



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLAR**

DOUTORADO PROFISSIONAL

RAFAEL PITWAK MACHADO SILVA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA
INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA
ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO**

PORTO VELHO/RO,
2025.

RAFAEL PITWAK MACHADO SILVA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA
INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE
UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutorado em Educação Escolar pelo Pós-Graduação em Educação Escolar (PPGEEProf) - Doutorado Profissional, da Universidade Federal de Rondônia.

Área de concentração: Educação.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Fonseca de Castro.

Linha de pesquisa: Formação de Professores, Trabalho Docente e Práticas Pedagógicas na Educação Básica.

PORTO VELHO/RO,

2025

Catalogação da Publicação na Fonte
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

S586r Silva, Rafael Pitwak Machado.
Robótica educacional como abordagem didática: uma intervenção histórico-cultural com professores de uma escola pública de ensino médio de Porto Velho/RO / Rafael Pitwak Machado Silva. - Porto Velho, RO, 2025.

302 f.: il.

Orientação: Prof. Dr. Rafael Fonseca de Castro.

Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar Mestrado e Doutorado Profissional (PPGEEProf). Núcleo de Ciências Humanas. Fundação Universidade Federal de Rondônia.

1. Robótica educacional. 2. Formação continuada de professores. 3. Intervenção pedagógica. 4. Ensino médio. 5. Conceitos científicos. I. Castro, Rafael Fonseca de. II. Título.

Biblioteca Central

CDU 37



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLAR - MESTRADO E DOUTORADO PROFISSIONAL

FOLHA DE APROVAÇÃO EM DEFESA DE DOUTORADO

Rafael Pitwak Machado Silva defendeu a de Tese de Doutorado "**Robótica Educacional como abordagem didática: uma intervenção histórico-cultural com professores de uma Escola Pública de Ensino Médio de Porto Velho/RO**", apresentada ao Curso de Doutorado em Educação Escolar, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Universidade Federal de Rondônia (PPGEEProf/UNIR) como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de **DOUTOR EM EDUCAÇÃO ESCOLAR**. Aprovada no dia 03 de dezembro de 2025, pela Banca Examinadora constituída pelos Docentes:

Prof. Dr. Rafael Fonseca de Castro
Orientador e Presidente da Banca
Docente Permanente do PPGEEProf UNIR

Prof. Prof. Dr. Rafael Christofolletti
Membro interno titular - PPGEEProf/UNIR

Prof.^a Dr.^a Liliane da Silva Coelho Jacon
Membra interna à UNIR titular - PPGEM/UNIR

Prof. Dr. Lisandro José Alvarado-Peña
Membro externo titular - Universidad de Escuintla/México

Prof.^a Dr.^a Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar
Membra externa titular - PPGECEM/UFG

Porto Velho, 19 de fevereiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL FONSECA DE CASTRO, Docente**, em 19/02/2026, às 18:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL CHRISTOFOLETTI, Docente**, em 19/02/2026, às 19:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar, Usuário Externo**, em 20/02/2026, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LILIANE DA SILVA COELHO JACON, Docente**, em 21/02/2026, às 19:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lisandro José Alvarado Peña, Usuário Externo**, em 26/02/2026, às 10:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS MAGNO NAGLIS VIEIRA, Coordenador(a)**, em 26/02/2026, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unir.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2524076** e o código CRC **C0386892**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força que me sustentou em todos os momentos deste percurso e por iluminar os caminhos que me trouxeram até aqui.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar (PPGEEProf/UNIR), pela oportunidade de formação e pelo compromisso institucional com a pesquisa. A todos os professores do programa, pelas discussões, provocações intelectuais e contribuições.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Fonseca de Castro, cuja escuta atenta, rigor teórico, confiança e generosidade intelectual tornaram possível a construção desta pesquisa. Sua orientação ultrapassou o campo acadêmico e contribuiu decisivamente para minha formação humana, pedagógica e científica.

Agradeço à direção da escola onde realizei a pesquisa. Aos professores que participaram da formação, registro minha profunda gratidão pelo empenho, pela disponibilidade, pelo acolhimento e pelo diálogo. Cada encontro, cada partilha e cada desafio enfrentado coletivamente contribuíram para a construção desta tese.

