apresentava um contexto sobre a reorganização da indústria mediante a utilização de dados digitais por meio da nuvem e da internet das coisas. Salientando-se que a organização e funcionamento da indústria tradicional está se transformando – desde a cadeia produtiva até a relação entre as pessoas no

trabalho. Foi destacado ainda que os impactos não são só tecnológicos, mas também humanos – exigindo novas capacitações e organizações para o mercado do trabalho, necessitando do desenvolvimento de novas habilidades. Como exemplo, foi apresentada a automação, que está aos poucos fazendo parte do cotidiano do ser humano, e este tem ao longo de sua existência buscado desenvolver tecnologias para facilitar o mundo do trabalho.

As questões motrizes apresentadas tinham a finalidade de agregar a curiosidade e entusiasmo dos participantes ao problema sugerido: Como produzir um carrinho elétrico controlado por um dispositivo móvel? Quais os elementos necessários para produzi-lo? Como prototipar e simular o circuito desse carrinho, e em qual *software* isso seria possível? Quais componentes eletrônicos são necessários para montar o circuito real desse carrinho?

Com isso, durante o primeiro *brainstorming*, pontuamos as possíveis soluções das questões motrizes (subproblemas), nas quais os estudantes identificaram uma diversidade de tópicos para ajudar a coletar informações, dividiram responsabilidades sobre a coleta de dados, elaboraram um planejamento de ações para a resolução do problema e pensaram num OA como uma unidade educacional com objetivo de aprendizagem mínima para um tipo de conteúdo e atividades para sua realização embasado em Braga (2014), para publicação no final do projeto. Nesta atividade, os estudantes dividiram em partes menores o problema complexo de pesquisa, buscando facilitar sua resolução, como proposto por Brackmann (2017).

Hipóteses foram levantadas e questões específicas formuladas a partir das questões motrizes apresentadas, e mediante as hipóteses organizaram um cronograma que favorecia a resolução do problema entre os membros do grupo. A seguir, apresentamos alguns excertos desse primeiro *brainstorming*, que serviu também de diagnóstico e levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes:

E08: Eles funcionam por comandos diferentes porque eles têm uma ligação entre os elementos, a cada tipo um faz o que precisa do outro, qual comando vai executar? Tipo parte do nosso corpo humano, cada um precisa do outro para poder funcionar. Mas ele tem um núcleo, um núcleo que funciona para todas as partes dos corpos funcionar: a placa mãe.

E11: Os circuitos estão praticamente em tudo: no celular, nos computadores... Basicamente tudo aquilo que envolve tecnologia e a energia.

E15: Mas aonde que a bateria vai ficar?

PP: É por isso que nós vamos estudar para ver onde vai ficar e qual bateria vamos utilizar.

E12: Eu sei qual é a bateria, a bateria que recarrega. Não, aquelas quadradinhas que têm dois encaixos, você já viu? Tem um carregador que veio para ela.

A decomposição é o pilar do PC que pode ser utilizado como uma estratégia de solução de problema, toda vez que nos deparamos com problemas grandes, sistemas, conceitos ou

tarefas complexas e dividimos em partes menores, possibilitando o gerenciamento destas partes e facilitando o processo de resolução (Wing, 2016; Brackmann, 2017; Liukas, 2019; Santos, 2018). Pode-se dizer que a decomposição não é apenas um pilar sugerido do PC, mas também uma técnica utilizada na educação e em diferentes áreas do conhecimento para resolver problemas do dia a dia. Diante do problema apresentado, das hipóteses e questões levantadas no *brainstorming*, os estudantes sugeriram planejamento:

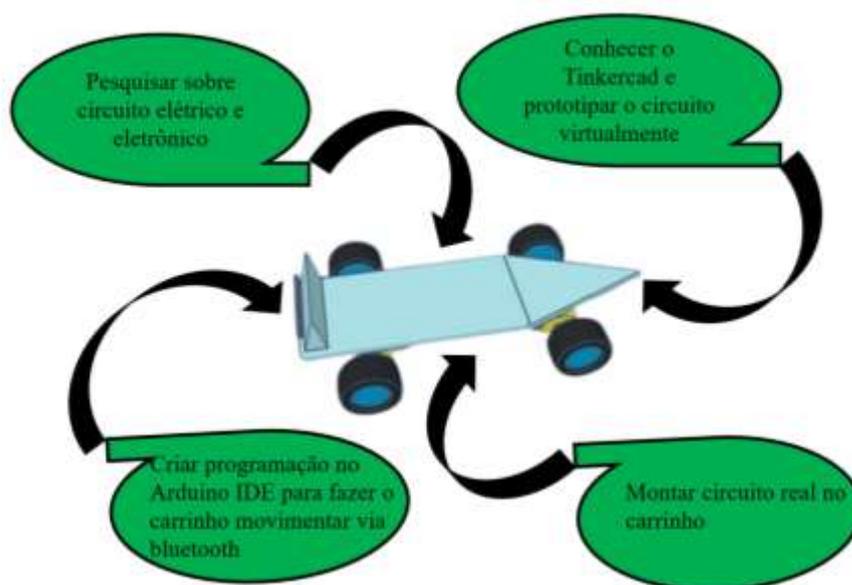
E09: Não vamos começar de cara. Vamos planejar primeiro, pra depois fazer. Porque, se nós começar a fazer de cara assim, e nós vamos fazer já depressa, não vamos conseguir. Nós tem que fazer tudo aos poucos.

E02: Mas também tem a criatividade, por causa que como que vai ser o nosso carrinho e o circuito pra ele andar, né?

E, juntos, professor pesquisador e estudantes participantes estruturamos nosso planejamento, decompondo-o em subproblemas, para resolver o problema inicial: conhecer sobre circuito, conhecer o *software* Tinkercad e prototipar um circuito virtualmente, conhecer os elementos de um circuito elétrico e os componentes de um circuito eletrônico e montar o circuito real no carrinho; e, por fim, criar uma programação para movimentar o carrinho por dispositivo móvel, por meio de conexão via *bluetooth*.

Na Figura 27, apresentamos a estrutura desse planejamento, pensado em conjunto no momento da atividade de *brainstorming* durante uma roda de conversa, onde estavam presentes todos os estudantes participantes e o professor pesquisador.

**Figura 27** - Planejamento das atividades a serem desenvolvidas.



Fonte: Dados produzidos na pesquisa (2023).

O subproblema ‘pesquisar sobre circuito elétrico e eletrônico’, ocorreu de acordo com o planejamento personalizado de cada estudante, e os registros foram feitos no caderno de campo que cada um recebeu. Os estudantes buscaram informações em fontes diversificadas: *sites* diversos na internet, livros, e trocando ideias com pessoas que têm conhecimento na área.

A busca dos conceitos se deu mediante questões específicas oriundas da roda de conversa do primeiro *brainstorming*, formuladas pelos estudantes participantes e professor pesquisador. Nos excertos abaixo, apresentamos essas indagações:

PP: Primeiro, o que seria um circuito? Como que funciona um circuito elétrico? Quais componentes são necessários para o funcionamento de um circuito?

E08: A energia e a bateria será que é componente que vai fazer um circuito funcionar?

E02: Ah, temos que ver também onde está presente um circuito elétrico?

E15: Mas aonde que a bateria vai ficar no carrinho?

Diante das dúvidas levantadas, os estudantes buscaram, de maneira individual ou colaborativa, informações sobre ‘circuito elétrico e eletrônico’, ‘elementos que compõem um circuito elétrico’, ‘componentes que compõem um circuito eletrônico’ e sobre as ‘grandezas físicas da eletricidade’, identificando os conceitos, funções, aplicabilidade e relação entre os elementos e componentes e as grandezas. Evidenciamos esse momento de busca de informação na Figura 28, em que os estudantes utilizaram os *chromebooks* disponibilizados pela escola.

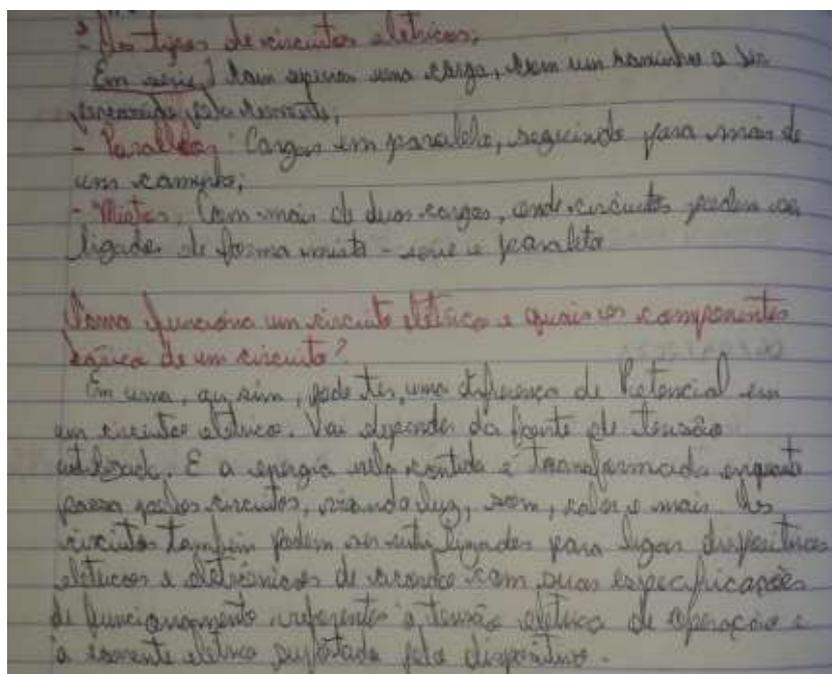
**Figura 28** - Estudantes fazendo pesquisas e registros sobre os conceitos básicos de circuito.



Fonte: Acervo do J.P.H. (2023).

Após o período de buscas pelas informações de cada parte do problema, reunimos todos os estudantes participantes numa roda de conversa (2º *brainstorming*), para socializar os dados coletados, as dúvidas e descobertas encontradas, e os novos conhecimentos adquiridos. Na Figura 29, apresentamos o registro de parte das informações extraídas pelo E02.

**Figura 29** - Conceitos relacionados ao objeto de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico’.



Fonte: Acervo do J.P.H. (2023).

A seguir, apresentamos alguns excertos extraídos do momento da socialização na roda de conversa no segundo *brainstorming*. As falas dos estudantes trazem evidências de que os conceitos menores proporcionaram melhor compreensão e assimilação do conceito maior sobre circuitos.

E08: A bateria num circuito elétrico é parecido com nosso cérebro, dá um comando pra funcionar.

E02: Encontramos que o gerador de energia, o interruptor, os fios condutores, os motores, os resistores são importantes pra funcionar um circuito.

E14: Ah, os tipos de circuitos é em paralelos e em série. E está presente em praticamente tudo: geladeira, *iphone* e computadores. Basicamente tudo que envolve tecnologia e energia.

E09: Tô até com umas ideias já. O meu vai ficar a bateria atrás.

E11: Eu sei qual é a bateria que podemos usar, a bateria que recarrega. Aquelas quadradinhas que têm dois encaixos, vocês já viu?

Outro subproblema, ao se desenvolver a decomposição no curso, foi proposto na atividade de prototipagem de um circuito no *software* Tinkercad, com uso da placa Arduino. Os estudantes tiveram que planejar o desenvolvimento do protótipo do circuito separando essa atividade em três momentos: conhecer o *software* Tinkercad; organizar os elementos e componentes que utilizariam para prototipagem de um circuito; e, por fim, criar uma linguagem de programação em blocos e simular o funcionamento do circuito. Como afirmado por Barbosa e Maltempi (2020), os aprendizes tiveram a oportunidade de experimentar e praticar o PC por meio de atividades mão-na-massa, desenvolvendo sua habilidade de protagonista no processo do seu ensino e aprendizagem.

O professor pesquisador apresentou o *software* Tinkercad aos estudantes participantes por meio de uma oficina, possibilitando o acesso e manuseio do *software*. Nesta atividade, todos os participantes, de posse de um *chromebook* com acesso à internet, fizeram seu primeiro acesso no *software* Tinkercad *online*, usando o *e-mail* institucional fornecido pela rede estadual de ensino (SEDUC/MT).

Para acessar a interface do *software* Tinkercad, onde seria feita a prototipagem e simulação do circuito elétrico e eletrônico, os estudantes clicaram na aba “Projetos”, em seguida em “+ criar” e depois em “circuito”, acessando, assim, o plano de trabalho, elementos e componentes básicos para prototipar um circuito. Em seu livro, Bender (2014), apresenta que na ABP os estudantes buscam informações que contribuam na execução e concretização do projeto do grupo.

Quando todos já estavam logados, o professor pesquisador apresentou a interface em que seria produzida a prototipagem e simulação do circuito, com uso da placa Arduino e

programação com a linguagem em blocos, atividades essas chamadas de materiais educacionais por Braga e Menezes (2014), desenvolvidas com o uso das TD e *software* Tinkercad, para ensinar Ciências com experimentos virtuais e simulações. Buscamos, com essa atividade, incorporar as TD de informação e comunicação no Ensino de Ciências (Moreira, 2021), aproximar nossos estudantes do mundo digital (TD de cunho educativo), proporcionar momentos de produção de conhecimento para lidar com as novas demandas digitais na atual realidade tecnológica que vivemos, conforme salientado por Rossi (2022).

Com esta atividade, alguns passos foram planejados pelos estudantes, tais como: identificar os elementos e componentes básicos para prototipar o circuito; definir quantidade de motores; saber onde se conecta a bateria; e fazer o circuito funcionar. Nos excertos abaixo, extraídos desta atividade prática (os estudantes fazendo a prototipagem do circuito), evidencia-se esse planejamento:

E08: Primeira missão é tu achar onde é que tu conecta a bateria.  
 E12: Segunda missão é como fazer ela funcionar.  
 E08: Mas primeiro pra você conectar a bateria você vai ter que pôr um botão ou interruptor deslizante. Ou algum tipo de interruptor.

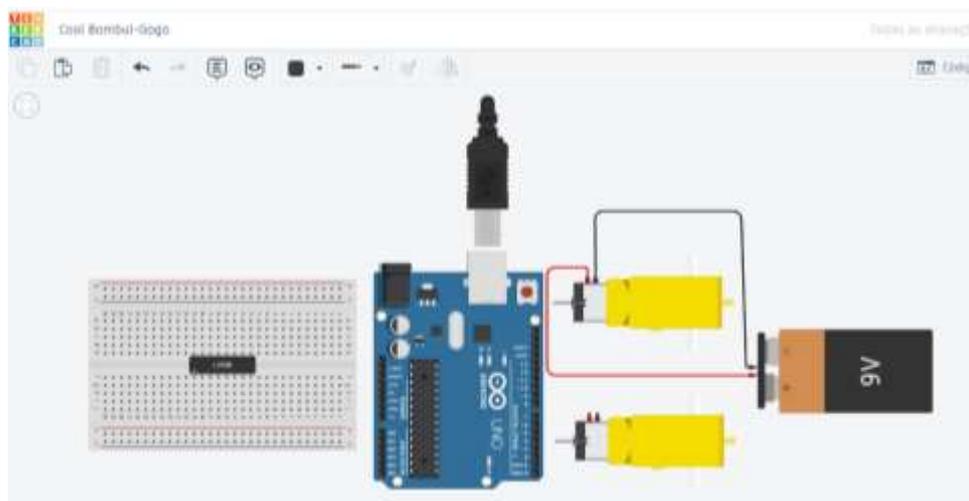
Os estudantes identificaram e separaram cada elemento e componente, planejaram a forma de ligá-los no circuito e por fim simularam o funcionamento do circuito. Esta atividade oportunizou a aplicação dos conhecimentos assimilados sobre circuito elétrico e eletrônico. Nos excertos a seguir, evidenciamos a aplicação dos conhecimentos no momento da prototipagem do circuito:

E15: A gente vai ter que usar só uma bateria. Não tem como usar duas baterias, não.  
 E08: Eu vou escolher a outra bateria aqui. Porque essa bateria 9V, ela já é potente.  
 E09: Só que coloca esse motor aqui mais para cá. Ele está muito para baixo.  
 E03: Olha, ele também ficaria ao contrário. Onde que pôs esses fios? Ah, só é um.  
 E07: Aqui, olha. Tem dois aqui do GND, e dois na bateria. Aqui, olha. Na bateria, preto negativo.  
 E08: É, mas você vai ter que pegar três fios, na verdade. Para colocar um aqui, outro aqui, onde você já colocou.  
 E15: Professor, você vem aqui, pra você ver o nosso. Ainda estou montando, mas esse aqui é um modelinho que eu fiz que vai ser só um motor, uma bateria, com os dois motores. Está vendo? E essa parte aqui, a ponte H coloquei assim, ó.  
 E02: É porque, como nós vamos colocar só dois motores, só uma ponte H vai dar. O E01 enfiou um monte de fio aqui. Aí cada fio a gente tem que colocar de uma cor, para ficar bem visível.  
 E06: Essa aqui é entrada e saída. Entrada dos volts. Aqui é cinco volts. E aqui entrada dos 3,3 volts (placa Arduino).

Enquanto os estudantes buscam solução para esse subproblema, o professor pesquisador destaca, em seu diário de bordo, a ordem de ligação dos elementos e componentes que os

estudantes foram criando para a prototipagem de um circuito: placa *protoboard*, placa Arduino, ponte H, motores, bateria, *jumpers* (fios condutores). Para eles, essa organização facilita, para que não fiquem muitos elementos soltos na área de desenvolvimento do projeto. Apresentamos, na Figura 30, essa organização.

**Figura 30:** Organização dos elementos e componentes do circuito na prototipagem no software Tinkercad.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

A discussão e descobertas dos estudantes sobre como prototipar um circuito elétrico e eletrônico fizeram com que retornassem aos dados coletados para fazer as ligações de forma correta, aprofundando sobre conectividade e alimentação do circuito (cargas positivas e negativas), e percebessem a função de cada parte menor do problema para o funcionamento e resolução do problema maior, que era a simulação do protótipo do circuito elétrico e eletrônico no *software* Tinkercad.

Nos excertos a seguir, extraídos da atividade da prática de prototipagem e simulação do circuito no Tinkercad, apresentamos indicativos da compreensão dos estudantes sobre a assimilação dos conceitos menores para compor o objeto de conhecimento circuito.

- E12: Porque na hora ele vai desligar. Então, não vai passar a corrente elétrica, né?  
 E08: Talvez tá faltando algumas conexões daqui, por isso que não tá dando.  
 E12: Mas será que a bateria está aguentando?  
 E02: Você vai olhar lá para ver se esses fiozinhos estão conectados correto no GND.

Percebe-se, pelas falas dos estudantes, que os nomes e conceitos dos elementos e componentes do circuito aos poucos vão sendo assimilados e utilizados de forma correta na prototipagem virtual do circuito. Eles manifestam compreensão daquilo que estão fazendo e,

quando há dúvidas, trocam ideias com os colegas e recorrem às informações registradas no caderno de campo.

No subproblema ‘montagem do circuito manual do carrinho’, para poder ser controlado por meio de um dispositivo móvel, o desenvolvimento do pilar decomposição se fez necessário: para montar o circuito, os estudantes fizeram a ligação dos componentes eletrônicos, utilizando placa Arduino, *protoboard*, ponte H e *bluetooth*, e os elementos elétricos: bateria, motores, fios condutores e resistores. Esses conhecimentos são expressos nas falas dos estudantes:

E09: Esses aqui vai ser conectado na bateria, mas só que a gente vai ter que fazer, a gente vai ter que soldar.

E08: De todo jeito. Mesmo se tivesse aqui, ia precisar aqui. Por causa que aqui ia ser o da energia.

E02: Tem salvação. É só você cortar aqui. Pega o fio vermelho, o vermelho e preto, e aumenta.

E08: Os fiozinhos o senhor não vai precisar comprar, porque, como tem a solda e maquininha de solda, dá pra soldar mesmo.

E08: Eu pego essa bateria, como eu vou trazer os fios lá de casa, eu descasco a ponta dele e meio que enrolo assim que nem pilha, aí enrolo ele assim e soldo. Aí eu boto nos dois lados. Aí, como vai ser fios diferentes, aí eu só enrosco esses fios.

E02: Olha, o fio vermelho tem que ser esse de cima e o fio preto tem que ser o de baixo.

E08: Tipo positivo e negativo, né. O negativo é sempre embaixo.

E08: Sim, bateria de 9 volts. Tô achando que essa bateria de 9 volts não vai aguentar.

E06: Aió, tem que ter esse interruptor aqui, ó.

E02: Nesta parte aqui, ó, pra colocar os fiozinhos.

E08: Sim. Oh, professor, professor, os fios num vai precisar comprar não. Os fiozinhos o senhor não vai precisar comprar, porque, como tem a solda e maquininha de solda, dá pra soldar mesmo. Na solda fica melhor, que é mais garantido.

E11: Nós temos que ter mais cuidado porque é bateria 9 volts. Se levar um choque, vai dar arrepio.

E07: Tá, o fio preto vai pra direita e o fio vermelho vai pra esquerda, né?

E08: Ah, esse aqui também arranca e solda melhor, mais fácil pra colocar os fios no motorzinho.

E15: Bom, agora aqui nós só vamos concetar, né, só no motorzinho. É isso?

E08: É isso.

E15: Cadê o motorzinho?

E08: Não. É no motorzinho não, é no... Na pilha esse aqui. Ah, é, na pilha (risos), no motorzinho é outro. Tinha esquecido.

Os estudantes utilizam-se dos diversos elementos e componentes para a montagem do circuito, e durante esse processo buscam, de forma colaborativa e descontraída, colocar em prática os conhecimentos já adquiridos sobre o objeto em produção.

É possível perceber que vários conceitos que foram decompostos, para a compreensão sobre circuito elétrico e eletrônico, foram sendo trabalhados de forma conjunta e contemplando a assimilação e empregabilidade para a construção do conceito maior. Os diversos elementos e componentes do circuito elétrico e eletrônico utilizados pelos estudantes – ‘posição dos fios positivos e negativos, corrente elétrica, carga da bateria ser ou não compatível e fios emendados

por solda’ – são evidências de que os conceitos foram decompostos para a resolução e compreensão do problema, que era a montagem do circuito com uso da placa Arduino Uno.

Ainda no subproblema da ‘montagem manual do circuito para controlar o carrinho com um dispositivo móvel’, os estudantes buscaram ir além dos conhecimentos do circuito elétrico (ligação de elementos elétricos para permitir a circulação da corrente elétrica) e se aprofundaram nos conceitos de circuito (sistema) eletrônico (tipo de circuito elétrico que utiliza alguns componentes eletrônicos que realizam transformações nas grandezas elétricas e podem ser programados para realizar tarefas específicas), que nessa atividade é o movimento do carrinho por um dispositivo móvel.

Rossi (2022) afirma que esse tipo de atividade contempla a formação do estudante de forma lúdica, simples e desafiadora, na qual se introduzem os pilares do PC naturalmente e de forma atraente. Em outras palavras, Barbosa e Maltempi (2020) reforçam ao dizer que os aprendizes precisam experimentar e praticar o PC por meio de atividades mão-na-massa, que insiram os estudantes como protagonistas (Rodrigues, Palhano e Vieceli, 2021), deste processo, para assim desenvolver suas próprias habilidades relacionadas ao PC e quebrar os paradgmas de um Ensino de Ciências desatualizado de conteúdos e tecnologias centrado somente no docente (Moreira, 2017).

Evidenciamos isso na fala do E11: “Eu tô gostando que a gente tá aprendendo muito, professor, com esse *software*” – o que mostra a motivação e quão animado e atraído estava o estudante nesta atividade com o uso do computador e de um *software* para ele desconhecido até então.

Outra evidência de potencialidade da decomposição no Ensino de Ciências é a aprendizagem personalizada. No decorrer do desenvolvimento do curso, proporcionamos três *braisntorming* para os encaminhamentos e *feedback* dos trabalhos de cada estudante e dos grupos. Nesse momento, os estudantes organizavam as tarefas e os cronogramas que direcionavam os trabalhos, possibilitando a cada um deles criar sua própria estratégia e traçar seu percurso de realização das atividades a serem desenvolvidas, ficando livre para iniciar de onde achasse melhor: problema ou subproblemas.

Os excertos abaixo evidenciam o ensino personalizado ao trabalhar com a metodologia ativa da ABP de Bender (2014), utilizando o pilar do PC “decomposição”. Cada estudante procurou desenvolver sua tarefa de acordo com seu planejamento, facilidade e interesse.

E12: Eu só conectei esse aqui, ó, na bateria. Esse vermelho aqui. Entendeu?

E08: Eu parei com a bateria, deixei ele aqui.

E12: Agora eu vou pegar essa placa. Que eu não sei onde pega. Qual que é o nome dessa placa? Ah, lembrei... placa de ensaio.

E09: Eita, mas depois você organiza esses fios. Eu tenho que juntar eles toda vez.

E08: Porque, quando eu peguei esse aqui, num tava nenhum fio solto. Aió, tem que ter esse interruptor aqui, ó.

Percebemos, por meio das falas dos estudantes, que as atividades de montagem dos circuitos não foram realizadas da mesma forma e nos mesmos momentos pelos estudantes nos grupos. Cada um desenvolveu do seu jeito, de acordo com seus conhecimentos e interesse, mas a troca de experiência entre eles ocorreu o tempo todo, por meio da interatividade e ensino colaborativo.

Notamos também que o pilar decomposição ajudou os estudantes a entenderem tópicos científicos complexos, ao dividi-los em partes menores e mais fáceis de compreender, permitindo a assimilação gradual do conhecimento, possibilitando a ligação de conceitos, as relações entre as partes e como essas partes menores se encaixam no contexto geral, proporcionando ao estudante uma compreensão mais profunda e integrada do objeto de conhecimento.

Evidenciamos nesse contexto que uma das potencialidades do pilar decomposição no Ensino de Ciências é: ao decompor o objeto de conhecimento, o estudante assimila e associa conhecimento embasado aos já adquiridos e planeja a resolução de suas atividades de acordo com seu conhecimento e interesse, por meio de um ensino personalizado. De acordo com Santos (2018), a decomposição simplifica a solução de um problema e, quando este não é decomposto, sua resolução fica mais difícil, por ter que lidar com muitas fases diferentes ao mesmo tempo. Percebemos que o desenvolvimento do pilar decomposição potencializou a produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pelos seguintes motivos:

- Possibilitou uma clareza conceitual, ao permitir que os conceitos gerais do objeto de conhecimento fossem divididos em conceitos menores/específicos e mais compreensíveis. Isso ajudou os estudantes a entenderem cada elemento e componente individual de um circuito elétrico ou eletrônico, antes de abordar o sistema como um todo, até mesmo a diferenciar circuito elétrico de circuito eletrônico num sistema eletrônico.
- Facilitou o ensino progressivo, pois, ao decompor o objeto de conhecimento 'circuito elétrico e eletrônico' em partes menores, os estudantes puderam planejar, de forma a produzir o ensino e aprendizagem progressiva (Moreira, 2008), as atividades de cada subproblema, para produzir os conhecimentos e solucionar o problema maior. Os

estudantes tiveram a oportunidade de começar a resolução dos problemas pelos conceitos mais simples e, gradualmente, avançar para os conceitos mais complexos, à medida que ganhavam compreensão e produziam conhecimento sobre o objeto em estudo.

- Possibilitou aprofundamento nos conceitos, pois, ao dividirem um conceito macro em partes menores, o professor pesquisador e os estudantes participantes puderam aprofundar-se em cada aspecto particular com mais detalhes, para atender às necessidades e dúvidas. Isso permitiu uma exploração mais completa e uma compreensão mais profunda dos conceitos menores.
- Estimulou a criatividade e a capacidade de exploração dos estudantes. Ao compreenderem as partes individuais de um circuito elétrico ou eletrônico, os estudantes puderam experimentar e explorar diferentes combinações e configurações, protótipos virtual e manual de circuitos e simulação, concomitantemente, dos circuitos, para perceber se as ligações funcionavam corretamente. Isso estimulou a criatividade e o pensamento crítico, à medida que os estudantes descobriam novas maneiras de aplicar os conceitos aprendidos. Logo, a decomposição desempenhou um papel crucial na produção do OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, facilitando a compreensão, a personalização e a aplicação dos conceitos por parte dos estudantes.

Em resumo, percebemos que o desenvolvimento da decomposição na produção de OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências favorece o ensino personalizado, possibilita ao estudante focar em conceitos específicos ao mesmo tempo em que aborda a complexidade do conceito, possibilita ao professor perceber as fragilidades e potencialidades do estudante mediante o objeto de conhecimento proposto e planejar atividades que possam atender às necessidades individuais de cada um, oferecendo intervenção adicional quando necessário, e desafia os estudantes mais avançados na potencialização de seus conhecimentos. O professor deixa de ser um mero transmissor de conceitos e passa a atuar como facilitador e mediador de todo o processo de ensino-aprendizagem do sujeito protagonista – estudante.

#### **4.2 O Reconhecimento de Padrão na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências**

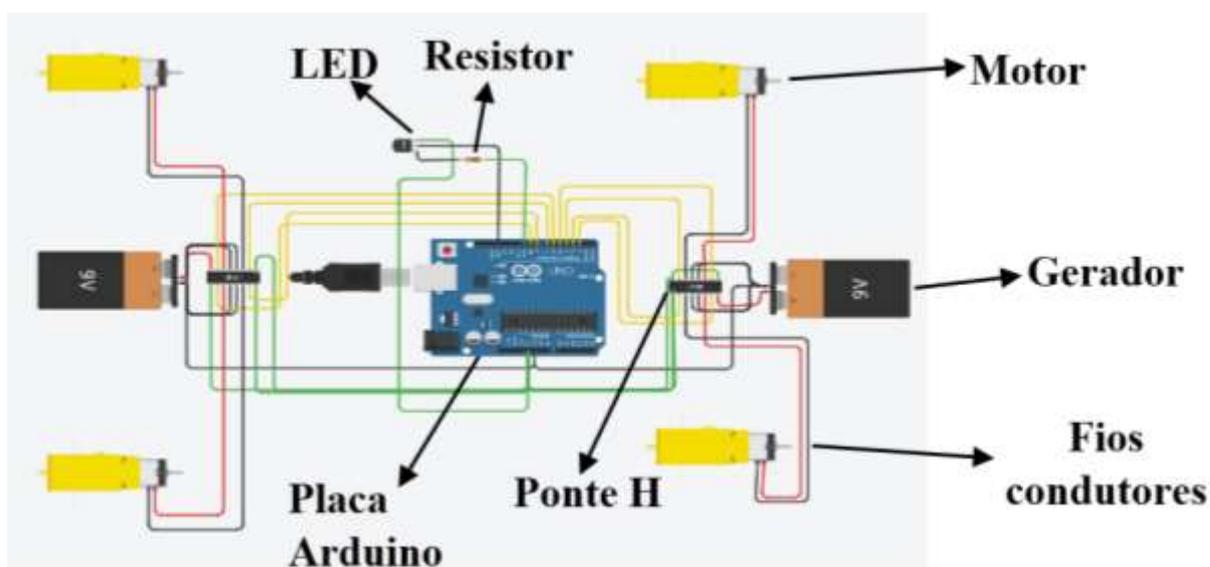
Nesta categoria apresentamos as potencialidades evidenciadas que o desenvolvimento do pilar reconhecimento de padrão proporcionou durante a produção de um OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências.

De acordo com Brackmann (2017) e Liukas (2015), após decompor o problema inicial em subproblemas, é possível encontrar um certo padrão de características entre eles, permitindo a rápida resolução do problema inicial, uma vez que se pode fazer o uso de soluções obtidas em outros problemas e utilizar as experiências já vivenciadas. Conforme apresentado no capítulo do embasamento teórico, este pilar é exemplificado por Brackmann (2017), por meio da identificação de similaridades entre raças de cachorros.

A seguir exemplificamos o desenvolvimento de reconhecimento de padrão ao produzir um OA sobre circuito elétrico e eletrônico por meio das seguintes atividades: a pesquisa sobre os conceitos básicos de circuito, o protótipo e simulação virtual de um circuito no Tinkercad; a montagem física de um circuito; e a programação no Arduino IDE.

Para as atividades práticas da prototipagem de um circuito no *software* Tinkercad, os estudantes acessaram o *software* por meio dos *chromebooks*. Na área de projetos do *software* Tinkercad, cada um pôde identificar os elementos e componentes básicos de um circuito, selecionando os que julgavam ser elementares para a prototipagem do circuito, atendendo a BNCC (Brasil, 2018), ao propor que o Ensino de Ciências possibilite um novo olhar sobre e façam escolhas e intervenções conscientes pautadas nos princípios da sustentabilidade e da cultura digital. Os estudantes que apresentavam dificuldades em saber quais elementos e componentes utilizar recorriam aos seus registros no caderno de campo ou buscavam em repositórios assistir a videoaulas para relembrar. Na Figura 31, mostramos os elementos e componentes básicos utilizados pelo E07, ao prototipar o circuito virtual.

**Figura 31:** Elementos e componentes básicos utilizados na prototipagem do circuito virtual do E07.



Fonte: Material coletado na pesquisa (2023).

Note-se que o protótipo do circuito do E07 possui fios condutores, geradores, resistor, placa Arduino, entre outros, no qual ele utilizou os elementos, componentes e a quantidade de acordo com o tipo de ligação escolhido por ele. A partir dessa atividade prática, em que os estudantes criaram vários protótipos de circuitos, perceberam que as ligações podem ser diferentes, como, por exemplo, o circuito elétrico para uma LED, de um semáforo, de um carrinho de controle, entre outros, no entanto, com características semelhantes, saindo do que Moreira (2020), chama de paradigma do livro e passando a utilizar os laboratórios e a experimentação não por obrigação, mas sim como ferramentas tecnológicas para desenvolver o pedagógico.

No PC, estas características são chamadas de padrões. Quando os estudantes conseguiram identificar um padrão de circuito elétrico para um determinado local, selecionando os principais elementos e componentes de ligação desse circuito, eles puderam prototipar outros, seguindo o padrão, alterando os elementos e componentes elétricos e eletrônicos do circuito.

Nesta atividade, os estudantes percebem que a interconexão dos elementos e componentes de um circuito possibilita ou não o funcionamento de um sistema eletrônico. Qualquer elemento e componente elétrico conectado fora do lugar certo do circuito dificulta a passagem da corrente elétrica e, por consequência, o não funcionamento do circuito eletrônico. Nos excertos abaixo evidenciamos parte desse reconhecimento de padrão:

- E02: Você tem que montar o circuito certinho. Você não está sabendo nem montar.  
E06: Eu vou fazer um circuito pra acender uma LED (risos).  
E09: Eu fiz o meu só com um motor e uma bateria. Oia aqui pra vocês ver...  
E15: Uau, que massa! Só vai ligar se você apertar no botãozinho de ligar. Qual é o nome mesmo?  
E04: Não vai funcionar mesmo se vocês não conectar na bateria, né, gente (risos). Como vai ter energia pra funcionar no circuito?

Percebemos que, ao desenvolver o pilar reconhecimento de padrão nessa atividade, os estudantes reconhecem o padrão ‘conexão e quantidades dos elementos e componentes no circuito’, identificando a função e importância destes na ligação e no funcionamento da corrente elétrica no circuito.

Outro momento que destacamos como reconhecimento de padrão ocorreu ainda nesta atividade de prototipagem e simulação do circuito virtual no *software* Tinkercad, no momento em que os estudantes tiveram que utilizar resistores no circuito elétrico. Foram criados e simulados alguns protótipos de circuito nessa atividade no *software* Tinkercad: circuito com

LED e circuito de um semáforo, nos quais tiveram que utilizar resistores para limitar a corrente elétrica no circuito, para não queimar o LED. Mas qual resistor utilizar? Nos excertos abaixo, mostramos esse momento de discussão e reconhecimento de padrão:

E12: Mas não tem outro com a listra marrom, preto e vermelho. O E09 não tá achando. Deixa eu ir lá pegar outro.

E07: Tem da lista marrom, preto e preto. Usa um desses mesmo aqui, ó. Por causa que ele...

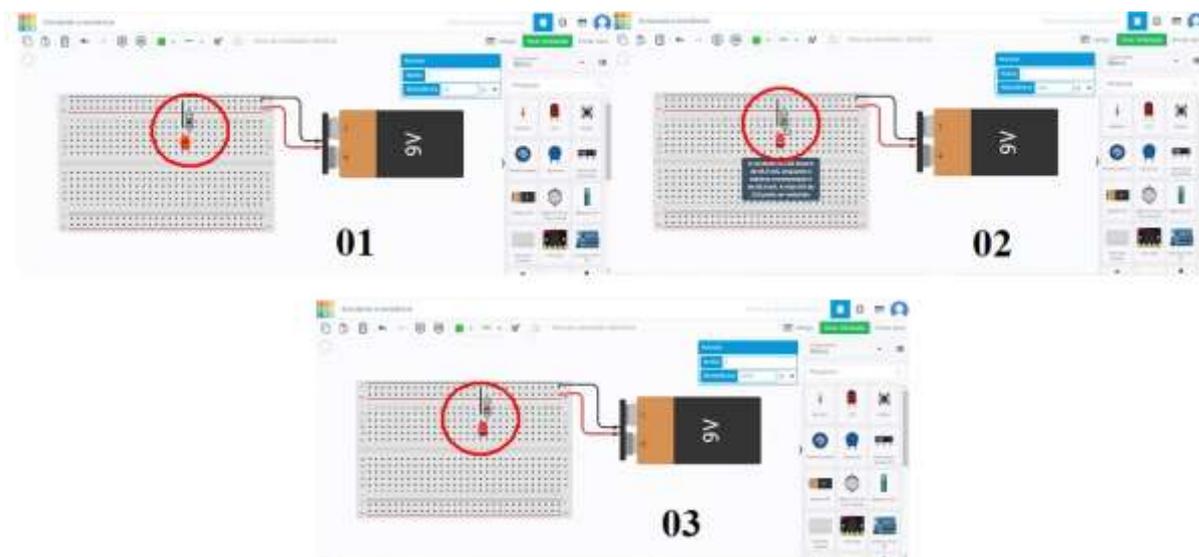
E12: Por que tem que ser justamente marrom, preto e vermelho mesmo?

E02: Por causa da resistência, lembra?

E12: Ah, sim, verdade. Então vamos simular lá no Tinkercad pra ver qual vai dar certo, né, senão vamos ter que ver com o professor pra comprar outros.

Na busca por saber qual resistor utilizar nestes circuitos, os estudantes começaram a fazer simulações no *software*, aumentando e diminuindo a resistência do resistor e observando o que acontecia. Eles perceberam e reconheceram que os resistores apresentam cores diferentes e que essas cores se referem à resistência. Na Figura 32, apresentamos alguns testes realizados pelo E09.

**Figura 32:** Simulações da resistência do resistor no software Tinkercad testado pelo E09.



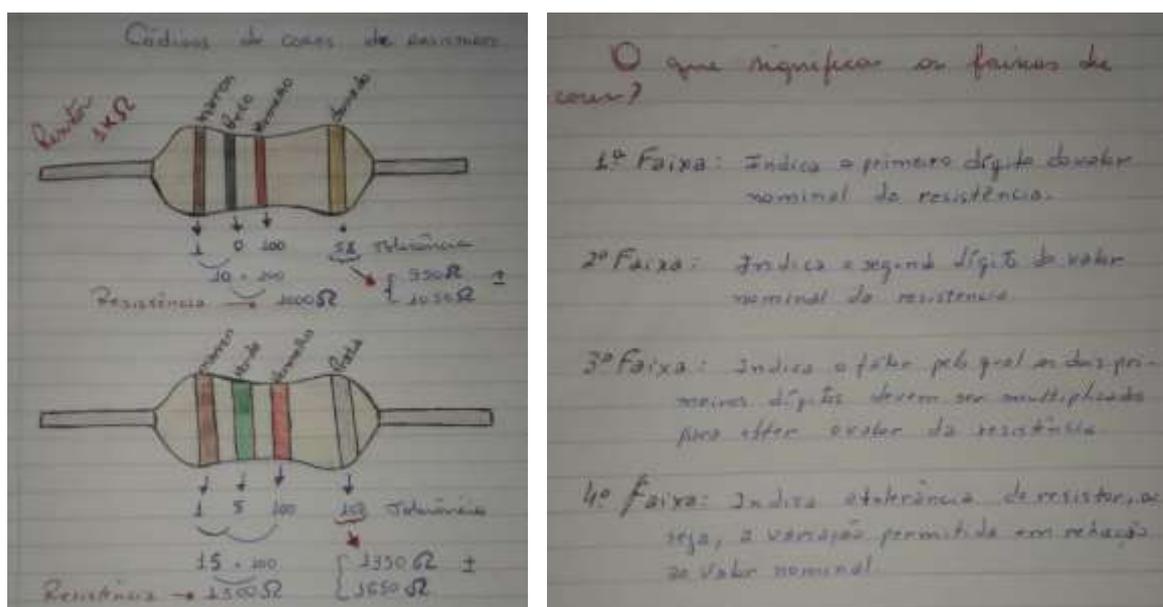
Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

De acordo com as observações e registro no diário de bordo do professor pesquisador, ao simularem no Tinkercad, os estudantes visualizaram a mudança de cores no resistor, associando as cores à capacidade do resistor em oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica.

Ao realizarem essa atividade, os estudantes concluíram que: o resistor era fraco para o LED (imagem 01 da Figura 32), uma vez que apareceu uma bomba no LED, e se utilizassem esse resistor num circuito manual, o LED iria queimar. Para eles, o resistor utilizado na simulação (imagem 02 da Figura 32) poderia ser utilizado, mas, pelo fluxo ordenado de cargas elétricas permitidas pelo resistor ao LED, tornaria a vida útil do LED mais curta. Por fim, chegaram à conclusão de que o resistor da simulação (imagem 03 da Figura 32) seria o ideal para utilizar no LED vermelho, que permitiria de forma correta a passagem de corrente elétrica suportada pelo LED. Os estudantes identificaram a voltagem da bateria (9 volts), com corrente de 120 mA, e o LED era de 1,8 volts, com corrente máxima de 20 mA. Logo, o LED não suportaria a corrente elétrica enviada pela bateria, necessitando de um resistor de  $1000 \Omega$ .

Diante das descobertas dos estudantes nessa atividade, eles associaram que as faixas de cores nos resistores são utilizadas para indicar o valor nominal da resistência e sua tolerância, e que cada cor representa um número específico de acordo com o código de cores dos resistores. Evidenciamos essas informações no caderno de campo registrado pelo E08.

**Figura 33** - Informações sobre ‘código de cores de resistor’ registrado pelo E08.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Por meio da pesquisa e registro no caderno de campo, os estudantes participantes descobriram que, de acordo com o código de cores, as duas primeiras faixas indicam os dois dígitos iniciais da resistência, enquanto a terceira faixa indica o múltiplo (1, 10, 1000) que devemos multiplicar pelos dois primeiros dígitos. A última faixa indica a pureza ou o grau de

tolerância, em porcentagem, que a medida da resistência pode divergir do valor teórico designado para aquele resistor. Essa compreensão está evidenciada nos excertos abaixo:

E15: Não, eu vou fazer igual o E02. Você usa um resistor, E02?

E02: Com certeza. Ele é um dos principais componentes para controlar a corrente elétrica.

E15: E02, deixa eu só dar mais uma olhadinha no seu negócio. Mostra aí para eu ver um negócio do seu. Cadê seu resistor? Ele usou o resistor no I. Na quarta... No quarto buraco.

E08: E02, como foi que você conseguiu mudar o seu de cor? (referindo-se à cor das faixas do resistor).

E02: É só apertar aqui. (referindo-se à simulação da resistência).

E06: Mas como vamos saber qual deles usar? Tem tantos tipos, né? Tantas cores...

E08: Vamos utilizar este... (indicando o de 1000  $\Omega$ ), pois, se ligarmos um LED direto no 5 volts fornecido pelo Arduino, ou nos 9 volts da bateria, ele vai queimar. Veja aqui, ó! (mostra os testes na simulação).