À minha esposa, Rafaela Félix Mendonça Pitwak Machado Silva, minha companheira de vida, cujo amor incondicional, paciência, apoio emocional e suporte diário tornaram possível a minha permanência e a minha resistência ao longo de todo o doutorado. Sua presença, incentivo e cuidado foram fundamentais em todos os momentos em que esta jornada pareceu difícil.

Aos meus filhos, Pedro e Lucas, que cresceram ao meu lado durante esta caminhada, oferecendo carinho, alegria e compreensão das minhas ausências, sempre me dando apoio quando mais precisava, com a simples presença.

Ao meu pai, Hélio Machado Silva Jr. (*in memoriam*), cuja memória permanece como fonte de inspiração, caráter, força e coragem. À minha mãe, Elizabeth Pitwak Machado Silva, por seu apoio constante, por acreditar em mim e por sempre reforçar a importância da Educação. À minha irmã, Luciana Pitwak Machado Silva, pelo carinho e presença ao longo da minha vida.

Agradeço, também, à minha sogra e a meu sogro, Francisca e Francisco, que, com generosidade e cuidado, sempre estiveram dispostos a ajudar no que fosse necessário durante este percurso.

Ao Grupo de Pesquisa HISTCULT/UNIR, espaço fundamental de formação, diálogo e produção intelectual. Aos colegas de pesquisa, agradeço pelas discussões teóricas, pelas leituras cuidadosas e pelo espírito coletivo que fortaleceu minha caminhada acadêmica.

SILVA, Rafael Pitwak Machado. **Robótica Educacional como abordagem didática: uma Intervenção Histórico-Cultural com Professores de Matemática de uma Escola Pública de Ensino Médio de Porto Velho/RO**. Orientador: Rafael Fonseca de Castro. 2025. 304f. Tese (Doutorado Profissional em Educação Escolar) – Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2025.

RESUMO

A presente tese explora a incorporação de Tecnologias Emergentes, em especial, da Robótica Educacional (RE), no contexto educacional brasileiro, com foco em Porto Velho, capital do estado de Rondônia. Essas tecnologias, ao transcenderem a mera transmissão de informações, oferecem novas dimensões aos processos escolares, enriquecendo as experiências educacionais quando tiverem intencionalidade pedagógica e se embasarem em referenciais teóricos pertinentes. A rápida evolução dessas tecnologias, contudo, representa um desafio, especialmente em um contexto de precarização da profissão docente. A RE emerge como uma abordagem pedagógica inovadora, proporcionando a oportunidade de desenvolver a criatividade, a resolução de problemas, o trabalho em equipe mediante o uso de *kits* didáticos e a participação em atividades que, embora, por vezes, configurem competições, devem priorizar a formação integral e a colaboração sobre a mera competitividade, buscando transcender uma lógica estritamente tecnicista de preparação para o mercado de trabalho. No entanto, a escassez de estudos sobre seus impactos pedagógicos e metodológicos, particularmente no Norte do Brasil, salienta-se a necessidade de investigações aprofundadas sobre suas possibilidades e seus desafios de implementação, principalmente, em escolas públicas. Apoiando-se na Teoria Histórico-Cultural (THC), esta pesquisa analisou como a RE pode se configurar como abordagem didática na Educação Escolar. A THC defende que o aprendizado ocorre mediado por signos e ferramentas, com o indivíduo se desenvolvendo por meio de relações sociais em um contexto cultural específico. No caso da RE, os robôs e as tecnologias a eles associadas podem transformar o ambiente escolar, possibilitando que estudantes se apropriem de conceitos científicos em relação aos do cotidiano. Como objetivo geral, visa planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica formativa voltada ao ensino de conceitos de disciplinas do Ensino Médio para docentes de uma escola pública de Porto Velho que oferece turmas dessa etapa da Educação Básica. Para a avaliação da intervenção, foram utilizados questionários, entrevistas semiestruturadas e observações registradas em áudio e vídeo dos encontros formativos como instrumentos de coleta de dados, aplicados antes, durante e após a intervenção pedagógica, seguindo as orientações metodológicas de Damiani, Castro e colaboradores. Participaram do estudo seis professores que receberam formação específica para o trabalho pedagógico com a RE no ensino de conteúdos em suas disciplinas. Este estudo pretendeu oferecer elementos para defender a ideia de que é possível implementar ações de RE em escolas públicas, principalmente se levarmos em consideração a importante parceria da pesquisa com catadores de materiais recicláveis de Porto Velho, com os quais buscamos selecionar insumos para a construção dos robôs durante a formação, ressaltando seu papel fundamental na gestão de resíduos e na inclusão social e ambiental da cidade. Por fim, esta tese buscou evidenciar que a RE, quando compreendida como mediação cultural e organizada intencionalmente à luz da Teoria Histórico-Cultural, pode favorecer a reorganização consciente da atividade docente, ampliando o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes.