Outra evidência do pilar está na montagem de forma manual do circuito no carrinho controlado por dispositivo móvel, pois os estudantes manusearam e utilizaram os elementos e componentes básicos do circuito: placa Arduino, placa *protoboard*, ponte H, motores, bateria 9 volts, módulo *bluetooth*, resistores, interruptores e, como condutores de energia, utilizaram *jumpers*<sup>8</sup> macho x macho, macho x fêmea, fêmea x fêmea e outros fios bons condutores.

Ao desenvolverem o reconhecimento de padrão nessa atividade, os estudantes relacionaram corrente e tensão em resistores e compreenderam que os códigos de cores dos resistores são utilizados para representar visualmente a resistência elétrica dos mesmos. Nos excertos abaixo evidenciamos essa descoberta dos estudantes, que caracterizamos como padrão reconhecido ao saber qual resistor usar juntamente com a módulo *bluetooth*.

E02: Oia aqui. Antes da gente conectar nosso módulo no Arduino, é importante nós saber que, apesar dele aceitar 5 volts para sua alimentação, o *bluetooth* funciona com a tensão máxima de 3.3V, e o Arduino fornece em suas portas 5V. Tá vendo aqui? (mostra na placa Arduino e no módulo *bluetooth* para os colegas).

E08: Ah, então é preciso a gente fazer uma quebra de tensão, né? Já sei como faz. A gente vai precisar de dois resistores de 1K $\Omega$ . Lembra que o resistor serve para limitar a corrente elétrica?

E09: Verdade, E08. Aí, com esses baguizinhos que você disse, a tensão ficará em 2,5V, né?

E08: Isso aí. E temos que ver que o pino VCC do Módulo deve estar conectado nos 5V da *protoboard*, o pino GND no GND, o pino TXD na porta RXD e o pino RXD deve estar conectado a dois resistores de 1K $\Omega$  e na porta TXD do Arduino, como vimos lá no vídeo tutorial.

E15: Deixa eu ver se o meu tá assim como você disse. Peraí. Onde mesmo que tem que tá o pino VCC?

E07: Não pode esquecer que, de acordo com o tutorial, um dos resistores deve tá no GND da *protoboard*.

---

<sup>8</sup> O *jumper* é um pequeno condutor utilizado para conectar dois pontos de um circuito eletrônico.

Ao reconhecer o padrão entre os resistores utilizados, foi possível acelerar o processo de solução dos demais subproblemas do nosso objeto de estudo. Como afirma Brackmann (2017), o reconhecimento de padrão é uma forma de resolver problemas rapidamente, fazendo uso de soluções previamente definidas em outros problemas e com base nas experiências anteriores. Por meio do reconhecimento de padrões, é possível auxiliar a resolução de problemas e reproduzir esta resposta em cada um dos subproblemas, caso haja afinidade; quanto mais padrões se consegue descobrir, mais eficiente e rapidamente a solução é encontrada.

E15: Deixa eu montar. Deixa eu ver aqui. Vou montando os que..., ah, preciso do resistor. Cadê o resistor? Nós vai usar?

E02: Esses dois azuis aqui, ó. São conectados no motor, né?

E15: E02, cadê o resistor?

E09: É... Vai conectado nesses daqui.

E15: Cadê os resistor?

E06: O resistor num é quando tem a parte do LED? O nosso não vai ter LED.

E09: Sim, nós pode tirar o LED, enquanto isso.

E15: Então, nós não vai precisar.

E08: Eles acabaram descobrindo que eles tinham que colocar o resistor.

E15: Mas preciso do resistor. E desse negócio aqui. Que eu não sei o que que é.

E02: É aqui, ó, tá aqui, ó. Não precisa conectar agora não. Vamos conectar os fios primeiros.

E15: Já acabou os fios, só precisava do resistor também, ó. Os outros fios são tudo da placa azul, que o E08, tá usando. Tem que seguir o negócio, agora a gente pula um que é o do resistor, mais três até a quatro. Cadê o negociinho aqui, um, dois, três quatro? É aqui.

E09: Esse aqui é conectando um LED, a gente não vai conectar LED...

PP: Os resistores estão na sacolinha, se for precisar...

E08: Isso, do resistor. Aí a gente tinha de colocar ele. Por isso que não estava dando certo.

E15: Não, eu vou fazer igual o E02. Você usa um resistor, E02?

E08: Com certeza. Ele é um dos principais componentes.

E15: E02, deixa eu só dar mais uma olhadinha no seu negócio. Mostra aí. Mostra aí, E02, para eu ver um negócio do seu. Mostra aí. Cadê seu resistor? Ele usou o resistor no I. Na quarta... No quarto buraco.

Ao identificar que os resistores apresentam capacidades de limitar corrente elétrica diferenciadas, pelas cores de códigos neles contidos, os estudantes puderam escolher os demais componentes do circuito de acordo com os resistores que estavam disponíveis para a montagem do circuito.

Outro reconhecimento de padrão foi desenvolvido na seleção da bateria (fonte geradora de energia) que seria utilizada no circuito. Com os conceitos de cada componente do circuito, buscaram definir qual seria a voltagem do gerador de energia que teria a capacidade de movimentar os motores e fazer o carrinho andar, controlado por um dispositivo móvel. Nas

atividades de montagem e prototipagem do circuito, os estudantes demonstraram esses conhecimentos, por meio dos excertos:

- E02: Ah, essa bateria é bem boa.  
 E08: Só tem um problema. Ela é de 1,5 volts. Eu tô achando que a de 9 volts não vai suportar o carrinho. Principalmente quando via *bluetooth*.  
 E02: Eu não tenho nem carregador.  
 E12: Porque na hora ele vai desligar. Então, não vai passar a corrente elétrica, né?  
 E08: Talvez tá faltando algumas conexões daqui, por isso que não tá dando.  
 E07: Mas será que a bateria está aguentando.  
 E01: É muito fácil. Você coloca 9 volts.  
 E07: Mas ele está usando pilha e as duas pilhas são 9 volts.  
 E09: Uma pilha não chega a 9 volts. Qual tamanho da pilha dele que está a usar mais ou menos?  
 E07: Pode ser o mesmo não, só pega um volt.  
 E02: Você vai olhar lá para ver se esses fiozinhos estão conectados correto no GND.

Percebemos, nas falas dos estudantes, o padrão sendo reconhecido por meio da capacidade do gerador, que nesse caso deles é a bateria/pilha. Os volts da bateria são um padrão que eles levaram em consideração ao perceber o mau funcionamento do circuito. Diante desse problema (o não funcionamento do circuito corretamente), os estudantes buscaram mais informações sobre o elemento bateria/pilha, para descobrir e sanar o erro. Testaram novas baterias com voltagem, amperes e marcas diferentes, solucionando o problema. O professor pesquisador trouxe algumas informações durante os momentos de minilições, para facilitar e mediar essa fase do desenvolvimento do OA:

**Quadro 19:** Informações do professor pesquisador.

Vejam aqui, pessoal! Na placa Arduino tem essa porta de alimentação, que é a 5V. Se nós não tivermos outra fonte de alimentação, podemos alimentar a placa com essa porta mesmo, ok? Temos também essa outra, a Ativa 5V, que é o *jumper* responsável por regular a alimentação da Ponte H. Caso o *jumper* esteja conectado, a alimentação deve ser de 6 a 12V, nesse caso uma bateria de 9V já resolveria essa parte. Se o *jumper* está desconectado, é preciso utilizar a porta que fornece 5V do Arduino, porém é necessário se atentar à tensão do motor utilizado e à corrente, caso contrário o Arduino pode queimar. Também existe essa outra forma para alimentarmos nossa Ponte H: podemos utilizar uma bateria de no mínimo 7 e no máximo 12V e alimentar a placa Arduino, e utilizar a porta Vin para alimentar a Ponte H.

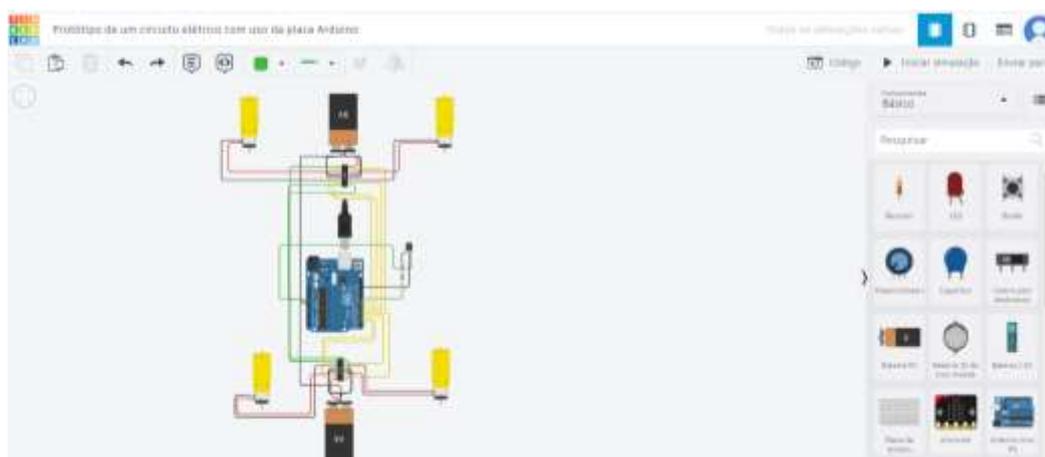
Ah, só não podemos esquecer que a porta Vin fornece a mesma tensão que é recebida pelo pino de alimentação externo, ou seja, se a fonte for de 9V, a saída no pino Vin será 9V, por isso é necessário manter o *jumper* Ativa 5V conectado. Nossos motores DC suportam de 3 a 6 volts, porém eles não funcionam corretamente se usarmos a porta que fornece 5V do Arduino, dessa forma, não é recomendado o uso da porta para esses motores.

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Após a busca de informações, a testagem e a minilição, os estudantes chegaram a um consenso sobre a fonte de alimentação que usariam no circuito: a bateria de 9V, alcalina – por apresentar melhor duração e custo-benefício e atender à voltagem do circuito.

Voltando à primeira atividade apresentada, os estudantes aplicaram os conhecimentos e simularam o funcionamento do circuito, alterando elementos (resistor e bateria) e componentes (placa Arduino e ponte H), observando as relações entre esses componentes e os resultados no circuito, e criaram o protótipo do circuito do carrinho. Na Figura 34, representamos o protótipo do circuito desenvolvido pelo E07:

**Figura 34:** Protótipo do circuito elétrico e eletrônico no software Tinkercad do E07.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Ao prototipar o circuito elétrico no *software* Tinkercad, os estudantes manusearam os elementos e componentes básicos: bateria 9V, motores DC, ponte H, resistores, interruptor, placa Arduino Uno, placa *protoboard* e fios, de forma a reconhecer os padrões de uso e o funcionamento de cada componente, para compor o todo do circuito. Na prototipagem e simulação virtual e na montagem manual do circuito, o reconhecimento de padrão é manifestado quando os estudantes conseguem definir os elementos e componentes a serem utilizados. Os excertos a seguir demonstram os elementos e componentes que foram utilizados no protótipo do circuito virtual e manual.

E09: Então, aqui são os componentes que a gente usou para fazer o carrinho. A gente usou a placa Arduino, a bateria, a placa de ensaio. Os botões para ligar e desligar o motor. E a bateria, os motores também para conectar junto com a ponte H e os *jumper*s para conectar junto com a placa de ensaio, junto com as placas Arduino. Aqui foi a montagem do cabo para força do interruptor para ligar junto com a placa de Arduino. E ali é o *bluetooth* que a gente conectou junto com a placa de ensaio para fazer o carro andar. Por causa que, pra fazer a conexão do aplicativo, do celular, para o *bluetooth* que já vai conectar.

E08: A gente vai ter que usar só uma bateria. Não tem como usar duas baterias, não. Porque essa bateria 9V, ela já é potente.

E11: Ah, vamos usar dois motores mesmo, né? Vamos colocar eles na parte de trás do carrinho, pra dar melhor impulso. O que vocês acham?

Percebe-se que, ao selecionarem os componentes e elementos do circuito e a quantidade de motores, voltagem das baterias, capacidade do resistor e os fios que são melhores condutores de energia a serem utilizados na montagem do circuito, bem como a posição que cada componente vai utilizar na produção desse OA, os estudantes simplificaram a solução do problema, empregando os conhecimentos e conceitos e relacionando as características e função de cada componente de circuito. Logo, quanto mais padrões se encontrar, de modo mais dinâmico e rápido a macrossolução é encontrada (Brackmann, 2017).

O reconhecimento de padrões também permitiu a personalização do ensino, adaptando de acordo com as necessidades individuais do estudante, pela qual identificamos lacunas no conhecimento e buscamos exercícios específicos para fortalecer essas fragilidades do estudante (minilições). Ao incorporar tecnologias educacionais inovadoras, é possível criar uma experiência de ensino envolvente e personalizada, preparando os estudantes para os desafios do mundo real no campo da engenharia elétrica e eletrônica. Salientamos que o desenvolvimento do reconhecimento de padrão desempenha um papel importante no ensino de circuitos elétricos e eletrônicos e potencializa a compreensão e a aplicação prática dos conceitos fundamentais.

Percebemos que o reconhecimento de padrão é um pilar do PC que desempenha um papel significativo na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, por algumas razões:

- Permitiu que os estudantes identificassem relações semelhantes entre os diversos elementos, componentes, funções e fenômenos em circuito elétrico e eletrônico. Isso ajudou na compreensão de como os sistemas eletrônicos funcionam e interagem entre si na ligação do circuito.
- Proporcionou aos estudantes a simplificação da complexidade de variedade de elementos, componentes e interações complexas entre eles, permitindo que os mesmos identificassem e entendessem as regularidades e estruturas subjacentes de cada elemento e componente selecionado para ligação do circuito do carrinho.
- Proporcionou a resolução de problemas com mais eficácia, ao possibilitar que os estudantes identificassem rapidamente semelhanças entre problemas previamente resolvidos e novos desafios. Isso facilitou a aplicação de soluções conhecidas a novos contextos: capacidade da bateria e resistência do resistor por meio dos códigos de cores.

Em resumo, o reconhecimento de padrões foi importante na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pois ajudou os estudantes a compreenderem a complexidade dos sistemas, prever comportamentos e resolver problemas, contribuindo assim para uma

compreensão mais profunda e eficaz dos conceitos e princípios envolvidos na resolução dos subproblemas e problema maior.

### **4.3 A Abstração na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências**

O terceiro pilar do PC, definido como abstração, é considerado por Wing (2008) um dos principais pilares, pois consiste na separação de fatos que são importantes para a resolução do problema inicial e a exclusão de fatos que não afetam a resolução do problema. Logo, a abstração envolve a capacidade de simplificar um problema, removendo detalhes irrelevantes e se concentrando apenas nas informações essenciais.

Nesta categoria, evidenciamos as potencialidades que o desenvolvimento do pilar abstração proporciona no Ensino de Ciências ao se produzir um OA sobre circuito elétrico e eletrônico. Buscamos analisar as atividades do curso ODATIP que estavam relacionadas aos conceitos sobre circuitos elétrico e eletrônico, os elementos e componentes básicos de um circuito, a prototipagem virtual de um circuito no *software* Tinkercad e a montagem manual de um circuito.

Durante a realização do curso, foram utilizadas estratégias de ensino que incluíram os conceitos, os elementos e componentes básicos de um circuito, prototipagem e simulações computacionais de um circuito e a montagem manual de circuito. A abstração facilitou a identificação de conceitos-chave relacionados a circuito, aos elementos e componentes básicos que o compõem, uma vez que proporcionou a eliminação de detalhes irrelevantes para a resolução dos problemas ‘montagem virtual e manual de um circuito’. Os estudantes focaram nos elementos e componentes fundamentais dos circuitos, descartando inicialmente detalhes menos relevantes.

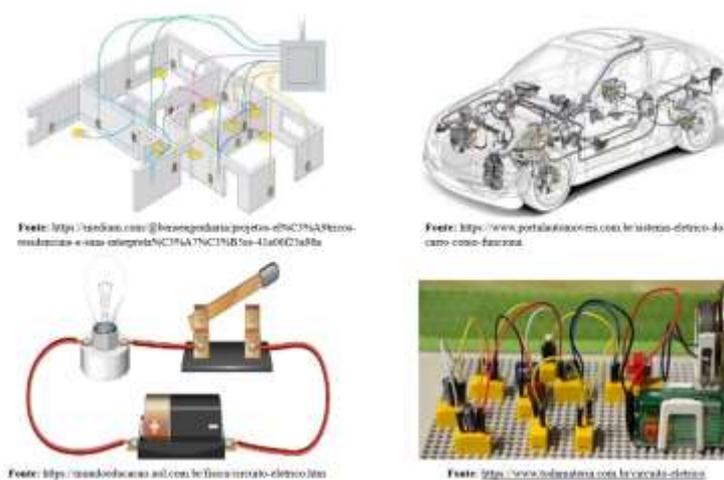
O assunto ‘circuito elétrico e eletrônico’ é um dos objetos de conhecimentos propostos pela BNCC, por meio das habilidades EF08CI02: Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais, para as turmas de 8º ano do EF no componente curricular de Ciências da Natureza; e EM13CNT107: Realizar previsões qualitativas e Eletrostática (eletrização por atrito, quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade, contato e

indução) e Magnetismo (campo magnético; bússola; eletroímã), para turmas do EM no componente curricular de Física.

Ao abordarmos sobre circuito, são diversos os conceitos, tipos, elementos, componentes e aplicabilidade. Neste caso, o desenvolvimento da abstração contribuiu na resolução do nosso problema maior – ‘montagem de um circuito para controlar um carrinho por meio de dispositivo móvel’ –, ao possibilitar a seleção dos conceitos, elementos e componentes que seriam necessários para a ligação do circuito.

Ao planejar a pesquisa para buscar informações sobre circuito elétrico e eletrônico e seus elementos e componentes, os estudantes descartaram detalhes que não são necessários e concentram-se em aspectos mais relevantes para a solução do problema, fato esse definido por Liukas (2015) como abstração. Consideramos aqui como detalhes: os diversos tipos de circuitos; os diversos elementos e componentes de um circuito; as cores, tamanhos, marcas dos elementos e componentes; a empregabilidade do circuito – os quais foram deixados de lado para se focar somente no conceito de circuito elétrico e eletrônico e nos elementos e componentes que seriam necessários para fazer o carrinho controlado por um dispositivo móvel. Na Figura 35, apresentamos alguns desses detalhes que foram descartados durante a pesquisa, elaborada pelo professor pesquisador.

**Figura 35:** Detalhes ignorados durante a busca por informações sobre circuito.

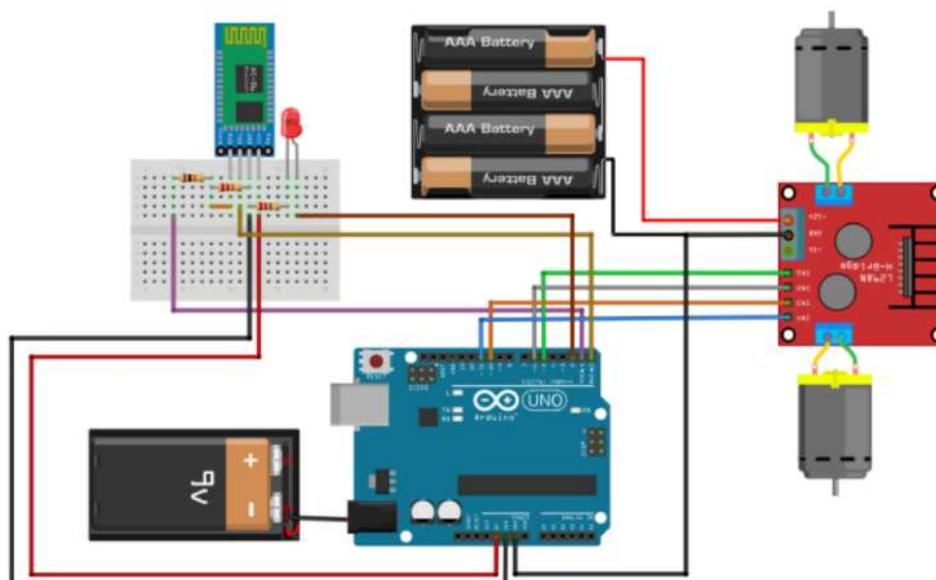


Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Ao se descartarem as características mostradas na Figura 35 (diferentes tipos de circuito e diferentes elementos e componentes utilizados em cada um), os estudantes passaram a buscar

informações sobre os elementos e componentes que seriam necessários para solucionar o problema inicial: construção de um carrinho controlado por dispositivo móvel.

**Figura 36:** Elementos e componentes básicos para o circuito selecionado pelos estudantes.

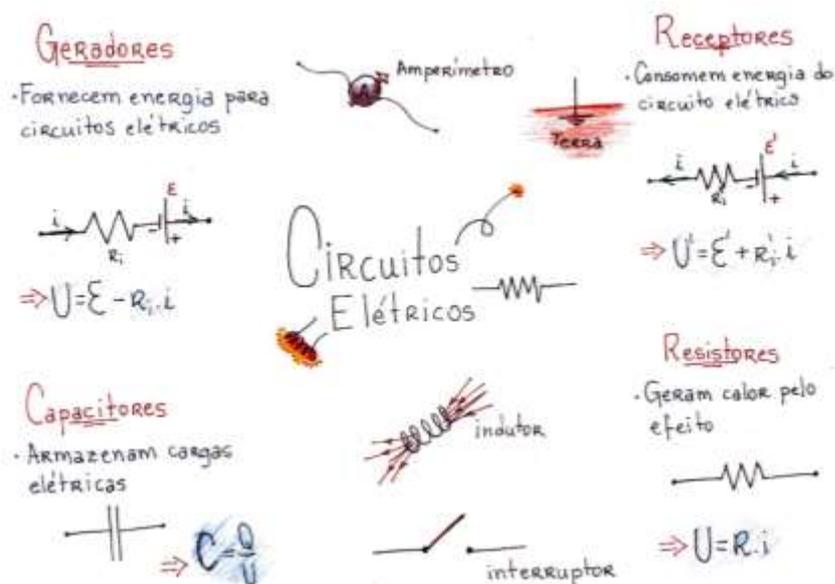


Fonte: Sistema eletrônico de carrinho de controle - <https://blog.eletrogate.com/robo-controle-remoto-por-app/>. Acesso em: 05 ago. 2023.