Palavras-Chave: Robótica Educacional; Formação continuada de professores; Intervenção pedagógica; Ensino Médio; Conceitos científicos.

SILVA, Rafael Pitwak Machado. **ER as a didactic approach: a cultural-historical intervention with Mathematics teachers at a public High School in Porto Velho/RO.** Advisor: Rafael Fonseca de Castro. 2025. 304 sht. PhD Dissertation (Professional Doctorate in School Education) - Postgraduate Program in School Education, Federal University of Rondônia, Porto Velho, 2025.

ABSTRACT

This thesis investigates the incorporation of Emerging Technologies, particularly Educational Robotics (ER), into the Brazilian educational context, focusing on Porto Velho, the capital of the state of Rondônia. By transcending mere information transmission, these technologies add new dimensions to school processes, enriching educational experiences when guided by pedagogical intentionality and grounded in consistent theoretical frameworks. Nevertheless, the rapid evolution of these technologies poses significant challenges, especially in a context marked by the precarization of the teaching profession. ER emerges as an innovative pedagogical approach that fosters creativity, problem-solving, and teamwork through didactic kits and activities, even when configured as competitions, that should prioritize integral formation and collaboration over mere competitiveness. In this sense, ER seeks to transcend a strictly technicist logic oriented toward workforce preparation. However, the scarcity of studies addressing its pedagogical and methodological impacts, particularly in Northern Brazil, underscores the need for in-depth investigations into its implementation possibilities and challenges, especially in public schools. Grounded in Historical-Cultural Theory (HCT), this research analyzed how ER can be configured as a didactic approach within School Education. According to HCT, learning occurs through mediation by signs and tools, and human development takes place through social relations within specific cultural and historical contexts. In the case of ER, robots and associated technologies can reorganize the school environment, enabling students to appropriate scientific concepts in relation to everyday concepts. The general objective of this study was to plan, implement, and evaluate a formative pedagogical intervention to teach concepts from upper secondary education disciplines to teachers at a public school in Porto Velho that offers this stage of Basic Education. To evaluate the intervention, questionnaires, semi-structured interviews, and audio- and video-recorded observations of the formative meetings were used as data collection instruments, applied before, during, and after the pedagogical intervention, following the methodological guidelines proposed by Damiani, Castro, and collaborators. Six teachers participated in the study, receiving specific training in pedagogical work with ER in their respective disciplines. This study aimed to provide evidence that ER actions can be implemented in public schools, particularly through the research partnership established with recyclable material waste pickers from Porto Velho. Through this collaboration, materials were selected for robot construction during the training process, highlighting the waste pickers' fundamental role in waste management and in the city's social and environmental inclusion. Finally, this dissertation demonstrates that ER, when understood as a form of cultural mediation and intentionally organized in accordance with HCT, can foster the conscious reorganization of teaching activity, thereby expanding the development of higher psychological functions and students' appropriation of scientific concepts.

Keywords: Education Robotics; Continuous teacher education; Pedagogical intervention; High School; Scientific concepts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Triângulo de mediação.....	86
Figura 2 – Atividade Mediadora.....	88
Figura 3 – Mapa de Rondônia/Brasil.....	120
Figura 4 – Município de Porto Velho/RO.....	121
Figura 5 – Escola Estadual X.....	122

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Inscrições por ano na OBR no Brasil.....	27
Gráfico 2 - Quantitativo de teses e dissertações sobre Robótica no Brasil.....	51
Gráfico 3 - Quantitativo de testes e dissertações sobre RE no Brasil por Unidade Federativa.....	51
Gráfico 4 - Testes e dissertações sobre Robótica em PPGs relacionados a educação por região.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Marcos e Destaques da História da RE em Rondônia.....	44
Quadro 2 - Teses e dissertações sobre Robótica no Brasil.....	48
Quadro 3 - Produções por universidade.....	53
Quadro 4 - Frequência de palavras-chave.....	54
Quadro 5 - Teses e dissertações sobre RE em programas de pós-graduação em Educação.....	57
Quadro 6 - Comparação dos resultados de análise dos conceitos científicos e do cotidiano...	103
Quadro 7 - Perfil dos professores participantes da pesquisa.....	124
Quadro 8 - Etapas interventivas.....	128
Quadro 9 - Organização analítica da intervenção pedagógica.....	143
Quadro 10 – Movimento dialético da formação docente: contradições e superações.....	152
Quadro 11 – Movimento dialético dos conhecimentos sobre RE e THC.....	163
Quadro 12 – Movimento dialético do Trabalho Pedagógico com RE.....	179
Quadro 13 – Trabalho pedagógico com conceitos científicos antes e depois da intervenção.....	189
Quadro 14 – Experiência, expectativas e impressões dos professores.....	202
Quadro 15 – Avaliação da intervenção pedagógica pelos participantes.....	221
Quadro 16 - Relação entre as dimensões teóricas analisadas.....	225

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	- Acre
AEE	- Atenção Educacional Especializada
AL	- Alagoas
AP	- Amapá
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
BDTD	- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
CE	- Ceará
CIEPP	- Centro de Inovação para Excelência de Políticas Públicas
CNPQ	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONSEP	- Conselho Nacional de Saúde
CRE	- Coordenadoria Regional de Educação
CTPM	- Colégio Tiradentes da Polícia Militar
DF	- Distrito Federal
EaD	- Educação a Distância
EEEFM	- Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio
ER	- <i>ER</i>
ES	- Espírito Santo
FIC	- Formação Inicial e Continuada
FIRA	- <i>Federation of International Sports Association</i>
FLL	- <i>First Lego League</i>
FPE	- Funções Psicológicas Elementares
FPS	- Funções Psicológicas Superiores
IA	- Inteligência Artificial
IDEB	- Desenvolvimento da Educação Básica
IDHM	- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFRO	- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
ITA	- Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LEC	- Laboratório de Estudos Cognitivos
LEGO RCX	- <i>Robotic Commander Explorer</i>
MA	- Maranhão
MEC	- Ministério da Educação
MIT	- <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MN	- Mostra Nacional de Robótica
MS	- Mato Grosso do Sul
MT	- Mato Grosso
NAAH/S	- Núcleo de Atividades de Altas Habilidades/Superdotação
NXT	- <i>Next Generation</i>
OBR	- Olimpíada Brasileira de Robótica
PI	- Piauí
PIB	- Produto Interno Bruto
PNE	- Plano Nacional de Educação

PPG	- Programas de Pós-Graduação
PPGEA	- Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola
PPP	- Projeto Político Pedagógico
PUC/SP	- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
RE	- Robótica Educacional
RJ	- Rio de Janeiro
RO	- Rondônia
RR	- Roraima
SC	- Santa Catarina
SEE/Seduc	- Secretaria da Educação
SEE	- Subgerência de Ensino Especial
SEDUC/RO	- Secretaria Estadual de Educação do estado de Rondônia
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SNCT	- Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
STEM	- Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
THC	- Teoria Histórico-Cultural
TJR	- Torneio Juvenil de Robótica
TO	- Tocantins
TDIC	- Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UEPB	- Universidade Estadual da Paraíba
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRPE	- Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRRJ	- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFU	- Universidade Federal de Uberlândia
UNICAMP	- Universidade Estadual de Campinas
UNICEF	- <i>United Nations International Children's Emergency Fund</i>
UNIR	- Universidade Federal de Rondônia
UTFPR	- Universidade Tecnológica Federal do Paraná
ZDI	- Zona de Desenvolvimento Iminente