A partir dessa abstração (seleção dos elementos, componentes e tipo de circuito elétrico e eletrônico), os estudantes passaram a pesquisar os conceitos, funções e importância de cada elemento e componente na ligação desse circuito. Concentraram-se na busca de informações sobre corrente, tensão e resistência elétrica, na capacidade e quantidade necessária de elementos e componentes para o circuito do problema inicial.

Exemplificamos como abstração, nesta atividade de pesquisa, um mapa conceitual sobre o objeto de conhecimento circuito elétrico, em que o estudante seleciona os conceitos para construir seu mapa de forma clara e objetiva, identificando o que é necessário para a compreensão da temática geral. No momento da pesquisa, utilizando *chromebook* e internet, o estudante E11 selecionou o mapa conceitual que apresentamos na Figura 37.

**Figura 37:** Abstração por meio do mapa conceitual sobre circuitos elétricos.

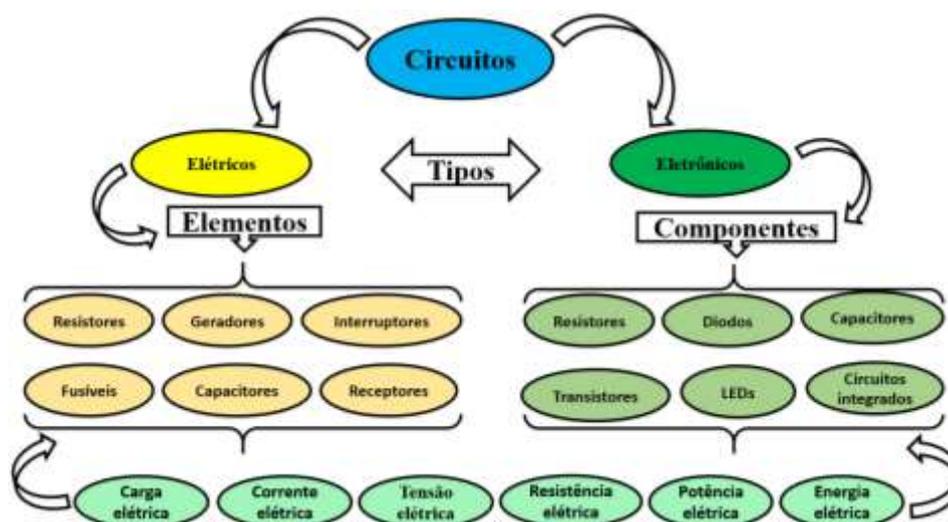


Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuitos-eletricos.htm>. Acesso em: 06 ago. 2023.

Os principais conceitos abstraídos pelo E11 estão apresentados no mapa conceitual da Figura 38. Percebemos a abstração feita pelo estudante, ao escolher um mapa conceitual que apresentasse os principais elementos de um circuito elétrico de forma resumida e objetiva.

Diante das informações coletadas pelos estudantes, o pesquisador organizou (para a escrita deste trabalho) uma estrutura que evidencia a abstração do objeto de conhecimento, o que, em sua visão, contribuiu e potencializou o Ensino de Ciências aos estudantes envolvidos. Apresentamos essa evidência do desenvolvimento da abstração na Figura 38:

**Figura 38:** Abstração do objeto de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico.’



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

No ponto de vista do pesquisador, de acordo com sua observação e anotações no seu diário de bordo, para a resolução do subproblema ‘busca por informações sobre circuito, elementos e componentes que o compõem e as grandezas físicas’, os estudantes buscaram desenvolvê-lo por meio do pilar decomposição, quebrando em pedaços menores, o que, para Brackmann (2017), proporciona melhor compreensão. Isso ajudou a construir uma compreensão mais profunda do funcionamento de cada componente e como eles se relacionam para formar o circuito como um todo. Essas informações foram revisitadas a todo momento no decorrer da produção do OA.

Outra atividade em que evidenciamos o desenvolvimento da abstração foi no momento da prototipagem virtual do circuito no *software* Tinkercad. Os estudantes tiveram acesso aos elementos e componentes básicos de um circuito disponibilizados no *software* Tinkercad. De forma bem descontraída, eles prototiparam e em seguida simularam para testar o funcionamento do circuito, descartando e substituindo alguns elementos e componentes que não correspondiam ao circuito proposto. Os estudantes se concentraram nos conceitos de corrente, tensão, resistência, lei de Ohm, sem se preocuparem com a implementação física dos componentes. Nos excertos a seguir, evidenciamos esse momento nas falas dos estudantes participantes:

E15: Agora eu vou pegar essa placa. Que eu não sei onde pega. Qual que é o nome dessa placa mesmo? Ah, lembrei, placa de ensaio. Ele já veio conectado.

E08: Não, tem desse jeito e o outro também, *pow*.

E09: Tá vendo isso? O Arduino está rodando aqui. O Arduino está alimentando aqui a placa *protoboard*.

E02: Olha, o fio vermelho tem que ser esse de cima e o fio preto tem que ser o de baixo.

E08: Tipo positivo e negativo, né. O negativo é sempre embaixo. Viu aí que, se for o contrário, dá errado?

E02: Nessa parte aqui, onde faz o controle de velocidade aqui, você pode variar a velocidade de 0 a 255, onde, se for para 255, é a velocidade máxima, é verdade, fica interessante pra você.

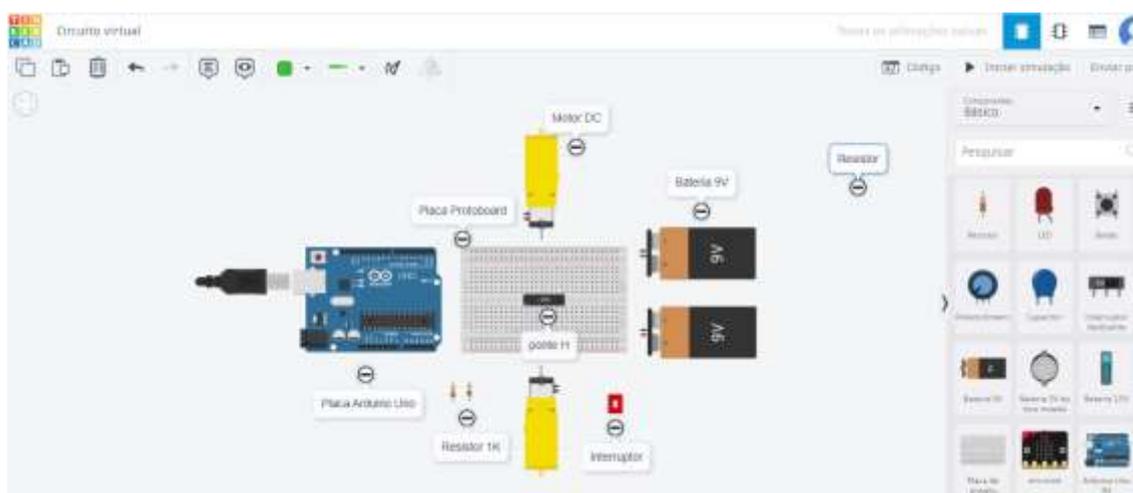
Percebem-se, nas falas dos estudantes, a compreensão e conhecimento na seleção dos elementos e componentes que utilizaram para prototipar e simular o circuito. Os conceitos básicos sobre circuito elétrico são empregados para que ele funcione com exatidão. Sempre que um componente não correspondia aos comandos que eles consideravam ser a função (no momento da simulação), já se retornava aos conceitos de corrente, tensão, resistência, entre outros, para substituir o componente.

Nesta atividade, percebemos que o pilar abstração potencializou a solução do problema, já que os estudantes, sem se preocuparem se iam danificar os elementos e componentes, pois se tratava de circuito virtual, passaram a selecioná-los por meio da simulação que mostrava se

o circuito estava funcionando corretamente ou apontava onde estava o erro. Assim, eles já iam substituindo e reorganizando as ligações do circuito, tendo sempre as características principais para norteá-los nesse processo (corrente, tensão e resistência elétrica).

Por meio da prototipagem e simulação do circuito no *software* Tinkercad, os estudantes tiveram a oportunidade de testar e ver os resultados (Borba, Souto e Junior, 2022, nomeia essa interação como constructo seres-humanos-com-mídias, ao interagir mídias com humanos), dos diversos componentes e elementos de um circuito elétrico e eletrônico, classificado por Moreira (2020), como ensino por meio da experimentação. Eles se apossaram dos principais conceitos para selecionar os elementos elétricos apresentados por Helerbrock (2024), e os componentes eletrônico de sugeridos por Mattede (2024), que seriam utilizados no circuito do carrinho controlado por um dispositivo móvel de forma aqui virtual, que para Spinelly (2007), estimula o desenvolvimento de capacidades pessoas da imaginação e criatividade do estudante ao realizar esse tipo de atividade. Na Figura 39, apresentamos o protótipo do circuito virtual no *software* Tinkercad do E3.

**Figura 39** - Elementos e componentes selecionados para o circuito virtual.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

De acordo com a prototipagem do E03, percebemos que foram selecionados os elementos e componentes descartando diversas características e detalhes que não eram importantes na prototipagem do circuito, tais como: marca, cores, tamanhos; e dando ênfase aos aspectos importantes para a solução do problema: quantidade, capacidade, resistência, potência e funcionalidade.

Apresentamos, a seguir, evidências do desenvolvimento da abstração ocorrido na montagem manual do circuito no carrinho, de uma maneira diferente da prototipagem virtual.

Enquanto na prototipagem virtual os estudantes são isolados dos aspectos físicos do circuito, na montagem manual permitiu-se que eles interagissem diretamente com os elementos e componentes físicos de um circuito, observando como as conexões elétricas são estabelecidas na prática, selecionando os elementos e componentes principais para o circuito.

Ao montarem um circuito manualmente, os estudantes receberam *feedback* imediato sobre a funcionalidade do circuito. Eles puderam ver se as conexões estavam corretas, se havia curtos-circuitos ou falha em algum elemento ou componente do circuito. Os excertos abaixo demonstram momentos desses *feedbacks*:

E08: Os meus estavam girando muito lento.

E02: Tem que girar mais rápido?

E08: Não. Esse aqui está girando normal. Esse aqui estava girando mais devagar, ó. Aqui nesse código, eu verifiquei. Aqui estava só 11. Eu coloquei o “-11”, que é o que está aqui. Ele está girando na mesma velocidade.

E09: É “-11”? (refere à entrada do fio na placa Arduino).

E08: No meu é “-11”. É por isso que eu estava percebendo que tinha alguma coisa errada. Eu estava sentindo que estava meio lento. Agora está girando com a mesma velocidade.

E08: Não, a do motor não é aqui. Espera aí, não liga não. Está errado. Ainda bem que a gente percebeu que está errado.

E15: O motor eu acho que é no 10. Se eu não me engano. Olha aí, olha aí. Eu acho que é no 10.

E05: Você colocou um interruptor?

Percebemos, nas falas dos estudantes, que, a todo momento, ocorriam os *feedbacks* no desenvolvimento da montagem manual do circuito, proporcionando momentos de discussão e seleção dos elementos e componentes importantes para a resolução do problema proposto. Para Wing (2006), a abstração visa filtrar o que é principal e descartar características dispensáveis na resolução de um problema.

Para a escolha da bateria, os estudantes levaram em consideração a voltagem, capacidade e tamanho da bateria, características que eles consideraram principais para o funcionamento adequado do circuito. Evidenciamos essa abstração quando os participantes escolhem a bateria que seria utilizada no circuito. A seguir apresentamos alguns excertos que evidenciam esse momento de abstração:

E08: Cadê outra bateria de teste? Quero outra bateria de teste.

E07: Aquela bateria ali, o certo era ela vir com carregador próprio. Tem carregador próprio. Porque aquela parte ali não encaixa. Que nem o carregador de celular. Só que essa parte assim, ela vai no encaixe. Mesmo com a bateria. Aí essa outra parte, ela não tem nada. Ela carregava normalzinho.

E02: Não, gente. A gente vai ter que usar só uma bateria. Não tem como usar duas baterias, não. Eu vou escolher a outra bateria aqui. Porque essa bateria 9V, ela já é potente.

E09: Cara, com uma bateria só, eu acho que ficaria bom mesmo.

E01: Eu tô usando só uma bateria mesmo. Oia como tá ficando... Ela já tem a capacidade que nosso circuito vai precisar, gente.

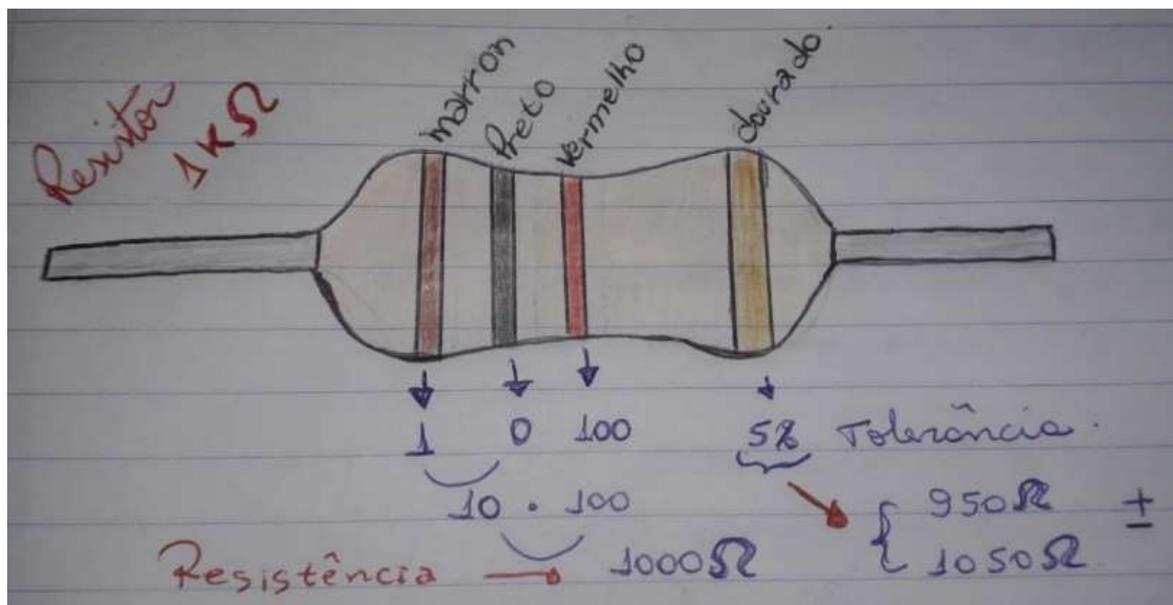
E05: Desliga isso, senão na hora de ligar vai ter acabado a bateria.

E07: É, eu sei. Só estávamos vendo se tem carga ou não na bateria.

Fica evidente, nas falas dos estudantes, que algumas características são consideradas importantes, tais como: quantidade e capacidade da bateria e se ela é recarregável; e descartando outras, como: marca, tamanho, cor. Dessa forma, conseguiram selecionar a bateria de 9V recarregável para ser utilizada no circuito manual, pois com essa potência o circuito funcionaria com carga de energia suficiente para o carrinho se movimentar.

Ao escolherem o resistor para montagem do circuito manual, os estudantes se concentraram apenas nas especificações externas relevantes, como resistência (em ohms), tolerância (em percentual) e potência nominal (em watts), e selecionaram o resistor que conduzia a quantidade certa de corrente elétrica para o módulo *bluetooth*, representado na Figura 40, esquematizada pelo estudante E08.

**Figura 40** – Representação do tipo de resistor utilizado no circuito.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Os estudantes passaram a desconsiderar alguns detalhes externos que julgavam não ser interessantes na escolha dos resistores e focaram nos aspectos que simplificavam a resolução do problema. Diferentemente do pilar reconhecimento de padrão, no qual eles buscavam nos aspectos externos encontrar um padrão para selecionar o resistor a ser utilizado (faixas de cores para encontrar a resistência do resistor), no pilar abstração eles buscaram os conceitos

subjacentes (resistência, tolerância e potência nominal) para solucionar o problema. Eles passaram a observar a capacidade do resistor em Ohms (1K, 2K, 3K, ...), pois já sabiam a limitação do fluxo de corrente elétrica ou a divisão da tensão elétrica que cada um desses resistores oferece.

Na seleção do motor para a montagem do circuito manual, os estudantes observaram a potência do motor e a quantidade de energia necessária para seu funcionamento e a quantidade de motores para fazer funcionar as rodas do carrinho, descartando outros aspectos menos importantes na solução desse problema, como a marca e o tamanho dos motores. Os excertos abaixo demonstram o momento da seleção do motor para compor o circuito manual.

E07: É por causa que vai ser só dois motorzinhos que vai ter só.

E02: Então eu tive uma ideia melhor. Usar só dois motores DC pra cada carrinho. Colocar um no meio aqui e colocar o outro aqui.

E09: É, seria uma boa ideia.

E02: Aí, esse aqui é a roda e esse aqui vai ser o meio maior. Que vai encaixar. Aí ele vai ficar no meio maior.

E06: Ele vai ficar praticamente quase no meio.

E08: Bom que ele é bem simples e barato, vocês viu no *site*? Vai ser fácil pra ligar ele no circuito.

Com essa atividade prática, os estudantes abstraíram que seriam necessários dois motores e que utilizariam motores DC, por serem motores mais simples e receberem uma tensão em corrente contínua, além de serem de baixo custo comercial. Por serem motores simples, facilitaram a ligação do motor no circuito, por meio da soldagem dos fios positivos e negativos nas entradas dos motores.

No momento da ligação dos fios condutores de energia nas placas *protoboard* e Arduino, os estudantes elencaram como características principais o material e a cor dos fios, descartando as demais características. Nesse caso, eles elegeram a cor vermelha para os fios nas entradas positivas e a cor preta para as entradas negativas nos elementos e componentes do circuito, e os fios de cobre, por serem bons condutores de eletricidade. É o que pode ser evidenciado nos excertos abaixo:

E07: Porque, ó, esse *big nightzinho* aqui, se vai ficar pra fora, vai sair o fiozinho. Lembrando que um é pra cima, é o preto, e o outro é o vermelho, né? E o outro lado é inverso.

E08: Não, mas o vermelho vai em um buraquinho e o preto vai em outro, isso?

E07: Porque é um buraquinho, ó. O único preto é o negativo e o positivo é o vermelho.

E05: Ele não precisa ter contato lá. O fiozinho, esses dois fiozinhos que estão lá, um aqui e outro ali, é que vai dar passagem da corrente elétrica daqui, ó.

E07: Então, o preto vai ser o menor, né? O preto é o negativo e o vermelho é o positivo.

E01: Vamos usar esses fio, ó. Eles são de cobre. O único problema é que vamos ter que soldar.

E02: Olha, o fio vermelho tem que ser esse de cima e o fio preto tem que ser o de baixo.

E08: Tipo positivo e negativo, né. O negativo é sempre embaixo.

E09: Esse daqui, ó. É o GND, conectado com a bateria positiva.

Percebemos que montar um circuito manualmente não apenas promove a abstração, mas também fornece uma base sólida para a compreensão dos conceitos elétricos e eletrônicos, complementando as abordagens mais virtuais ou teóricas. Essa experiência prática contribuiu especialmente com os estudantes, pois as evidências apontam para uma aprendizagem significativa por meio da manipulação física e da experimentação na prática. E, de acordo com Mestre (2017), ao abstrair um problema, o estudante está demonstrando que obteve uma nova compreensão do problema proposto. Percebemos que a abstração é um pilar importante do PC na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pois:

- Permitiu simplificar conceitos complexos, tornando-os mais acessíveis para os estudantes (na representação de um circuito elétrico, foi possível abstrair os detalhes técnicos mais complexos e focar nos princípios fundamentais, como a corrente elétrica, a voltagem e a resistência);
- Foi possível criar modelos simplificados de situações do mundo real, que envolviam circuitos elétricos (simular o funcionamento de um circuito elétrico de LED, abstraindo os detalhes técnicos dos elementos e componentes individuais e mantendo os princípios básicos de cada um no circuito);
- Facilitou a criação de OA interativos, nos quais os estudantes puderam experimentar e manipular diferentes elementos e componentes dentro de um circuito elétrico, reforçando os conceitos abstratos, por meio de experiências práticas e visuais no *software* Tinkercad;
- E possibilitou criar diferentes níveis de complexidade ou fornecer *feedback* personalizado com base nas interações dos estudantes com o OA e adaptando para atender às necessidades individuais (ensino personalizado).

#### **4.4 O Algoritmo na produção do OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências**

Por fim, apresentamos nossa quarta categoria, evidenciando o quarto pilar do PC, que consiste na formulação de etapas a serem seguidas com o intuito de propor uma resolução para os subproblemas criados, utilizando como base os demais pilares (Brackmann, 2017). Os algoritmos são conjuntos de instruções que são criados para auxiliar na resolução do problema

(Liukas, 2015). Eles devem ser entendidos como soluções prontas, pois já passaram por todos os processos descritos anteriormente – decomposição, reconhecimento de padrões e abstração (Brackmann, 2017).

Buscamos aqui mostrar evidências do que o desenvolvimento do pilar algoritmo proporcionou ao Ensino de Ciências na produção de um OA sobre circuito elétrico e eletrônico. As atividades analisadas foram desenvolvidas no curso ODATIP e abrangiam quatro momentos: conhecer sobre circuito elétrico e eletrônico; prototipar um circuito no *software* Tinkercad; montar um circuito manualmente; e criar uma programação no *software* Arduino IDE.

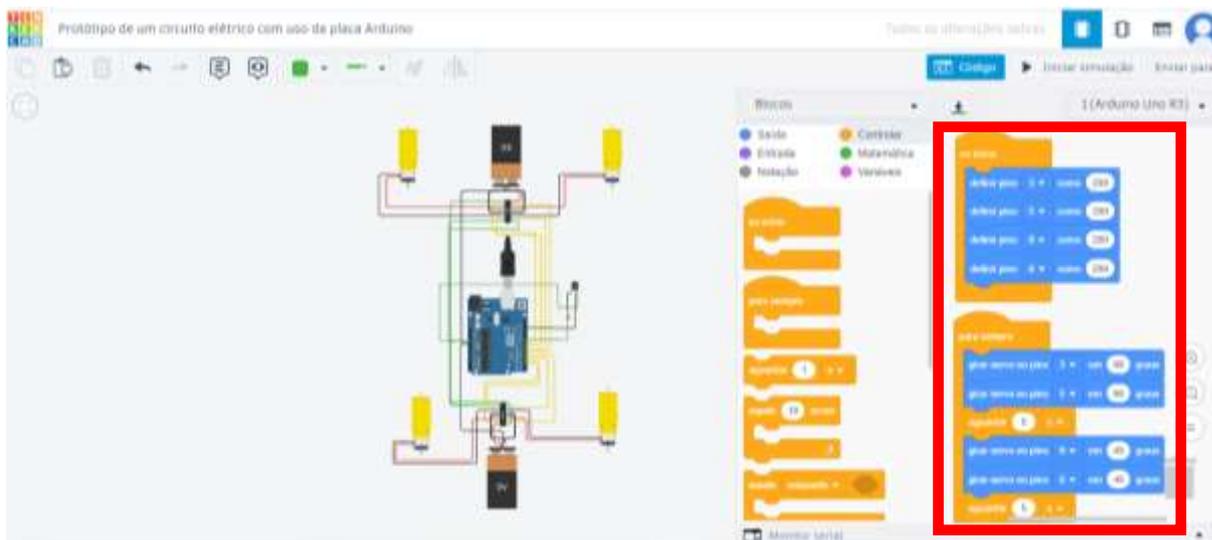
Um dos momentos em que evidenciamos o desenvolvimento de algoritmo está na estruturação do planejamento que os estudantes organizaram, junto com o professor pesquisador no início do projeto, para resolução do problema macro ‘produção de um carrinho controlado por dispositivo móvel’.

Os estudantes, no decorrer do curso, tiveram a oportunidade de trilhar cada uma das etapas por meio do seu planejamento individualizado/personalizado, de forma a resolver os subproblemas de forma colaborativa com os demais estudantes participantes, professor pesquisador, e produzir o circuito do carrinho controlado por dispositivo móvel.

Sendo o algoritmo uma sequência de passos para resolver um problema, evidenciamos, na Figura 41, a presença do desenvolvimento desse pilar. Percebemos que as atividades, quando apresentam sequências bem definidas, possibilitam o desenvolvimento com mais rapidez e eficiência por parte dos envolvidos.

Outro momento em que percebemos o desenvolvimento de algoritmo na produção do OA foi na prototipagem do circuito no *software* Tinkercad, por meio da linguagem de programação em bloco para fazer girar os motores no circuito. Na Figura 42, apresentamos a prototipagem e parte da programação feita pelo E012.

**Figura 41** - Protótipo do circuito e linguagem de programação em bloco no Tinkercad.



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Ao utilizar a linguagem de programação em bloco para simular o funcionamento do sistema eletrônico, os estudantes tiveram a oportunidade de testar os diversos blocos organizando sua própria programação e simulando para ver o que acontecia. Os estudantes puderam testar a velocidade de giro dos eixos dos motores, podendo variar a numeração de velocidade, que podia ir de 0 a 255 em rotação por milhão (rpm) de velocidade, e mover para frente e para trás.

Outro momento em que ficou perceptível o desenvolvimento do pilar algoritmo foi a montagem manual do circuito. Os estudantes puderam manusear os elementos e componentes básicos, já selecionados, de um circuito para montar o sistema eletrônico do carrinho controlado por um dispositivo móvel. Nos excertos abaixo, fica evidenciado o pilar algoritmo criado pelos estudantes no momento da produção do OA.

E08: Eu pego essa bateria, como eu vou trazer os fios lá de casa, eu descasco a ponta dele e meio que enrolo assim que nem pilha, aí enrolo ele assim e soldo. Aí eu boto nos dois lados. Aí, como vai ser fios diferentes, aí eu só enrosco esses fios.

E08: O vermelho conecta no positivo esse aqui e o negativo é esse aqui. O vermelho sempre vem aqui, se o preto vem aqui dá errado.

E09: Esses aqui vai ser conectado na bateria, mas só que a gente vai ter que fazer, a gente vai ter que soldar. E esse daqui, ó, é o GND, conectado com a bateria positiva.

E08: Aqui, olha. Tem dois aqui. Do GND. É dois na bateria. Aqui, olha. Na bateria preto é negativo. O 5V vai... é aqui embaixo. É, mas você vai ter que pegar três fios, na verdade. Para colocar um aqui, outro aqui. Onde você já colocou.

E02: Já ligou, agora vamos fazer funcionar a outra parte e aí já vão ver na parte da programação e aí vamos baixar a programação, eu acho que vamos ter que baixar nesse computador.

Montar um circuito manualmente envolve uma série de passos organizados para garantir que os componentes sejam instalados corretamente e que o circuito funcione conforme o

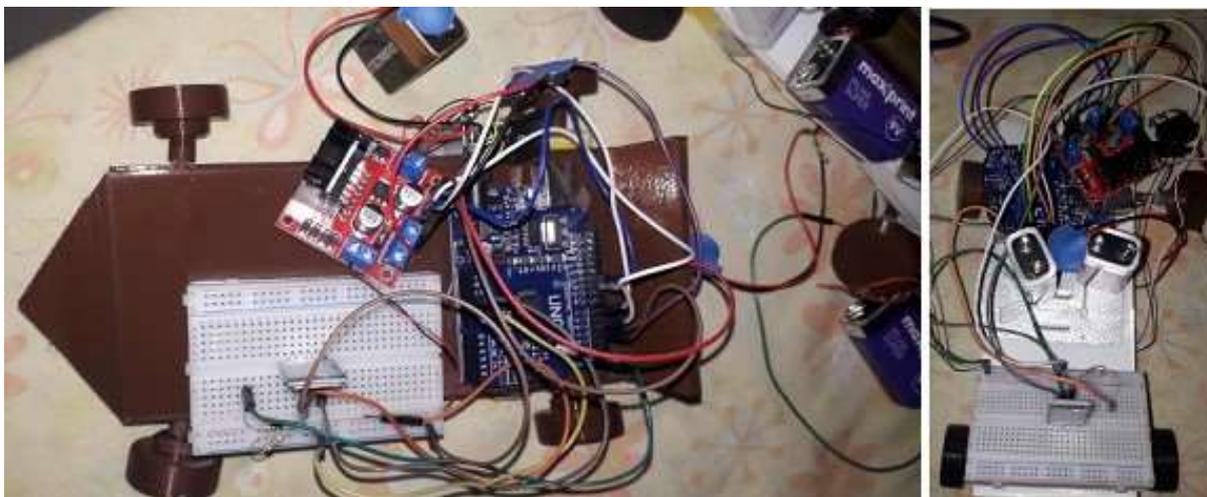
esperado. Vale ressaltar que a atividade de prototipagem virtual no *software* Tinkercad proporcionou momentos nos quais os estudantes assimilaram conhecimentos que contribuíram na montagem manual do circuito, como, por exemplo, a substituição dos elementos e componentes na simulação do circuito.

A seguir, apresentamos um algoritmo básico para a montagem de um circuito manualmente, criado pelos estudantes juntamente com o professor pesquisador, no momento do planejamento das ações para a resolução do problema inicial:

- Identificar os componentes: é necessário que se reúnam todos os componentes necessários para o circuito que contempla um sistema eletrônico de carrinho de controle, sendo eles: resistores, interruptores, bateria, fios condutores, motores, ponte H, placa Arduino, placa *protoboard*, módulo *bluetooth*, máquina de solda, ferramentas de montagem, entre outros que se julgar importantes para a solução do problema.
- Preparar a área de trabalho: é preciso limpar e organizar a área de trabalho onde a montagem do circuito será realizada e verificar se todos os materiais e ferramentas necessários estejam ao alcance de todos.
- Verificar os componentes: é preciso verificar se todos os componentes estão em boas condições e atendam às especificações do circuito, bem como verificar a capacidade dos resistores, a voltagem da bateria, a quantidade de motores, entre outras especificações dos elementos e componentes, para garantir que sejam usados os corretos no circuito.
- Preparar as placas Arduino, *protoboard* e módulo *bluetooth*, inspecionando-os para garantir que não haja placas danificadas e causem curtos-circuitos ou outros defeitos. Limpar com antecedência esses componentes.
- Posicionar os componentes: é preciso posicionar os componentes de acordo com o circuito desejado, seguindo o esquema elétrico do circuito para determinar a localização e a orientação correta dos componentes.
- Soldar os componentes: se for preciso, usar uma máquina de solda – e solda de boa qualidade – para soldar os fios condutores nos motores e nas baterias e aplicar uma pequena quantidade de solda nos terminais dos motores e bateria, a fim de fixar bem os fios condutores e esses elementos nos lugares correto.
- Testar o circuito: é preciso conectar a fonte de alimentação ao circuito e testar seu funcionamento, observando se todos os componentes estão funcionando corretamente, conforme o previsto, e se o circuito está operando dentro das especificações.

Seguindo esses passos organizados, os estudantes conseguiram montar manualmente o circuito do carrinho, testaram o funcionamento e finalizaram a montagem do sistema eletrônico do carrinho controlado por dispositivo móvel. Na Figura 43, apresentamos a montagem do circuito do E04.

**Figura 42** – Montagem do circuito do carrinho controlado por dispositivo móvel feita pelos estudantes .



Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Evidenciamos também o desenvolvimento do pilar algoritmo na atividade de programação em texto no *software* Arduino IDE (é um *software* que oferece uma série de recursos para programar placas Arduino, facilitando a gravação de códigos no microcontrolador da placa). Para Erinhosho (2013), Moreira (2017) Ferreira e Raboni (2013), esse tipo de atividade atende a educação contemporânea ao incluir as TD no Ensino de Ciências. Ao criarem a programação, os estudantes editaram códigos de comandos instrutivos para que, ao serem colocados na memória da placa Arduino e por meio do módulo *bluetooth*, o carrinho pudesse ser controlado por um dispositivo móvel. Na Figura 44, apresentamos parte da programação na linguagem em texto do E12.

Figura 43 - Programação em texto para o carrinho de controle no Arduino IDE.

```

Car_completo_bluetooth | Arduino IDE 2.1.1
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
Car_completo_bluetooth.ino
1 //Direção da roda
2 #define MotorEsquerda1 2
3 #define MotorEsquerda2 3
4 #define MotorDireita1 4
5 #define MotorDireita2 5
6
7 //Servos
8 #define ServoEsquerda 8
9 #define ServoDireita 9
10 #define Buzzer 8
11
12 //Controlo de velocidade
13 #define RPM 0
14 #define RPM 10
15 int VelEsquerda = 0;
16 int VelDireita = 0;
17
18 //Pisca alerta
19 long placa = LOW;
20 long estadoPlaca = LOW;
21
22 //Para utilizar o buzzer no placa alerta
23 long BuzzerAlerta = 0;
24
25 char dado; // Para armazenar os caracteres de bluetooth
26
27 void setup() {
28
29 //Definições de entrada e saída
30 pinMode(MotorEsquerda1, OUTPUT);
31 pinMode(MotorEsquerda2, OUTPUT);
32 pinMode(MotorDireita1, OUTPUT);
33 pinMode(MotorDireita2, OUTPUT);
34 pinMode(Servo, OUTPUT);
35 pinMode(ServoEsquerda, OUTPUT);
36 pinMode(ServoDireita, OUTPUT);
37 pinMode(Placa, OUTPUT);
38
39 Serial.begin(9600); // Inicia a comunicação serial com velocidade de 9600 bits por segundo
40
41 }
42
43 void loop() {
44
45 unsigned long BuzzerAtual = millis();
46
47 if (Serial.available()) //verifica se tem dados disponíveis para leitura
48 {
49
50 dado = Serial.read(); //le o dado mais recente da serial
51 Serial.println(dado); //Printa na tela o valor armazenado no dado
52
53 switch (dado) {
54
55 // --- Velocidade
56 case '1': // 10% de velocidade

```

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2023).

Cabe lembrar que a programação completa utilizada em nosso OA está no Anexo 01. Para o funcionamento do circuito de forma a movimentar o carrinho, os estudantes criaram os códigos de comando na programação em linguagem de texto C++ no *software* Arduino IDE, baixado nos *notebooks*. Ressaltamos que o *software* foi baixado nos *notebooks*, tendo em vista que os *chromebooks* apresentavam limitação de acesso a certas plataformas, aplicativos e *softwares*. Em seguida, usaram o cabo USB e subiram a programação para a placa Arduino Uno, que foi utilizada no circuito posteriormente.

Depois, por meio do aplicativo BluetControl (instalado no celular), que se comunica com o módulo *bluetooth* e com a placa Arduino, testaram o funcionamento no carrinho. Ao criarem os códigos de comando durante a programação, os estudantes desenvolveram algoritmos, passos sequenciais que favoreceram o desenvolvimento e resolução do subproblema ‘movimentar o carrinho por dispositivo móvel por meio do módulo *bluetooth*’.

Quando se definem corretamente todos os passos do algoritmo, não há mais necessidade de preocupar-se com a resolução deste problema e pode-se, então, focar em

elementos mais complexos do sistema. Logo, a principal característica do algoritmo é a possibilidade de automação das soluções (Brackmann, 2017).

A importância do algoritmo na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos está relacionada principalmente à forma como os conceitos são apresentados, explicados e aplicados pelos estudantes, elaborado para apoiar a aprendizagem (Wiley, 2000). Abaixo apresentamos algumas evidências pelas quais consideramos que o algoritmo é relevante nesse processo:

- Possibilitou a organização do planejamento dos subproblemas dos projetos dos estudantes, que organizaram as atividades e o conteúdo de aprendizagem passo a passo de forma clara e objetiva. Permitiu que os estudantes determinassem uma sequência em que os conceitos fossem contemplados, começando pelos específicos e avançando para os tópicos mais complexos.
- Os algoritmos foram usados pelos estudantes para personalizar a experiência de aprendizagem com base nas necessidades e habilidades individuais de cada participante. Eles puderam adaptar o conteúdo, as atividades virtuais e práticas para atender ao seu ritmo e nível de aprendizado, personalizando seu planejamento no decorrer do curso.
- Proporcionou *feedback* imediato aos estudantes, ao permitir que eles soubessem instantaneamente, por meio das simulações virtuais, se estavam no caminho certo ou se precisam revisar determinados conceitos e refazer as ligações do circuito. Evidenciamos esse fato na programação, pois, quando o código de comando não estava de acordo com a linguagem computacional, a ação não era executada, necessitando de reajuste.
- Enriqueceu o processo da prototipagem e simulação virtual de circuito no *software* Tinkercad, permitindo que os estudantes experimentassem e visualizassem o comportamento dos circuitos sem a necessidade de equipamentos físicos, substituindo elementos e componentes na ligação do circuito e percebendo as alterações e funcionamento do circuito.

Sendo assim, os algoritmos desempenharam um papel fundamental na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pois potencializaram a organização do planejamento dos subproblemas e do conteúdo (objeto de conhecimento), personalizaram a experiência de ensino e aprendizagem dos estudantes, forneceram *feedback* e permitiram a prototipagem e simulações virtuais de circuito. Concebemos o pilar algoritmo como sendo muito importante para tornar o processo de Ensino de Ciências mais eficaz, envolvente e acessível aos estudantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa não surgiu das preocupações do professor pesquisador sobre o objeto de conhecimento em estudo (dificuldade ou facilidade em desenvolver esse conteúdo em sala), mas sim pelo anseio de proporcionar aos estudantes o Ensino de Ciências por meio de novas: metodologias de ensino, TD (*softwares* Tinkercad e Arduino IDE), experimentação virtual e manual (placa Arduino e linguagem de programação em blocos e texto C++) e produção de um OA (carrinho controlado por um dispositivo móvel), ao desenvolver os quatro pilares do PC de Brackmann (2017).

Atualmente, com o advento da BNCC e das DRC/MT, novas propostas metodológicas de ensino foram sugeridas nestes documentos bases, entre elas as metodologias ativas, o desenvolvimento do PC, a cultura *maker*, entre outras, voltadas a alcançar as competências gerais, específicas e as habilidades de cada componente curricular na formação integral do estudante da Educação Básica.

Neste contexto, a pesquisa buscou responder como o desenvolvimento dos quatro pilares do PC (Brackmann, 2017) potencializou o Ensino de Ciências na produção de um OA sobre circuito elétrico e eletrônico, com o objetivo de compreender as potencialidades que o desenvolvimento dos quatro pilares do PC proporciona ao Ensino de Ciências, ao se produzir um OA sobre circuito elétrico e eletrônico. Abordando as TD (*softwares* Tinkercad, Arduino IDE, placa arduino), o desenvolvimento dos pilares do PC, a ABP, a TAS e a produção de OA, como caminhos no processo de ensino e de aprendizagem de estudantes da Educação Básica, nos componentes curriculares Ciências e Física.

O procedimento metodológico utilizado foi o estudo de campo por meio do experimento de ensino. O procedimento de ensino se deu por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos, no curso ODATIP desenvolvido na Escola Estadual Ramon Sanches Marques (EERSM), localizada no município de Tangará da Serra/MT, com estudantes do 8º e 9º anos do EF e do 1º ano do EM, no clube de ciências, na sala *maker*, durante dez semanas (março a maio/2023), por meio de encontros presenciais. Como instrumento de produção de dados, utilizamos o diário de campo e gravações de vídeo e áudio. Para análise dos dados, recorreremos ao método Análise de Conteúdo e a técnica de análise temática ou categorial de Bardin (1977).

Participaram da pesquisa 15 (quinze) estudantes, sendo 10 (dez) estudantes do EF e 05 (cinco) estudantes do EM e o professor pesquisador. Nossa pesquisa perpassou diversos momentos de busca de informações e evidências que abordassem nosso objeto de estudo: RSL,

embasamento teórico, desenvolvimento do curso ODATIP e análise/discussão dos dados produzidos.

Ao realizarmos a RSL, identificamos que as TD mais utilizadas são computadores e *smartphones*. E, quanto ao uso/produção de OA, estão presentes os que envolvem simulação, animação, programação e jogos. Sobre as habilidades do PC desenvolvidas no Ensino de Ciências, evidenciamos nas pesquisas os quatro pilares do PC: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo, proporcionando um ensino colaborativo, criativo, promissor do protagonismo do estudante e atrativo para o ensino dos conceitos das ciências.

Os *softwares* e plataformas têm sido utilizados ao desenvolver os pilares do PC no Ensino de Ciências, como estratégia pedagógica e facilitadora nas aulas experimentais virtuais e manuais. O *software* mais utilizado nas pesquisas analisadas foi o Scratch, para animações e programação em bloco de comandos.

Identificamos como limitação, após analisar as pesquisas selecionadas, a falta de pesquisa que desenvolva os quatro pilares do PC, ao se produzir OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências. Concluímos a RSL considerando que as pesquisas que desenvolvem os pilares do PC no Ensino de Ciências sobre circuito elétrico e eletrônico precisam ser ampliadas nas modalidades do EF (anos finais) e EM, cabendo estudos e pesquisas empíricas que contribuam nessa perspectiva.

No embasamento teórico, buscamos em Brackmann (2017) compreender as potencialidades que o desenvolvimento dos quatro pilares proporciona ao Ensino de Ciências por meio da produção de um OA sobre circuito elétrico e eletrônico; e em Braga (2014), o processo de produção de um OA e o conceito de OA. Em Ausubel (1963), Moreira (2017) e Bender (2014), embasamos o desenvolvimento das atividades do curso ODATIP. E, em Bardin (1977) e Rodrigues (2019), a análise e discussão dos dados produzidos e coletados na pesquisa.

Quanto ao desenvolvimento do curso ODATIP, consideramos:

- Que o espaço da sala *maker*, as tecnologias disponibilizadas pela escola, o financiamento da FAPEMAT, a participação assídua dos estudantes e do professor pesquisador, os *softwares* utilizados e as dez semanas de encontros (40 horas) foram satisfatórios para a realização das atividades propostas;
- A metodologia ativa ‘Aprendizagem Baseada em Projeto’, de Bender (2014), proporcionou um ensino colaborativo, personalizado e investigativo. Os estudantes, em grupo ou individualmente, desempenharam o papel de sujeitos protagonistas no

processo do ensino e aprendizagem, ao produzirem o carrinho controlado por dispositivo móvel.

- O uso do *software* Tinkercad nas atividades experimentais virtuais possibilitou o desenvolvimento dos pilares do PC por meio da prototipagem do circuito elétrico e eletrônico, programação em blocos e textos e da simulação para avaliação do funcionamento do protótipo do circuito, bem como potencializou a produção do OA e os conceitos no Ensino de Ciências.
- O uso do *software* Arduino IDE proporcionou aos estudantes programarem em linguagem de texto C++, criando códigos de comando e subindo-os para a placa Arduino, a fim de controlar o carrinho por meio de um dispositivo móvel.
- O manuseio da placa Arduino, dos elementos e componentes básicos de um circuito favoreceu aos participantes a compreensão dos conceitos e funções específicas de cada elemento na ligação e funcionamento do circuito proposto.