SUMÁRIO

SOBRE O AUTOR.....	13
1. INTRODUÇÃO	16
2. ROBÓTICA EDUCACIONAL	22
2.1. PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	22
2.2. ROBÓTICA EDUCACIONAL EM RONDÔNIA	28
2.3. REVISÃO SISTEMÁTICA NA BIBLIOTECA BRASILEIRA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES: PESQUISAS SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL EM PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO RELACIONADOS À EDUCAÇÃO NO BRASIL	46
2.4. HISTORICIDADE DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS CONTRADIÇÕES NUM CONTEXTO DE POLÍTICAS TECNOLÓGICAS NEOLIBERAIS.....	64
2.5. FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A ATUAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	66
3. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: APRENDIZAGEM E AO USO PEDAGÓGICO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	81
3.1. ASPECTOS HISTÓRICOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL.....	81
3.1.1. CONCEITOS SELECIONADOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E SUAS POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	82
3.2. PANORAMA CRÍTICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: DISPUTAS DE SENTIDO, DESAFIOS EPISTEMOLÓGICOS E PRÁXIS FORMATIVA.....	90
3.3. RELAÇÕES ENTRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA SOB A PERSPECTIVA HISTÓRICO- CULTURAL: CRÍTICA AO TECNOCENTRISMO	92
3.4. AMPLIFICADORES CULTURAIS	98
3.5. CONCEITOS CIENTÍFICOS E CONCEITOS ESPONTÂNEOS	101
3.6. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E ROBÓTICA EDUCACIONAL: POSSIBILIDADES TEÓRICO-PRÁTICAS.....	109
4. PERCURSO INVESTIGATIVO.....	119
4.1. O LÓCUS E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA	120
4.2. PESQUISAS DO TIPO INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	125

4.2.1. DIAGNÓSTICO	126
4.2.2. PLANEJAMENTO	127
4.2.3. IMPLEMENTAÇÃO	128
5. ANÁLISE DE DADOS (AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA)	142
5.1 CONTEXTO DA FORMAÇÃO PARA O TRABALHO PEDAGÓGICO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL E EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE PORTO VELHO.....	144
5.1.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA RECEBIDA PELOS PROFESSORES	144
5.1.2. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 2 - CONHECIMENTOS DOS PROFESSORES SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL E SOBRE A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	153
5.2. TRABALHO PEDAGÓGICO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE PORTO VELHO/RO	165
5.2.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO	165
5.2.2. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 2 - TRABALHO PEDAGÓGICO COM CONCEITOS CIENTÍFICOS	181
5.2.3. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 3 - DESAFIOS, LIMITES E PERSPECTIVAS PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA.....	191
5.3. EIXO ANALÍTICO 3: AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	204
5.3.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO E DE SEUS EFEITOS SOBRE OS PARTICIPANTES	205
6. CONSIDERAÇÕES	226
7. REFERÊNCIAS.....	241
ANEXOS.....	255
ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE DA PARTICIPANTE	255
ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE DA GESTORA DA ESCOLA.....	263
ANEXO III – QUESTIONÁRIO MISTO PRÉ-INTERVENÇÃO	264
ANEXO IV - QUESTIONÁRIO MISTO PÓS-INTERVENÇÃO	266
ANEXO V - AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO	267
ANEXO VI – E-BOOK ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL	268
ANEXO VII – MANUAL DE COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL	293

SOBRE O AUTOR

Minha trajetória acadêmica e profissional é marcada pela busca constante de busca em novas abordagens na Educação, sobretudo, em contextos desafiadores como a Amazônia brasileira. Nascido em São Bernardo do Campo, São Paulo, mudei-me com minha família para a Rondônia, em 1984, para a cidade de Cacoal. Essa mudança representou o início de um processo coletivo de migração familiar do centro-sul do país para a região amazônica, motivado por sonhos e desafios comuns.

Minha Educação Básica foi integralmente realizada na Fundação Bradesco, uma instituição gratuita. Durante o Ensino Médio, optei por um curso técnico em Administração de Empresas, que, aliado às disciplinas obrigatórias, me proporcionou ferramentas para o desenvolvimento profissional desde cedo. Na graduação, cursei Tecnologia em Informática e, ao concluir, direcionei meus esforços para me especializar em programação e desenvolvimento *web*, o que foi fundamental para os passos seguintes da minha carreira.

Em 2003, iniciei uma especialização *Lato sensu* em Metodologia do Ensino Superior. Esse período foi um divisor de águas: por meu destaque durante o curso, fui convidado a lecionar na Faculdade FARO no curso de Administração. No ano seguinte, assumi disciplinas no curso de Pedagogia da FATEC, onde comecei a explorar o uso de tecnologias na Educação sob a perspectiva de professor. Nesse mesmo ambiente, recebi o convite para coordenar o curso de Análise de Sistemas, cargo que ocupei até 2010.