Após as análises e discussão dos resultados desta pesquisa, consideramos que o desenvolvimento dos pilares do PC ao elaborar um OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências potencializou o que segue:

O pilar decomposição possibilitou uma clareza conceitual, ao permitir que os conceitos complexos fossem divididos em partes menores e mais compreensíveis. Facilitou o ensino progressivo, pois, ao decompor o objeto de conhecimento ‘circuito elétrico e eletrônico’ em partes menores, os estudantes puderam planejar, de forma a produzir uma aprendizagem progressiva (Moreira, 2008). Proporcionou uma abordagem personalizada, ao permitir que os materiais de aprendizagem de cada estudante fossem organizados de acordo com seu interesse e nível de conhecimento. Possibilitou aprofundamento nos conceitos, pois, ao dividirem um conceito macro em partes menores, o professor pesquisador e os estudantes participantes puderam aprofundar-se em cada aspecto individual com mais detalhes, para atender às necessidades e dúvidas. Estimulou a criatividade e a capacidade de exploração dos estudantes. Consideramos que a decomposição desempenhou um papel crucial na produção do OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, facilitando a compreensão, a personalização e a aplicação dos conceitos por parte dos estudantes.

Concluimos que o desenvolvimento da decomposição na produção de OA sobre circuito elétrico e eletrônico no Ensino de Ciências melhora a assimilação e produção do conhecimento dos estudantes, pois favorece o ensino personalizado, possibilita ao estudante focar em conceitos específicos ao mesmo tempo em que aborda a complexidade do conceito, possibilita

ao professor a adaptação a diferentes níveis de aprendizagem para atender às necessidades individuais de cada estudante, oferece intervenção adicional quando necessário e desafia os estudantes mais avançados na potencialização de seus conhecimentos. O professor deixa de ser um mero transmissor de conceitos e passa a atuar como facilitador e mediador de todo o processo de ensino e aprendizagem do sujeito protagonista – estudante.

O pilar reconhecimento de padrões permitiu que os estudantes identificassem relações entre os diferentes elementos, componentes, funções e fenômenos em circuito elétrico e eletrônico. Proporcionou aos estudantes a simplificação da complexidade de variedade de elementos, componentes e interações complexas entre eles. Propiciou a resolução de problemas com mais eficácia, ao possibilitar que os estudantes identificassem rapidamente semelhanças entre problemas previamente resolvidos e novos desafios. Isso facilitou a aplicação de soluções conhecidas a novos contextos: capacidade da bateria e resistência do resistor por meio dos códigos de cores.

Concluimos que o reconhecimento de padrões é um pilar importante na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pois ajudou os estudantes a compreenderem a complexidade dos sistemas, prever comportamentos e resolver problemas, contribuindo assim para uma compreensão mais profunda e eficaz dos conceitos e princípios envolvidos na resolução dos subproblemas e problema maior.

Já o pilar abstração permitiu simplificar conceitos complexos, tornando-os mais acessíveis para os estudantes criarem modelos simplificados de situações do mundo real que envolviam circuitos elétricos e eletrônicos. Facilitou a criação de OA interativo, na qual os estudantes puderam experimentar e manipular diferentes variáveis dentro de um circuito elétrico, reforçando os conceitos abstratos por meio de experiências práticas e visuais. Possibilitou representar conceitos abstratos de forma mais tangível e compreensível, por meio da prototipagem e simulações no *software* Tinkercad, proporcionando a visualização de como a corrente elétrica flui através de um circuito e como as diferentes variáveis afetam seu comportamento, de modo a criar diferentes níveis de complexidade ou fornecer *feedback* personalizado com base nas interações dos estudantes com o OA e adaptando para atender às necessidades individuais.

O pilar algoritmo, por sua vez, possibilitou a organização do planejamento dos subproblemas dos projetos dos estudantes, que organizaram as atividades e o conteúdo de aprendizagem passo a passo, de forma clara e objetiva. Permitiu que os estudantes determinassem uma sequência em que os conceitos fossem contemplados, começando pelos

específicos e avançando para os tópicos mais complexos. Os algoritmos foram usados pelos estudantes para personalizar a experiência de aprendizagem com base nas necessidades e habilidades individuais de cada participante. Proporcionaram *feedback* imediato aos estudantes. Possibilitaram a prototipagem e simulação virtual de circuito no *software* Tinkercad, permitindo que os estudantes experimentassem e visualizassem o comportamento dos circuitos, sem a necessidade de equipamentos físicos.

Concluimos que os algoritmos desempenharam um papel fundamental na produção de OA sobre circuitos elétricos e eletrônicos, pois potencializaram a organização do planejamento dos subproblemas e do conteúdo, personalizaram a experiência de aprendizagem dos estudantes, forneceram *feedback* e permitiram a prototipagem e simulações virtuais de circuito. Logo, o pilar algoritmo é importante para tornar o processo de aprendizagem mais eficaz, envolvente e acessível aos estudantes.

Quanto à Aprendizagem Significativa, consideramos que, ao incorporar os princípios do PC no Ensino de Ciências, foi possível tornar o processo educativo mais significativo e alinhado com as demandas contemporâneas. A integração dos pilares do PC no Ensino de Ciências potencializou a promoção da resolução de problemas de forma colaborativa, possibilitou o estímulo à experimentação e exploração conceitual do objeto de conhecimento, estimulou a colaboração e comunicação entre os estudantes na resolução dos subproblemas e proporcionou momentos de vivência e desenvolvimento de habilidades relacionadas à STEAM, em que a capacidade de programar, analisar dados e resolver problemas é cada vez mais valorizada. Isso amplia as oportunidades para os estudantes no mercado de trabalho.

Concluimos ainda que o Ensino de Ciências, por meio do desenvolvimento dos pilares do PC, torna-se mais significativo, uma vez que os estudantes são estimulados à criatividade, trabalham de forma interdisciplinar, se interessam e se engajam nas atividades propostas, participam da cultura digital e do trabalho em equipe, que é um componente importante do PC. No Ensino de Ciências, os estudantes podem colaborar na coleta e análise de dados, na elaboração de modelos e na solução de desafios científicos. Isso reflete a natureza colaborativa tanto da ciência quanto da computação. Percebemos que, ao integrar os pilares do PC no Ensino de Ciências, nós professores podemos proporcionar uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa aos nossos estudantes, uma vez que essa abordagem não apenas fortalece as habilidades computacionais dos estudantes, mas também desperta questões científicas de maneira mais crítica, analítica e criativa.

Por fim, consideramos que o objetivo desta pesquisa foi alcançado e o problema de pesquisa respondido por meio das evidências (excertos e imagens) apresentadas nas análises e discussões dos resultados. E que o carrinho controlado por um dispositivo móvel é um OA, cabendo ao professor um olhar específico ao planejar sua aula, dando enfoque ao objeto de conhecimento que seja atendido pelo OA.

Percebemos que, a partir do momento em que nós, professores, admitimos as potencialidades dos nossos estudantes e experimentamos novas metodologias de ensino que proporcionam o protagonismo do estudante, possibilitamos o momento da aula mais relevante no contexto de aprendizagem. Neste contexto, acreditamos que atividades de caráter colaborativo, experimental e prático podem promover grande envolvimento dos estudantes, possibilitando a aprendizagem de maneira muito significativa para eles.

Para trabalho futuro, o carrinho controlado por dispositivo móvel pode ser usado na perspectiva de desenvolver os pilares do PC, ao se ensinar movimento retilíneo e velocidade no componente curricular de Física com estudantes do EM, bem como usar o OA com estudantes do EF no ensino de circuito elétrico e eletrônico, ao se montar e desmontar o carrinho ou pesquisar os elementos e componentes que estruturam o carrinho.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. R. F. L. Das tecnologias às tecnologias digitais e seu uso na educação matemática. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, SP, v. 26, n. 2, p. 224-240, maio/ago. 2015.

AMARAL, Antônio Carlos do. **O uso de experimentos reais e virtuais para o ensino de circuitos simples e automáticos**. 2021. 149 f.: il.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACICH, L. Formação de professores para o uso de metodologias ativas. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem prático-teórico**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 129-151.

BARBOSA, L. L. S.; MALTEMPI, M. V. Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. **RBECM**, Passo Fundo, RS, v. 3, n. 3, p. 748-776, ed. espec. 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BBC LEARNING, B. **What is computational thinking?** 2015. Disponível em: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. Acesso em: 06 de abril. de 2024.

BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BESSA, K. F. de. **Pensamento Computacional e Matemática: uma abordagem com o Scratch**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP, 2020. 150 p.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. *et al.* **Systematic Review in Software Engineering: Relevance and Utility, Technical Report ES-679/05**. Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BISCUOLA, G. J. **Tópicos de Física 3: eletricidade, Física moderna, análise dimensional** / Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas, Ricardo Helou Doca. 17ªEd. São Paulo: Saraiva, 2007.

BLIKSTEIN, P. **Digital fabrication and ‘making’ in education: the democratization of invention**. Stanford, USA: Stanford University, 2013.

BLIKSTEIN, P; KRANNICH, D. The makers’ movement and FabLabs in edu-

cation: experiences, technologies, and research. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN*, 12., 2013, New York. **Proceedings...** New York: Acm, 2013. p. 613-616. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2485884>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12. ed. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P.; JUNIOR, N. R. C. **Vídeos na matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022 (Tendências em Educação Matemática).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. 267 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 20 jul. 2023.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem, volume 1: introdução e fundamentos**. Santo André, SP: Editora da UFABC, 2014. 148 p. : il.

BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem, volume 2: metodologia de desenvolvimento**. Santo André, SP: Editora da UFABC, 2015. 163 p. : il.

BRAGA, J. C.; MENEZES, L. **Introdução aos Objetos de Aprendizagem**. Santo André, SP: Editora da UFABC, 2014.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. **AERA 2012**, Vancouver, Canada, 2012. Disponível em: [http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan\\_Resnick\\_AERA2012\\_CT.pdf](http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf). Acesso em: 8 jan. 2024.

BUSS, G. V. **Programação e física: possibilidades do desenvolvimento do pensamento computacional utilizando o Arduino**. 2021. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

CAMPANA, S. B. de C. **O Pensamento Computacional na Resolução de Problemas na Matemática: Uma proposta de aplicação metodológica integrada na Educação Básica**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2022. 142 f. : il.

CAMPOS, Fabrício Vieira. **Pensamento Computacional: O uso do Scratch no ensino de Ciências**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, GO, 2021.

CARNIELLO, A.; ZANOTELLO, M. Desenvolvimento de Habilidades Digitais na Escola por Meio da Integração de Jogos Digitais, Programação e Robótica Educacional Virtual. **REnCiMa**, v. 11, n. 3, p. 176-198, 2020.

CHAVES, Carolina Dias. **O uso de atividades de robótica e Linguagem de Programação para o desenvolvimento do Pensamento Computacional**. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, SP, 2023.

CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Mapeamento Edtech 2020**: investigação sobre as tecnologias educacionais brasileiras [recurso eletrônico], 2020. Disponível em: [https://abstartups.com.br/wpcontent/uploads/2021/04/M2020\\_edtechs.pdf](https://abstartups.com.br/wpcontent/uploads/2021/04/M2020_edtechs.pdf). Acesso em: 2 out. 2023.

CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Currículo de Tecnologia e Computação**. 2018. Disponível em: <http://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: mar. 2023.

CONFORTO, D.; CAVEDINI, P.; MIRANDA, R.; CAETANO, S. Pensamento Computacional na educação básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. **RBECM**, Passo Fundo, RS, v. 1, n. 1, p. 99-112, jan./jun. 2018.

CORRÊA, A. M. S.; SILVA, E. L.; SLIVA, E. K. S.; MARQUES, J. A. **Objetos virtuais de aprendizagem como recurso didático**. Curitiba: CRV, 2019. 160 p.

CRESWELL, J. M. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Tradução de Sandra Mallmann da Rosa. Porto Alegre: Penso, 2014. 342 p.

CSIZMADIA, A. *et al.* **Computational thinking – a guide for teachers**. [S.l.]: Hachette, 2015. Disponível em: [https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818\\_Computational\\_Thinking\\_1\\_.pdf](https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818_Computational_Thinking_1_.pdf). Acesso em: 10 jan. 2023.

DIAS, D. V. **O Uso do Pensamento Computacional no Desenvolvimento de Objetos Digitais de Aprendizagem com o Software Scratch**. Dissertação de mestrado (PPGECM) – Barra do Bugres, 2023. 93 f.; 30 cm.

ERINOSHO, S. (2013). **How Do Students Perceive the Difficulty of Physics in Secondary School? An Exploratory Study in Nigeria**. International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education. 3. 1510-1515. doi: 10.20533/ijcdse.2042.6364.2013.0212.

FARIA, A. R. Relevância, conteúdo e metodologia da investigação histórica em contabilidade. **Revista de Contabilidade e Comércio**, v. 237, p. 185-223, 2006.

FELIZARDO, G. Componentes Eletrônicos Básicos. **Blog Eletrogate**. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/componentes-eletronicos-basicos/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

FERREIRA, J.; RABONI, P. C. A ficção científica de Júlio Verne e o ensino de Física: uma análise de “Vinte Mil Léguas Submarinas”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 84-103, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p84>. Acesso em: 05 jan. 2024.

FREIRE, P. A importância do ato de ler: em três artigos que se completam. Editora Cortez. São Paulo, 1981.

FURMAN, M. **O ensino de ciências no ensino fundamental: colocando as pedras fundamentais do pensamento científico**. Ed. Sangari Brasil. Outubro de 2009.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Estudo de caso**. 1ª ed. São Paulo : Atlas, 2009.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física 3: Eletromagnetismo**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HELERBROCK, R. Circuitos elétricos. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuitos-eletricos.htm>. Acesso em: 11 jan. 2024.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION [ISTE]; COMPUTER SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION [CSTA]. **Computational Thinking Teacher Resource**. Disponível em: [https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE\\_CT\\_Teacher\\_Resources\\_2ed.pdf](https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Teacher_Resources_2ed.pdf). Acesso em: 12 set. 2023.

JEREMIAS, A. L. R. **Proposta maker de ensino: uso do Scratch como ferramenta para a elaboração de jogos digitais de ciências**. 2023. 156 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2023.

JUNIOR, M. de S. C.; REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da. Análise sobre o pensamento computacional em livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias. **Revista Dynamis**, FURB, Blumenau, SC, v. 29, n. 2, p. 173-191, 2023.

KENSKI, V. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papyrus, 2013.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic literature reviews in software engineering: a systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KOLOGESKI, A. L.; BATISTA, V. S. Inclusão digital através de encontros lúdicos para o estímulo do Pensamento Computacional. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2019.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica - 5. ed.** - São Paulo : Atlas 2003.

LEAL, P. E. **Construção do conhecimento em ciências: uma aplicação da linguagem de programação Scratch para o Pensamento Computacional durante o ensino híbrido**. 2022. 113

f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

LÉVY, P. Os três tempos do espírito: a oralidade primária, a escrita e a informática. **As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro, Editora**, v. 34, 1993.

LIUKAS, L. **Hello Ruby: adventures in coding**. Macmillan, 2015.

LIUKAS, L. **Olá, Ruby: uma aventura pela programação**. Tradução de Stefhanie C. L. Fernandes. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 2019.

MACHADO, M. A. D.; QUEIRÓZ, G. R. P. C. A cultura de projetos, construída via parceria escola-universidade, contribuindo para a qualidade da formação inicial e continuada de professores. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, nº 1, p. 93-116, 2012.

MACIEL, C.; BACKES, E. M. Objetos de aprendizagem, objetos educacionais, repositórios e critérios para a sua avaliação. **Ambientes virtuais de aprendizagem**, p. 161-198, 2012.

MAGON, C. J. **Conceitos básicos da Eletrônica: teoria e prática**. São Carlos, SP: IFSC/USP, 2019. v. 5.

MALINOWSKI, B. **Um diário no sentido estrito do termo**. Rio de Janeiro: Record. 1967.

MARGATTO, L. M; PALCHA, L. S. Discursos sobre as tecnologias digitais na prática professor de biologia: inclusão e enfrentamento. **Revista Prática Professor**, v. 5, n. 2, p. 901-921, maio/ago. 2020.

MARIANO, E. F. Comparação de dados coletados com termo-higrômetro comercial e com sensor DHT-11 associado a uma placa Arduino e seu potencial de uso em pesquisa e ensino de ciências. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e30611427329, 2022.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Aprendizagem Baseada em Projetos**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MARTINS, J. V.; OZAKI, S. K.; RINALDI, C.; PRADO, E. W. A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPR) na Construção de Conceitos Químicos na Potabilidade da Água. **Revista Prática Professor**, v. 1, n. 1, p. 1-10, jul./dez. 2016.

MASINI, E. A. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa na escola = Aprendizaje significativo en la escuela**. Curitiba: CRV, 2017.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ JR., A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 40., **Anais...** Belém, 2012.

MAZZARO, P.; SHIMIGUEL, J. Tecnologias para o Ensino: cultura *maker* e lego. *In: SHIMIGUEL, J. Pensamento Computacional*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2022. p. 97-108.

MATTEDE, H. Principais componentes eletrônicos. **Blog da Eletrônica**. Disponível em: <https://www.blogdaeletronica.com.br/principais-componentes-eletronicos/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

MESTRE, P. *et al.* Pensamento Computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do PISA. *In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Anais...*, 2015. p. 1281.

MESTRE, P. A. A. *et al.* **O uso do pensamento computacional como estratégia para resolução de problemas matemáticos**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017. 91 f.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. *In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem prático-teórica*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 129-151.

MOREIRA, A. M. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica. Santiago, Chile, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MOREIRA, A. M. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Curriculum, La Laguna, Espanha*, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa, Campos Conceituais e Pedagogia da Autonomia: Implicações para o Ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 2, n. 1, p. 44-65, 2012.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o Ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, 2017.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2020.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

MORETTO, V. P. **Eletricidade e Eletromagnetismo**. 3ª Ed.. São Paulo: editora Ática, 1989.

MOURA, D. G; BARBOSA, E. F. **Metodologias ativas de aprendizagem no Ensino de Engenharia**. XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION - INTERTECH, Portugal, 2014. *Anais...*

NARDI, Roberto. **A área de Ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros**. Tese (Livredocência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru/SP, 2005. 166 f.

NUNES, D. **Física: eletricidade**. Volume 3. São Paulo: editora Ática, 1995.

NAKAGAWA, E. Y. *et al.* **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2017.

NASCIMENTO, A. C. A. Objetos de Aprendizagem: a distância entre a promessa e a realidade. *In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. (org.). **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico***. Brasília: MEC, SEED, 2007. p. 135-145.

NIPO, D. T.; RODRIGUES, R. L.; FRANÇA, R. Jogando e Pensando: Aprendendo Pensamento Computacional com Jogos de Entretenimento. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2022), 11., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2022), 33., **Anais...**, p. 573-584.*

OLIVEIRA, S. B. de. **Robótica educacional: sequência didática para introdução ao desenvolvimento do pensamento computacional utilizando o BBC Micro:bit no 9º ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2023. 142 p. : il.

PAPAVLASOPOULOU, E. Estudos empíricos sobre o movimento *maker*, uma abordagem promissora para a aprendizagem: uma revista da literatura. **Entretenimento Digital**, v. 18, p. 57-78, jan./fev. 2017.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980. 238 p.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985. 253 p.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P.; SOUTO, D. L. P. Ensino de química orgânica com o uso dos objetos de aprendizagem atomlig e simulador construtor de moléculas. **Revista Signos**, v. 40, n. 2, p. 208-2026, 2019.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G.; **A Aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

PUZISKI, M. **O desafio do desenvolvimento do pensamento computacional na escola: vivenciando experiências e construindo habilidades**. 2019. 155 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, 2019.

RAABE, A. L. A. *et al.* Referenciais de formação em computação: Educação básica. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2017. Disponível em: <<https://www.sbc.org.br/noticias/10-slideshow-noticias/1996-referenciais-de-formacao-em-computacao-educacao-basica/>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

RAABE, A. L. Uma estação móvel que possibilita transformar a sala de aula em espaço maker. *In: CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL*, 1., 2016. Disponível em: [http://fablearn.org/wpcontent/uploads/2016/09/FLBrazil\\_2016\\_paper\\_149.pdf](http://fablearn.org/wpcontent/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_149.pdf). Acesso em: 25 mar. 2021.

RAABE, A.; GOMES, E. B. *Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação*. **Revista Tecnologias na Educação**, Fortaleza, v. 26, ano 10, p. 6-15, set. 2018.

RICH, P. J. *et al.* A framework for decomposition in computational thinking. *In: 2019 ACM CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION*, 2019. **Proceedings...** 2019. p. 416-421.

RICO, R. O que muda no Ensino de Ciências com a BNCC? **Revista Nova Escola**. 06 de Janeiro de 2017. Disponível em: < <https://novaescola.org.br/bncc/conteudo/61/o-que-preve-a-bncc-para-o-ensino-de-ciencias>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RODRIGUES, G. P. P.; PALHANO, M.; VIECELI, G.. O uso da cultura *maker* no ambiente escolar. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 33, 31 ago. 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/33/o-uso-da-cultura-maker-no-ambiente-escolar>. Acesso em: 14 jan. 2024.

RODRIGUES, M. U. **Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área de educação matemática**. Curitiba: CRV, 2019.

ROMERO, J. C.; SCHIMIGUEL, J.. **Atividades para Aplicação do Pensamento Computacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2022. p. 173-179.

ROSA, T. de A. **A abordagem STEAM e aprendizagem baseada em projetos: o desenvolvimento do pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2022. 157 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2022.

ROSSI, L. **Pensamento Computacional e Scratch**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2022. p. 53-77.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F.; BAPTISTA, L. M. del P. Metodologia de pesquisa. **Tradução Daisy Vaz de Moraes. Revisão Técnica Ana Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Julio**, v. 5, 2013.

SANTANA, A. L. M. **Análise do Processo de Montagem de um Brinquedo de Programar: identificação de padrões de aprendizagem em tarefas de engenharia**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2015.

SANTOS, D. S. dos. **O desenvolvimento de habilidades do raciocínio computacional na aprendizagem de programação por estudantes iniciantes**. Universidade Federal de Bahia – Instituto de Matemática e Estatística. Salvador – Bahia, 2018.

SANTOS, G. P. dos; BEZERRA, R dos S. Desenvolvendo o pensamento computacional utilizando Scratch e lógica matemática. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 6, n. 1, p. 66-99, 2017.

SAVIANI, D. Pedagogia: espaço da educação na universidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 130, p. 99-134, jan./abr. 2007.

SBC – SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentosdasbc/send/203educacaobasica/1220bnccemitinerarioinformativocomputacao2>. Acesso em: 04 abr. 2024.

SCHIMIGUEL, J. (Org.). **Pensamento Computacional**. Editora Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro, 2022.

SCHUHMACHER, E.; SCHUHMACHER, V. R. N.; ROPELATO, D. Clube de tecnologia como ambiente multirreferencial para aprendizagem significativa de ciências e tecnologias. **Revista Dynamis**, FURB, Blumenau, SC, v. 25, n. 3, p. 38-51, Dossiê, nov. 2019.

SCORSATTO, M. C. **Uma Abordagem Alternativa para o Ensino da Física: Consumo Racional de Energia**. Dissertação (Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário UNIVASTES, Lajeado, RS, 2010. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/117/1/MaiconScorsatto.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2023.

SEDUC/MT. **Cadernos Pedagógicos Referência para o Estado de Mato Grosso**. 2019.

SILVA, D. E.; SOBRINHO, M. C.; VALENTIM, N. M. Educação 4.0: um Estudo de Caso com Atividades de Computação Desplugada na Amazônia Brasileira. *In: COMPUTER ON THE BEACH*, 11., 2020, Camboriú, SC. **Anais...** Camboriú, SC: Baln, 2020. p. 141- 147. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/16761/9487>. Acesso em: 2 jan. 2022.

SILVA, E. L. da. GEDOVA na perspectiva de ensino, pesquisa e extensão. *In: CORRÊA, A. M. de S. et al. Objetos virtuais de aprendizagem como recurso didático*. Curitiba: CRV, 2019. p. 13-28.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, R. B. e. **Para Além do Movimento Maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação**. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2017.

SIMON, A. **A máquina de Rube Goldberg como promotora de habilidades do PC no EF**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, 2020.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019.

SPINELLI, W. Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento. **Aprendizagem Matemática em Contextos Significativos: Objetos Virtuais de aprendizagem e Percursos Temáticos**, 2007. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6749/mod\\_resource/content/2/Objetos\\_de\\_aprendizagem.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6749/mod_resource/content/2/Objetos_de_aprendizagem.pdf). Acessado em: 05 de abril de 2024.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias para a Educação**, Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED- UFRGS), v. 1, n. 1, 2003.

TAROUCO, L. M. R.; ÁVILA, B. G.; SANTOS, E. F. dos; BEZ, M. R.; COSTA, V.. **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática**. Evangraf, Porto Alegre, 2014.

THE ROYAL SOCIETY. **After the reboot: computing education in UK school**. Reino Unido: The Royal Society, 2017. Disponível em: <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/computing-education/computing-education-report.pdf> Acesso em: 22 mar. 2022.

THE ROYAL SOCIETY. **Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools**. Reino Unido: The Royal Society, 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org/-/media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf> Acesso em: 5 abr. 2022.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P. **Observatório de ciências: manual do professor - 8º ano**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

TOOLEY, M. **Circuitos eletrônicos: fundamentos e aplicações**. Tradução Luiz Cláudio de Queiroz Faria. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

VALENTE, J. A. Integração do Pensamento Computacional no Currículo da Educação Básica: Diferentes Estratégias Usadas e Questões de Formação de Professores e Avaliação do Estudante. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 14, n. 03, p. 864-897, jul./set. 2016.

VIDAL, V. **Apostila Kit: Arduino Advanced**. Belo Horizonte: Eletrogate, 2018.

WEBBER, C. G.; CESARO, C.; GUDER, D.; FLORES, D.; BECKER, J. V. Experiências do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências e Matemática. **RBECM**, Passo Fundo, RS, v. 5, edição especial, p. 120-134, 2022.

WILEY, D. A. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Thesis (Philosophy Course), Department Of Instructional Psychology And Technology, Brigham Young University, Provo, Utah, USA, 2000.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, New York, v. 49, n. 3, p. 33-35, mar. 2006.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences**, n. 366. p. 3717-3725, 2008.

WING, J. M. **Computational Thinking: What and Why?**. 17 out. 2010. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

WING, J. Pensamento Computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, PR, v. 9, n. 2, p. 1-10, maio/ago. 2016.

ZATTONI, Rafael. **Maxi**: 8º ano, Ensino Fundamental, anos finais. Caderno 1, Manual do professor – Ciências. 1ª ed. – São Paulo: Somos Sistema de Ensino, 2023.

## APÊNDICES

### Apêndice 01: Fichamento dos artigos e dissertações da RSL.

<b>FICHAMENTO DOS ARTIGOS E DISSERTAÇÕES</b>
<b>ARTIGO 1</b>
<p>JUNIOR, M. de S. C.; REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da. Análise sobre o PC em livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias. <b>Revista Dynamis</b>, FURB, Blumenau, v. 29, n. 2, p. 173-191, 2023.</p> <p>Neste artigo os autores apresentam a análise feita sobre como o livro didático de ciências do professor, PNLD de 2021, aborda atividades que desenvolvem o PC.</p> <p><b>Método:</b> Cunho qualitativo e tem como fontes de dados os LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021. Para a análise, utilizou-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016).</p> <p><b>Problema:</b> Como os LDs da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021 abordam as atividades que desenvolvem o PC no livro do professor?</p> <p><b>Objetivo:</b> Analisar como os LDs da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD de 2021 abordam as atividades que desenvolvem o PC no livro do professor.</p> <p><b>Abordagem teórica:</b> PC e as Ciências da Natureza (Mestre <i>et al.</i>, 2015; Wing, 2006, 2010; Brackmann, 2017; Barr; Stephenson, 2011; Azevedo; Maltempo, 2020; Liukas, 2015; BBC Learning, 2015; SBC, 2017; Morais; Basso; Fagundes, 2017).</p> <p><b>Proposta da pesquisa:</b> Identificar como o PC é abordado, seja nas atividades discursivas e de múltipla escolha e nas atividades complementares e/ou atividades práticas nos livros de ciências do professor (PNLD de 2021).</p> <p><b>Resultados:</b> Todas as coleções apresentam uma seção teórica que aborda a definição e os pilares do PC. As referências utilizadas nas sete coleções de LDs são: Wing (2006, 2008, 2011), Blikstein (2008), Dorling, Selby e Woollard (2015), Brackmann (2017), Raabe (2017), Brasil - BNCC (2018), André (2018), Code.org, BBC Learning, Currículo de referência em tecnologia e computação (2018), Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB).</p> <p>Para o desenvolvimento das atividades que propiciam o PC, o livro do professor apresenta instruções insuficientes, sendo que, geralmente, é destacado o desenvolvimento de apenas um pilar do PC.</p> <p>Quando visitamos o manual do professor, podemos encontrar destaques feitos pelo LD para que o professor possa desenvolver dois pilares do PC, a saber: abstração e algoritmo. De acordo com os autores da coleção, para responder às questões da atividade prática (item: analisem suas observações), os estudantes precisam saber exatamente quais variáveis observar, o que dialoga com o pilar da abstração do PC, e na montagem do experimento (item: procedimento) apresenta uma ordem de passos. Podemos comparar a sequência de passos da montagem a um algoritmo, um dos pilares do PC.</p> <p>Destacamos a importância desta pesquisa para auxiliar o professor a compreender a abordagem do PC presente nesses LDs. Dessa forma, ele poderá selecionar o LD que melhor se ajuste a sua realidade escolar e o auxilie no desenvolvimento dessa abordagem em sala de aula, bem como na melhoria do ensino-aprendizagem para a construção de cidadãos mais críticos.</p> <p>Da mesma forma, foram encontradas algumas limitações durante este estudo, como ausência de referências e de estudos voltados para observar o PC na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Dessa maneira, este estudo auxilia na identificação do PC nas atividades de Ciências e ajuda a compreender os referenciais que nortearam a produção do PC nos LDs e como ele é abordado em duas coleções.</p>
<b>ARTIGO 2</b>
<p>NIPO, D. T.; RODRIGUES, R. L.; FRANÇA, R. Jogando e Pensando: Aprendendo PC com Jogos de Entretenimento. XI CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2022). <b>Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022)</b>. p. 573-584.</p>

Neste artigo os autores exploram a Aprendizagem Baseada em Jogos, por meio de três jogos, buscando estabelecer relações entre suas características de jogabilidade e os quatro pilares de PC.

**Método:** Análise de três jogos de entretenimento, a saber: *The Lost Vikings*, *Overcooked*, *Desperados*. A análise dos jogos foi conduzida tomando como base os quatro pilares do PC segundo Brackmann, e relacionados às estratégias de jogabilidade utilizadas no *design* dos jogos.

**Problema:** Quais jogos digitais de entretenimento podem colaborar no desenvolvimento de habilidades de PC?

**Objetivo:** Apresenta uma análise no intuito de evidenciar que jogos digitais de entretenimento podem colaborar no desenvolvimento de habilidades de PC.

**Abordagem teórica:** PC (Falcão, 2015; França, 2015; Raabe, 2017; Pinho, 2016; Wing, 2016; Pouza, 2020; Brackmann, 2017); Jogos e aprendizagem (Carvalho, 2015; Savi, 2008; Kishimoto, 2017; Prensky, 2021; Carvalho, 2015; Pereira, 2019; Sena, 2016; Rocha, 2015); Aprendendo PC com Jogos de Entretenimento (Prensky, 2021; Vogelmann, 2020; Gee, 2009; Kishimoto, 2017; Pinho, 2016; Guarda, 2018; Falcão, 2015; Brackmann, 2017).

**Proposta da pesquisa:** Analisar três jogos com mecânicas e jogabilidades distintas e evidenciar que jogos digitais de entretenimento podem colaborar no desenvolvimento de habilidades do PC.

**Resultados:** Os jogos podem colaborar no desenvolvimento de habilidades de PC, o que pode revelar um caminho interessante para os jogos de entretenimento no contexto da educação formal, sendo usados como recursos didáticos. Nesse contexto, o professor tem um papel fundamental como mediador entre estudante e jogo, orientando o estudante sobre as habilidades que está adquirindo e mostrando que elas também podem ser aplicadas fora dos jogos.

Os jogos de entretenimento são capazes de promover a aprendizagem em níveis que ainda nem consideramos investigar: podemos usar *Assassins Creed* para visitar eventos da história da humanidade, *Angry Birds* pode ser usado para trabalhar conceitos de física mecânica, *Minecraft* para educar sobre meio ambiente e sustentabilidade, *Pokémon* para ensinar sobre as características das espécies e evolução. São inúmeras as opções de jogos de entretenimento e suas possibilidades didáticas, basta um olhar para além do entretenimento sobre essas obras.

Aprender habilidades de PC por meio dos Jogos Digitais de Entretenimento se mostra como um caminho promissor, pois, enquanto joga, o estudante cria esquemas para lidar com uma série de problemas em um ambiente sistematizado por regras. Nas interações com o jogo, o estudante analisa desafios complexos e os divide em tarefas (Decomposição), identifica semelhanças em situações diversas (Reconhecimento de Padrões), desconsidera os elementos que não são pertinentes no momento (Abstração), e cria sequências de passos para conquistar seus objetivos (Algoritmos).

Os autores pretendem testar os jogos com estudantes e realizar coleta de dados, no intuito de validar e compreender o nível de aprendizagem das habilidades de PC em jogos de entretenimento.

## DISSERTAÇÃO 1

BUSS, Guido Valmor. **Programação e física:** possibilidades do desenvolvimento do PC utilizando o Arduino. 2021. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

Nesta dissertação, o autor teve sua prática de produção de dados desenvolvida com estudantes do 1º e 3º anos do Ensino Médio de escola pública de Curitiba, no Estado do Paraná, no componente curricular Física.

**Método:** Abordagem qualitativa, de natureza aplicada, de objetivos exploratórios e de procedimentos técnicos identificados como estudo de caso. Realizado um curso de forma remota sobre lógica, linguagem de programação e Arduino, com aplicações de conceitos estudados na disciplina de Física. Como instrumentos para a produção de dados foram utilizados: diário de bordo, questionário inicial, questionário final e gravação dos encontros remotos via *Google Meet*. Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2009).

**Problema:** Quais as contribuições que uma estratégia baseada no desenvolvimento do PC pode trazer para motivar os estudantes a aprender Física?

**Objetivo:** Avaliar como um curso sobre lógica, programação e Arduino, tendo como objetivo o desenvolvimento do PC, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Física.

**Abordagem teórica:** Discussões sobre as tecnologias educacionais realizadas por Kenski (2003) e Lévy (2008), o conceito de nativos digitais de Prensky (2001) e o PC discutido por Brackmann (2017), Conforto *et al.* (2018) e França (2020).

A utilização da lógica e do PC proposto por Brackmann (2017), novas habilidades propostas pelo PC estudadas por Conforto *et al.* (2018), o desenvolvimento do PC como estratégia motivadora (França, 2020), a caracterização e atuação dos estudantes considerados nativos digitais de acordo com Prensky (2001) e o uso de uma linguagem de programação aliada ao Arduino como possibilidade para promover motivação na aprendizagem dos nativos digitais.

**Proposta da pesquisa:** A proposta da dissertação foi ensinar Física a partir de um curso de lógica, programação e Arduino, oferecendo possibilidades para que os estudantes aprendam não só a programar, mas também a programar para aprender conceitos de Física.

**Resultados:** Buscou elementos nas atividades, diálogos e respostas dos estudantes que permitam evidenciar cada um destes pilares, bem como a evolução dos estudantes no decorrer do curso.

É necessário ter cautela quanto aos resultados obtidos e à afirmação de que esta é uma boa estratégia que contribua para que os estudantes aprendam Física. Como ainda são poucos os estudos que analisam este tipo de abordagem, acredita-se ser necessário ampliar o número de experiências e análises que tenham como base o desenvolvimento do PC. Assim, será possível avaliar e conhecer as reais contribuições dessa abordagem para o ensino de Física.

O processo de prototipagem oferecido pelo componente eletrônico Arduino, seus sensores e atuadores, consegue materializar a abstração inicialmente teórica da Física oferecida pelo estudo e pesquisa dos estudantes de um determinado assunto, concretizando conteúdos que na sala de aula são tratados de forma abstrata e desmotivadora.

O PC aplicado à resolução de problemas de Física, com uso de prototipagem com Arduino, deve ser mais estudado para maior aprofundamento, visto que produz nos estudantes uma grande motivação pela aplicabilidade em projetos e aulas experimentais, de acordo com o que foi analisado nas aplicações da Física e motivação.

## DISSERTAÇÃO 2

ROSA, Thaís de Almeida. **A abordagem STEAM e aprendizagem baseada em projetos:** o desenvolvimento do PC nos anos iniciais do ensino fundamental. 2022. 157 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2022.

Nesta dissertação, a autora buscou produzir seus dados de pesquisa com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio do desenvolvimento do projeto: Animais e seus habitat.

**Método:** A pesquisa teve enfoque qualitativo e desenvolveu-se por meio de uma pesquisa-intervenção. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionário e observação participante.

**Problema:** Quais os princípios que subsidiam a abordagem STEAM e a ABP no contexto da Educação Básica, especialmente nos anos iniciais do EF? Como a abordagem STEAM e a ABP podem contribuir para o melhor desenvolvimento do PC nos anos iniciais do Ensino Fundamental? A abordagem STEAM articulada à ABP colabora com o desenvolvimento de competências e habilidades sintonizadas com o ensino de computação na Educação Básica? Quais seriam as dificuldades e desafios a serem superados nesse cenário?

**Objetivo:** Analisar como as práticas pedagógicas pautadas na abordagem STEAM e na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) contribuem para o desenvolvimento do PC nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

**Abordagem teórica:** Freire (1987, 1996), Securato (2017), Resnick (2017) para discussão sobre educação disruptiva e criativa; Bacich (2018, 2020) e Pugliese (2017) sobre abordagem STEAM; em aprendizagem baseado em Blender (2014), e para as abordagens sobre PC, Papert (2008), Wing (2006) e Brackmann (2017), entre outros.

**Proposta da pesquisa:** Desenvolvimento do projeto: “Animais e seus habitats”, contemplando a abordagem STEAM, a partir do uso de recursos desplugados e plugados e o desenvolvimento do PC como alavanca para uma aprendizagem disruptiva e criativa.

**Resultados:** Interesse na transformação analógica para a digital, desejo dos estudantes de avançar do desplugado para o plugado, quanto aos jogos produzidos no âmbito do projeto “Animais e seus habitats”, com o uso da plataforma Cod.org. O que se observou durante toda a pesquisa e se comprovou pelos dados apresentados foi que, quanto mais os estudantes estão inseridos no processo de construção de novos conhecimentos, mais eles se envolvem e, por consequência, mais aprendem. A pesquisa evidenciou a eficiência de se aproximar a temática abordada na ABP da realidade dos estudantes, pois isso pode ampliar os conhecimentos e facilitar a aprendizagem, de modo interdisciplinar. Aprender em espiral e não em gavetas, compreender que as ciências se conectam e reconectam e aprender não é abrir e fechar compartimentos, em que se depositam informações. A produção de conhecimentos ocorreu de forma autônoma, criativa e significativa, tornando os envolvidos em participantes ativos do processo, pois os mesmos tinham o sentimento de pertencimento do projeto desenvolvido.

### DISSERTAÇÃO 3

LEAL, Patricia Engel. **Construção do conhecimento em ciências:** uma aplicação da linguagem de programação *Scratch* para o PC durante o ensino híbrido. 2022. 113 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2022.

Nesta dissertação, a autora teve sua prática de produção de dados desenvolvida numa turma do 4º ano do Ensino Fundamental, utilizando a plataforma Scratch com a linguagem de programação em bloco, como estratégia de desenvolver o PC.

**Método:** A abordagem da pesquisa foi de natureza qualitativa, de caráter exploratório, que contribui para compreender aspectos significativos na construção do conhecimento com o uso da linguagem e programação Scratch. A pesquisa caracteriza-se por ser de natureza qualitativa, de cunho exploratório, sendo utilizados como instrumento de coleta de dados questionários semiestruturados, no início e no final do projeto. Utilizou-se a plataforma Scratch com a linguagem de programação em bloco no Scratch, como estratégia de desenvolver o PC.

**Problema:** Verificar o que os estudantes conheciam sobre o Sistema Solar e o que aprenderam sobre este assunto ao longo do projeto, associado ao uso de tecnologias digitais.

**Objetivo:** Analisar a aplicabilidade do uso de tecnologias digitais para a construção do conhecimento no Ensino de Ciências durante o ensino híbrido.

**Abordagem teórica:** TD da informação e comunicação de acordo com Souza (2011), Mendes e Champaoski (2017) e Moran (2013); Aprendizagem Ativa e a Construção do Conhecimento (Moran, 1999; Nogueira e Leal, 2015; Mizukami, 1986); Construção do conhecimento segundo a Teoria de Piaget, Vigotski, Ausubel e Papert; PC de acordo com Rensnick (2020), Raabe *et al.* (2020), Brackmann (2017), Silva, Souza e Morais (2016) e Brasil (2021); Linguagem de programação e linguagem de programação em bloco no Scratch.

**Proposta da pesquisa:** Manusear OA e OVA e a plataforma Scratch, aplicando a linguagem de programação em bloco como estratégia de desenvolver o PC.

**Resultados:** A pesquisa apontou que as TD podem proporcionar aprendizado além do divertimento típico dos jogos eletrônicos e das redes sociais, deslocando a passividade habitual das redes sociais (muito utilizada entre jovens) para o uso das tecnologias de autoria (Scratch).

Os resultados desta investigação evidenciaram ser possível incluir o uso de tecnologias em sala de aula, proporcionando um engajamento dos estudantes tanto na abordagem *online* quanto na presencial (configurando o ensino híbrido), durante as atividades propostas, instigando-os a buscarem o conhecimento e, assim, modificando a maneira tradicional de ensino que utiliza preferencialmente o livro didático. Trata-se de uma transformação na abordagem de ensino e uma migração de plataformas de conteúdo didático, do analógico para o digital, com maior engajamento e protagonismo dos estudantes. É possível promover a construção do conhecimento com a utilização das tecnologias com/para/pelos estudantes no ensino híbrido. O uso das tecnologias digitais pode trazer oportunidades de aulas mais interativas, envolventes, despertando no estudante o interesse em aprender e estudar mais, principalmente pelo protagonismo que exercem ao longo do processo. O desenvolvimento de estratégias de Ensino de Ciências no conteúdo sobre o Sistema Solar e a linguagem de programação Scratch foram implementados e culminaram na apresentação da Feira Científica e Tecnológica.

As análises das pesquisas desenvolvidas para promover a construção do conhecimento foram plenamente satisfatórias, e o uso da ferramenta Scratch superou as expectativas.

#### DISSERTAÇÃO 4

CAMPOS, Fabrício Vieira. **PC: O uso do Scratch no ensino de Ciências.** Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2021.

Nesta dissertação, o autor teve sua prática de produção de dados desenvolvido com estudantes do 1º ano do Ensino Médio integrado ao técnico, com foco em ciências.

**Método:** Quanto à abordagem, esta pesquisa é do tipo qualitativa, já que foi realizada no ambiente natural dos estudantes e buscou-se analisar dados descritivos através da observação do pesquisador, da gravação de vídeos e, ainda, preocupou-se com o processo, e não o produto. Os estudantes utilizaram o Scratch, um *software* para o desenvolvimento de programas que permite diversas possibilidades de atividades a serem elaboradas, como animações, histórias, jogos e simulações. Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados os projetos desenvolvidos pelos estudantes, questionários e as anotações de campo do pesquisador. Na análise, buscou-se identificar a presença dos pilares do PC nos projetos, como: o reconhecimento de padrões, a decomposição, o algoritmo e a abstração. Além disso, observaram-se a criatividade e a autonomia dos estudantes e as habilidades em programação desenvolvidas por meio da avaliação automática feita pela plataforma Dr. Scratch.

**Problema:** Quais as contribuições de uma sequência didática baseada em atividades problematizadoras, vinculadas às disciplinas de Ciências, com o uso do software Scratch para o desenvolvimento do PC?