Em 2010, fui aprovado no concurso público do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), no qual tive a oportunidade de contribuir com a tríade ensino, pesquisa e extensão. Nos primeiros anos, ainda sem estudantes matriculados, os encontros entre professores de diferentes áreas, engenheiros, pedagogos e analistas de sistemas, entre outros, fomentou um espaço fértil para ideias promissoras. Nesse contexto, fundamos o grupo de pesquisa GPMecatrônica, com foco no desenvolvimento de tecnologias educacionais que conectassem Mecânica, Informática, Eletrônica e Educação. O grupo adotou a Robótica Educacional (RE) como sua principal linha de pesquisa, um tema que viria a se tornar central em minha carreira.

Em 2012, iniciei o Mestrado em Educação Agrícola, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), concluído em 2014, no qual desenvolvi um sistema de Educação a Distância (EaD) por correspondência para a Penitenciária Federal de Segurança Máxima em Porto Velho. Essa

experiência reforçou meu compromisso com a inclusão e a transformação social por meio da educação.

Entre 2014 e 2019, conduzi diversos projetos, com e sem financiamento, incluindo o projeto “Difusão da Robótica”, contemplado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que difundiu a RE em dez escolas públicas de Porto Velho. Reconhecendo a importância da formação contínua, dediquei-me ao estudo da língua inglesa a partir de 2015, com o objetivo de me preparar para um possível doutorado sanduíche no futuro. Em 2019, aproveitando uma licença para capacitação, estudei inglês no Arizona, nos Estados Unidos, onde vivenciei uma experiência enriquecedora e aprofundada em um contexto educacional diferente.

De volta ao Brasil, comecei a estruturar o projeto de pesquisa que me levaria a ser aprovado, em 2021, no Curso de Doutorado em Educação Profissional em Educação Escolar pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR), sob a orientação do Prof. Dr. Rafael Fonseca de Castro. No mesmo ano, ingressei no Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR, liderado pelo Professor Rafael. Desde então, com o apoio deste grupo, venho participando de projetos de pesquisa, estágios de docência, eventos e da autoria de artigos e capítulos de livros, sempre com base nos referenciais da Teoria Histórico-Cultural (THC). Tem sido um desafio aprofundar os estudos dos referenciais psicológicos dessa teoria.

A pesquisa em tela buscou demonstrar que é possível implementar a RE em escolas públicas com recursos limitados, por meio do desenvolvimento de abordagens pedagógicas. Após algumas adaptações com meu orientador, meu projeto de pesquisa, embasado nos princípios da THC, teve como objetivo principal planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica formativa em uma escola pública na periferia de Porto Velho. Essa intervenção visou formar professores do Ensino Médio, demonstrando como a RE pode ser uma ferramenta potente no ensino, promovendo a motivação dos estudantes e ampliando suas possibilidades de aprendizagem, mesmo em contextos marcados por desafios econômicos e sociais.

É fundamental salientar a parceria com a CATANORTE, uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis localizada em Porto Velho, que constituiu parte essencial desta investigação. Esta colaboração refletiu a aplicação prática dos princípios da RE sustentável, além de valorizar a contribuição desses profissionais para a economia circular, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esse apoio se baseou na prévia formação dos cooperados no processo de identificação e seleção de itens de materiais eletrônicos recicláveis com potencial de reaproveitamento em atividades pedagógicas. Após essa seleção, os itens

foram submetidos a um processo de limpeza e adequação, conduzido pelos membros da cooperativa, o que assegurou que estivessem em condições adequadas para sua utilização na formação e nos experimentos realizados na Escola.

Ao longo dessa trajetória, percebi que meu compromisso vai além da academia. É um compromisso com o desenvolvimento humano, com a democratização do acesso às tecnologias educacionais e com a crença de que a Educação é o principal motor de transformação social, sobretudo em regiões periféricas brasileiras, como é o estado de Rondônia. Com esta pesquisa, espero ter contribuído não apenas para o avanço da RE no Brasil, mas também para a formação contínua de professores e para a criação de novas perspectivas para jovens da Amazônia Rondoniense.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de Tecnologias Emergentes (TE) na Educação, que inclui o uso de tecnologias móveis, educação híbrida, aprendizado ubíquo, sistemas de Realidade Aumentada, Robótica Educacional (RE) e Inteligência Artificial (IA), vem se expandindo tanto no Brasil quanto em escala global.