**Objetivo:** Verificar a aprendizagem do PC através de atividades problematizadoras com foco em Ciências.

**Abordagem teórica:** Conceito de PC e seus desdobramentos (CSTA, 2015 *apud* Raabe; Couto; Blikstein, 2020; Boucinha, 2017; Bundy, 2007; Csizmadia *et al.*, 2015; ). Considerando as falas de Bundy (2007), Mestre (2017), Blikstein (2008), SBC (2011), Csizmadia (2015) e Liukas (2015), reconheceu-se que o PC representa um novo entendimento do papel das Tecnologias da Informação e Comunicação diante da nossa sociedade. E reforça ainda o relacionamento entre pessoas e computadores, indicando às pessoas os processos cognitivos e aos computadores o papel de processamento de grandes quantidades de informações em um tempo relativamente pequeno. Os quatro pilares do PC de Brackmann (2017) e Wing (2016). E os conceitos relacionados à elaboração de uma sequência didática no processo educativo de acordo com Zabala (1998).

**Proposta da pesquisa:** Elaboração e execução de uma sequência didática com os estudantes do Ensino Médio, na perspectiva de utilizar o PC em conexão com os conteúdos das disciplinas da área de ciências (Física, Química e Biologia) para o desenvolvimento da autonomia e da criatividade dos estudantes e dos pilares do PC, sendo abstração, reconhecimento de padrão, decomposição e algoritmos.

**Resultados:** Presença dos pilares do PC, as habilidades desenvolvidas pelos estudantes, por meio da plataforma Dr. Scratch, a autonomia e, também, a criatividade dos estudantes; o pilar da decomposição esteve presente em diversos projetos e evidenciou a divisão das ações dos personagens ao longo dos projetos. O pilar do reconhecimento de padrões foi evidenciado em projetos que eram do mesmo tipo, ou seja, se o grupo tivesse desenvolvido um jogo e, em outro encontro, fosse desenvolver outro jogo, era evidente o reconhecimento de padrões. Já o pilar do algoritmo esteve presente em todos os projetos, pois utilizamos em nossa pesquisa um *software* de programação em blocos. Assim, para elaborarem os seus projetos, os estudantes tiveram de criar algoritmos.

Considera-se que a sequência didática conseguiu desenvolver os pilares do PC, tendo contribuído para que os estudantes buscassem entender melhor os conteúdos selecionados, para, assim, poderem elaborar os seus projetos. Nota-se que os estudantes conseguiram desenvolver o conceito de criatividade ao utilizarem o Scratch como ferramenta para elaboração dos projetos. Já quanto à autonomia, percebe-se que os estudantes não estavam acostumados com uma aula em que eles tivessem de fazer escolhas e ter controle de suas aprendizagens. Quanto aos elementos da sequência didática, identificou-se que permitir aos estudantes selecionarem se desejavam desenvolver um Jogo, Simulação ou História com o Scratch trouxe um fator que, inicialmente, permitiu trabalhar com os estudantes diversos tipos de estruturas de programação e de blocos de programação do Scratch, mas também trouxe uma dificuldade que os estudantes relataram no questionário final, que foi o tempo.

#### DISSERTAÇÃO 5

CHAVES, Carolina Dias. **O uso de atividades de robótica e Linguagem de Programação para o desenvolvimento do PC.** 2023. Dissertação (Mestrado em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2023.

Nesta dissertação, a autora teve sua prática de produção de dados desenvolvida com estudantes com idades entre 7 e 8 anos, sobre uma sequência didática que abordou o tema “As máquinas que amamos”.

**Método:** Pesquisa de natureza qualitativa, com uma abordagem do tipo pesquisa-intervenção. Foi constituída uma intervenção junto a um grupo de seis estudantes (com idades entre sete e oito anos) em uma escola parceira, privada e não regular, que utilizou uma sequência didática elaborada com base na abordagem construcionista, proposta por Seymour Papert, no movimento *Maker* e na metodologia dos 4Cs, proposta pela Lego Education. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: registros escritos; audiovisuais e observação participante. A sequência didática foi constituída por oito aulas, com duração de uma hora e vinte minutos cada uma e abordou o tema “As máquinas que amamos”, escolhido pelos estudantes. A análise dos dados ratificou a presença das características de vocabulários do PC conforme proposto por ISTE/CSTA em 2011.

**Problema:** Quais são as características de uma sequência didática, para o trabalho com PC proposto por ISTE/CSTA, em estudantes entre sete e oito anos?

**Objetivo:** Investigar os elementos e pressupostos de uma sequência didática para o trabalho com o PC em crianças, pautada na linguagem de programação e na robótica educacional.

**Abordagem teórica:** A história da informática educativa no Brasil (Almeida, 2020; Valente; Almeida, 1997, 2020; Brasil, 2017, 2022); Construcionismo (Valente; Blikstein, 2019; Valente, 2005; Morelatti, 2001; Wisniewski, 2022); RE (Campos, 2017; Papert, 1985, 1994; Valente, 1999; Valente; Blikstein, 2019; Barbosa, 2011); PC (Bastos, 2005; Sunkel, 2006; Costa *et al.*, 2012; Silvestrini; Soares; Penna, 2017; Wing, 2006, 2008; Ferri; Santos; Rosa, 2016; Bundy, 2007; Brasil, 2018; Resnick, 2009; Brackmann, 2017; Csizmadia *et al.*, 2015; Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2017; ISTE/CSTA, 2011; Valente, 2019); Movimento *maker* (Blikstein; Valente; Moura, 2020; Valente; Blikstein, 2019; Vuorikari; Ferrari; Punie, 2019; Papert, 1994); Sequência didática (Zabala, 1998; Lino de Araújo, 2013; Morelatti *et al.*, 2014).

**Proposta da pesquisa:** A proposta da dissertação foi desenvolver uma sequência didática para o trabalho com o PC em crianças, pautada na linguagem de programação e na Robótica Educacional (RE).

**Resultados:** A análise da intervenção vivenciada, com o objetivo de investigar os elementos e pressupostos da sequência didática para o trabalho com o PC em crianças, pautada na linguagem de programação e na robótica educacional, evidenciou a importância do conhecimento da tecnologia e do PC, tanto nas tarefas habituais quanto nos problemas de soluções complexas, confirmando-as como poderosas ferramentas na organização e na execução de ações voltadas ao aprendizado da criança. Uma sequência didática, pautada em Linguagem de Programação e RE, que envolva atividades desconectadas e conectadas, que trabalhe com projeto engajador, no qual o tema seja escolhido pelo estudante, permitindo que ele seja o protagonista vivenciando as fases de conexão, construção e contemplação e compartilhamento de suas criações, contribui para o desenvolvimento do PC das crianças. Além disso, ressaltamos como essenciais os elementos das atividades propostas na sequência didáticas, tais como: coleta de dados; análise de dados; representação de dados; abstração; decomposição do problema; algoritmos e procedimentos; simulação; paralelismo; e automação.

#### DISSERTAÇÃO 6

JEREMIAS, A. L. R. **Proposta maker de ensino:** uso do *scratch* como ferramenta para a elaboração de jogos digitais de ciências. 2023. 156 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET - Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2023.

Nesta dissertação, o autor produziu os dados de sua pesquisa com estudantes do 8º ano ao construir jogos digitais no ensino dos conteúdos de Ciências.

**Método:** A metodologia adotada foi a pesquisa participante (PP), orientada pelo modelo desenvolvido por Guy Le Boterf (1980).

**Problema:** Como a construção de jogos digitais pautada no Ensino *Maker* pode contribuir para o ensino dos conteúdos de Ciências e promover maior engajamento e motivação entre estudantes do 8º ano de uma escola pública estadual, em Goiânia?

**Objetivo:** Analisar quais as contribuições da construção de jogos digitais, pelos estudantes, no ensino de Ciências, como instrumento de mediação.

**Abordagem teórica:** A fundamentação teórica considerou a discussão de clássicos e contemporâneos sobre a Cultura *Maker* (Milne *et al.*, 2014; Gonçalves; Benite, 2022; Kuznetsov; Paulos, 2010; Van Abel, 2012; Mello; Almeida Neto; Petrillo, 2020; Papert, 1980; Zsigmond, 2017; Pinto *et al.*, 2018); o *STEM* e o *STEAM education* (Bacich; Holanda, 2020; Srikoom; Faikhanta; Hanuscin, 2018; Pugliese, 2020; Nadelson; Seifert, 2017; Resnick, 2014; Silva *et al.*, 2017; Costa, 2020; Lorenzin; Assumpção; Bizerra, 2018); a ABP (Mattar, 2010; Silva *et al.*, 2018; Moran, 2015; Berbel, 2011; Diniz, 2015); a utilização das tecnologias e dificuldades no Ensino de Ciências (Brasil, 1996; Krasilchik, 2000; Benite; Guimaraes; Cedro, 2019; Pozo; Crespo, 2009; Silva *et al.*, 2018; Berbel, 2012; Vianna *et al.*, 2013).

**Proposta da pesquisa:** Discutir as possibilidades da aplicação do Ensino *Maker*, permeado pela Aprendizagem Baseada em Projeto – ABP e pelos Três Momentos Pedagógicos – 3MP, na construção de jogos digitais, e de que forma essa inserção pode contribuir para o engajamento e motivação entre os estudantes no ensino dos conteúdos de Ciências, tendo em vista sua participação mais ativa no processo de aprendizagem.

**Resultados:** A construção de jogos pautada no ensino *maker* pode ser trabalhada no âmbito educacional, utilizando diversos *softwares*, porém o Scratch é gratuito e seu foco principal é o PC e a aprendizagem criativa. É importante ressaltar que a inserção dos jogos no ensino não implica no abandono das metodologias de ensino tradicional. Ela é apresentada, neste estudo, como forma de implementar ao método tradicional, de forma a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes e desenvolver competências e habilidades, como previsto na BNCC.

A inclusão de metodologias ativas de ensino/aprendizagem através da construção de jogos digitais, utilizando PC, através do *software* Scratch, como recurso educacional visando a aprendizagem, o protagonismo, a autodeterminação e o engajamento, pode ser uma estratégia de ensino e aprendizagem de auxílio para o professor em sala de aula, de modo que o professor poderá dinamizar suas aulas e incentivar os estudantes na construção do conhecimento.

## DISSERTAÇÃO 7

OLIVEIRA, S. B. de. **RE:** sequência didática para introdução ao desenvolvimento do PC utilizando o *BBC Micro:bit* no 9º ano do EF. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2023. 142 p. : il.

Nesta dissertação, o autor produziu os dados da pesquisa ao implementar uma sequência didática para introduzir o desenvolvimento do PC com uso do *BBC Micro:bit*, com estudantes do 9º ano do EF.

**Método:** Realizou-se um experimento com 17 estudantes durante 6 encontros, cada qual com duração de 2h, para investigar a Sequência Didática e o início da formação do PC. Nesses encontros, promoveu-se uma série de atividades interdependentes e projetos ordenados para identificar as habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo, descritas no Currículo de Referência, Tecnologia e Computação do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pesquisas com a temática Robótica Educacional. A pesquisa foi conduzida sob a perspectiva metodológica qualitativa e utilizou-se de questionários, ficha de observação e diário de pesquisa. Na análise dos resultados, sob a perspectiva descritiva e interpretativa.

**Problema:** Como implementar uma Sequência Didática para a introdução ao desenvolvimento do PC utilizando o recurso *BBC Micro:bit* no Ensino Fundamental, Anos Finais?

**Objetivo:** Investigar e implementar uma Sequência Didática utilizando-se da Robótica Educacional para introdução ao desenvolvimento do PC com estudantes do 9º ano do EF da Rede Estadual na cidade de Manaus, Amazonas.

**Abordagem teórica:** Sequências Didáticas (SD) (Pannuti, 2004; Zabala, 1998; Peretti; Tonin, 2013) TD e PC (Almeida; Valente, 2012; Albuquerque *et al.*, 2020; Brackmann, 2017; CIEB, 2020; Brasil, 2018; Sobrinho; Junior; Moraes, 2021; Raabe; Couto; Blikstein, 2020; Silva; Sobrinho; Valentim, 2020; Raabe; Brackmann;

Campos, 2020; SBC, 2019); Robótica Educacional e Educação STEM (Papert, 1985, 1994; Santos; Silva, 2020; Viana; Ribeiro; Figueiredo, 2021; Pugliese, 2017; Pereira *et al.*, 2020).

**Proposta da pesquisa:** Implementação de uma SD que utilizasse a abordagem RE e o recurso educacional BBC Micro:bit para a introdução de práticas relacionadas ao desenvolvimento do PC a estudantes do 9º ano do EF.

**Resultados:** Compreensão dos conceitos de algoritmo, PC e suas habilidades (decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo) desenvolvidos dentro de uma realidade local, através de atividades desplugadas ou plugadas.

A SD realizou o que foi proposto, proporcionando um ambiente de criatividade, permitindo a criticidade e o trabalho colaborativo, aplicados na resolução de problemas. Ressalta-se que, a partir da SD aplicada, o PC, mesmo de forma introdutória, é uma área de conhecimento relevante para a Educação Básica; os projetos propostos na SD contribuíram para o ensino de alguns conceitos de ciências e matemática, dentro do contexto da realidade dos estudantes; durante a implementação da SD, foi possível identificar o desenvolvimento das habilidades (decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo) do PC na realização das atividades pelos estudantes, sendo estas habilidades fundamentais para a resolução de problemas.

### DISSERTAÇÃO 8

SIMON, Alexandre. **A máquina de Rube Goldberg (MRG), como promotora de habilidades do PC no EF.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, 2020. 104 f.

Nesta dissertação, o autor buscou produzir os dados da pesquisa ao desenvolver a MRG como promotora de habilidades do PC no EF.

**Método:** Desenvolvida seguindo os princípios da pesquisa qualitativa, a qual constará de um estudo de caso de observação participante, contemplando a observação para coleta de dados, centrando na escola como ambiente a ser investigado. Envolvendo a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada.

**Problema:** Que habilidades do PC são desenvolvidas pelos estudantes durante a execução de uma sequência didática que envolve a construção de uma máquina complexa de *Rube Goldberg*? E como a construção e reconstrução da máquina de *Rube Goldberg* influencia no raciocínio lógico e abstrato dos estudantes?

**Objetivo:** Elaborar e aplicar uma sequência didática que envolve a construção e a replicação da MRG, envolvendo estudantes do 8º ano do EF. Durante a aplicação, busca-se analisar as contribuições da atividade, frente à formação de abstrações e ao uso das habilidades de PC na resolução de problemas e à influência no raciocínio lógico e abstrato dos estudantes.

**Abordagem teórica:** PC de acordo com Wing (2006, 2014, 2016); ISTE (2011); Grover e Pea (2013); CIEB (2018); pilares que compõem o PC (Code.Org, 2016; Liukas, 2019; BBC Learning, 2015; Grover e Pea, 2013; Csizmadia *et al.*, 2015; Brackmann, 2017; Santos, 2018); Educação em fase de transformação (Silveira, 2012; Piaget, 1995, 1976; Almeida, 2000); Máquina de *Rube Goldberg* (Deveci, 2019; Lei *et al.*, 2012).

**Proposta da pesquisa:** A proposta desta pesquisa, além de trabalhar habilidades indispensáveis à vida moderna, como o trabalho em equipe, a resiliência e a resolução de problemas, buscou promover as habilidades de PC, encontradas também como os Quatro Pilares de PC, sendo elas a abstração, reconhecimento de padrões, algoritmo e abstração, através de uma sequência didática de construção e replicação da máquina de *Rube Goldberg*.

**Resultados:** A sequência contou com a pesquisa sobre o assunto, o desenvolvimento do projeto de construção, a descrição de um relatório contendo o passo a passo da atividade, bem como o desenvolvimento de um fluxograma e uma animação realizada no Scratch, e por último a replicação da máquina por um grupo oposto. A atividade incentiva o uso destas habilidades e vincula-se a uma estratégia de ensino, na qual os estudantes sentiram motivação em realizar e divertiram-se durante o processo. Embora os mesmos tivessem apresentado dificuldades, por vezes, em realizar o trabalho colaborativo, ao final compreenderam que era o caminho certo para a conclusão com êxito da atividade. Conclui-se que os estudantes apresentaram, durante as atividades, indícios de reflexões sobre as atividades propostas de construção e replicação da MRG. Os resultados indicam que os estudantes utilizam mais das abstrações empíricas e apresentam dificuldades de refletir sobre partes da máquina construída. Sendo que em todas as atividades tem-se o indício da abstração reflexionante, que faz parte

das habilidades do PC, e que a mesma pode ser desenvolvida por meio de atividades práticas. É relevante destacar o PC como parte do currículo e que esta prerrogativa possa estar acessível a outras instituições de ensino, tanto particulares como públicas, com vistas a uma educação com equidade e de qualidade.

#### DISSERTAÇÃO 9

PUZISKI, Marcelo. **O desafio do desenvolvimento do PC na escola:** vivenciando experiências e construindo habilidades. 2019. 155 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Caxias do Sul, RS, 2019.

Nesta dissertação, o autor buscou produzir seus dados de pesquisa por meio da resolução de atividades de programação no Scratch com estudantes do 4º ao 7º ano do Ensino Fundamental.

**Método:** A pesquisa desenvolvida foi de abordagem qualitativa, aplicada na área de Ensino de Ciências e Matemática. Sua natureza é exploratória, pois se pretende por meio dela obter maior familiaridade com o problema investigado. Ela é também de natureza explicativa, pois se pretende identificar os aspectos que contribuem para o desenvolvimento do PC, que é o fenômeno estudado. Os procedimentos desta pesquisa a caracterizam como participante, devido ao fato de que o pesquisador esteve ativamente envolvido, de modo cooperativo, nas situações pesquisadas.

**Problema:** De que maneira atividades de programação realizadas no Scratch podem influenciar no desenvolvimento do PC de crianças e adolescentes que estão no EF?

**Objetivo:** Promover o desenvolvimento das habilidades do PC de crianças do quarto ao sétimo ano escolar, por meio de atividades desenvolvidas semanalmente por meio do *software* Scratch.

**Abordagem teórica:** Aborda a teoria construcionista de Seymour Papert, exploram-se conceitos e definições do PC, como o PC se relaciona com a escola, apresentam-se características do estudante do século XXI e a Taxionomia de Bloom (Barcelos; Silveira, 2012; Rodriguez *et al.*, 2015; Schoeffel *et al.*, 2015; Brackmann, 2017; Brennan; Resnick, 2012; Wing, 2006; Royal Society, 2012; Bloom *et al.*, 1956; Falloon, 2016).

**Proposta da pesquisa:** Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre atividades de programação em bloco no Scratch.

**Resultados:** As atividades propostas neste trabalho refletiram de maneira positiva no desenvolvimento do PC de crianças e adolescentes do Ensino Fundamental e, levando em consideração o caminho desenvolvido nesta pesquisa, houve sucesso nas expectativas. Esta pesquisa, junto com seu produto educacional, foi um esforço para trazer para as escolas brasileiras práticas que visem o desenvolvimento de habilidades para o estudante do século XXI. O produto educacional foi concebido de maneira que qualquer escola com um laboratório de informática básico possa adotar e adaptar este desafio ao seu corpo discente: desenvolver habilidades do PC. O produto educacional e os resultados da pesquisa apresentada poderão trazer uma possibilidade nova para professores das escolas que estão engajados em desenvolver habilidades do século XXI em seus estudantes. São contribuições para algo maior: o processo de mudança pelo qual a Educação está passando. Professores, nativos digitais ou não, podem trabalhar com os resultados apresentados e também criar histórias de sucesso. A Educação *Maker* também foi grande influenciadora para o material desenvolvido. Uma área em ascensão, especialmente com a robótica educacional se popularizando em escolas particulares, de modo que o Brasil tem grande potencial para desenvolver pesquisas e se tornar autoridade na área.

Fonte: Próprio pesquisador (2023)

## Apêndice 02: Códigos de comando, linguagem de programação em texto C++ usado para controlar o carrinho.

```

//Definição dos pinos de saída para os dois
motores e os LEDs

#define IN1 7
#define IN2 6
#define IN3 5
#define IN4 4
int led1 = 2;
int led2 = 3;

//Definindo pinos para o controle de
velocidade dos motores
#define ENA 10
#define ENB 11

void setup() {

  Serial.begin(9600); // inicia a porta serial,
  configura a taxa de dados para 9600 bps

//Declarando os motores e os LEDs como
saídas
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);
  pinMode(IN4,OUTPUT);
  pinMode(ENA,OUTPUT);
  pinMode(ENB,OUTPUT);

//Velocidade dos motores, caso esteja muito
lento ou muito rápido altere os números
entre 0 e 255

  analogWrite(ENA,110);
  analogWrite(ENB,110);
}

char cha;

void loop() {
if (Serial.available() > 0) {
  cha = Serial.read();
  delay(2);

```

```

//Movimenta para frente

```

```

if(cha == 'F'){
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  digitalWrite(IN3,HIGH);
  digitalWrite(IN4,LOW);
}

```

```

//Movimenta para trás

```

```

if(cha == 'B'){
  digitalWrite(IN1,LOW);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  digitalWrite(IN3,LOW);
  digitalWrite(IN4,HIGH);
}

```

```

//Movimenta para direita

```

```

if(cha == 'R'){
  digitalWrite(IN1,LOW);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  digitalWrite(IN3,HIGH);
  digitalWrite(IN4,LOW);
}

```

```

//Movimenta para esquerda

```

```

if(cha == 'L'){
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  digitalWrite(IN3,LOW);
  digitalWrite(IN4,HIGH);
}

```

```

//Sem movimento

```

```

if(cha == '0'){
  digitalWrite(IN1,LOW);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  digitalWrite(IN3,LOW);
  digitalWrite(IN4,LOW);
}

```

```
//Liga os LEDs
```

```
if(chacha == '3'){  
  digitalWrite(led1,HIGH);  
  digitalWrite(led2,HIGH);  
}
```

```
//Desliga os LEDs
```

```
if(chacha == '4'){
```

```
  digitalWrite(led1,LOW);  
  digitalWrite(led2,LOW);
```

```
}  
}
```