Essas tecnologias, quando incorporadas deliberadamente às propostas pedagógicas, têm o potencial de facilitar mediações variadas entre os indivíduos e os conceitos científicos, criando conexões entre o ambiente virtual e o real, e expandindo os horizontes da experiência educacional. De acordo com Castro (2020), essas tecnologias não se limitam a informar e/ou comunicar¹: constituem artefatos culturais que permitem aos sujeitos realizar ações em tempos e espaços variados, com múltiplas linguagens e formatos, articulando o real ao virtual de modo multimodal e multimídia. Por essa razão, o conceito de TE nos parece mais adequado do que o conceito ou do que expressões como “novas tecnologias”, uma vez que o emergente diz respeito ao tempo histórico e à superação de uma visão meramente funcionalista da tecnologia no processo educativo.

Essas tecnologias se caracterizam por atributos que transcendem a simples comunicação e transmissão de informações, por isso, adotamos o conceito mais abrangente de TE quando nos referimos à RE. Como destacado por Castro (2020), os usuários de dispositivos conectados podem realizar uma variedade de atividades que promovem a relação entre espaços e tempos variados, em formatos multimodais e multimídias. No entanto, a rápida evolução dessas tecnologias apresenta desafios, especialmente, para os educadores na hora de planejar atividades de ensino e incorporá-las em um contexto de crescente precarização da profissão (Saviani, 2007; Moura *et al.*, 2019).

A RE emerge como uma abordagem pedagógica cada vez mais valorizada nas escolas, suportada por políticas públicas e privadas. Por meio da distribuição de kits didáticos e da realização de competições, estudantes são incentivados a desenvolver capacidades como a criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe (Papert, 2020; Cabral, 2011; Campos, 2019). Apesar de sua popularidade crescente, estudos sobre os impactos pedagógicos e metodologias da RE ainda são escassos, especialmente, na Região Norte do Brasil, onde, até 2022, pesquisas sobre RE são quase inexistentes. Mais especificamente, em Rondônia, o

¹ Como sugere o limitante termo “Tecnologias da Informação e da Comunicação” (TIC), amplamente utilizado no Brasil.

cenário da RE é ainda mais desafiador, dada a escassez de estudos e iniciativas documentadas. Apesar disso, a história da RE em Rondônia é marcada por um compromisso com o desenvolvimento da robótica por algumas pessoas, desde a implementação de cursos de formação para professores até a participação em competições nacionais e internacionais. A integração da robótica nas escolas tem transformado o ambiente educativo em algumas poucas instituições do estado. Para uma maior adoção da RE em Rondônia, para além da estrutura e dos recursos tecnológicos necessários, segundo nossas observações, passa, inevitavelmente, pela formação dos professores que atuam nas escolas.

Para estudar esses fenômenos, adotamos como base teórico-metodológica a Teoria Histórico-Cultural (THC), mediante o aproveitamento de conceitos basilares desse constructo teórico que consideramos relevante à pesquisa a qual nos propomos desenvolver. A THC, de uma forma geral, enfatiza o papel das relações sociais e de artefatos culturais no desenvolvimento cognitivo das crianças, argumentando que o aprendizado é mediado por signos e ferramentas, sendo a linguagem preponderante nesse processo enquanto signo e ferramenta do pensamento (Vygotsky, 1982; Castro, 2014).

No contexto da RE, os robôs e as tecnologias a eles associadas, servem como ferramentas mediadoras que podem transformar positivamente propostas de ensino e ambientes de aprendizagem. Ao incorporar a RE em seu planejamento, desde que bem estruturada e com intencionalidade pedagógica, os educadores podem fazer os estudantes avançarem em suas Zonas de Desenvolvimento Iminente (ZDI²), conceito central na THC (Vygotsky, 1982). “Dentro” de suas ZDI, os aprendizes enfrentam desafios, com o acompanhamento do professor, em atividades educacionais que promovam o seu desenvolvimento.

Além disso, a THC destaca a importância dos conceitos científicos, que são sistematizados e transmitidos formalmente na Educação Escolar. Vygotsky (1982) diferenciou entre conceitos científicos e conceitos espontâneos, que os estudantes adquirem suas experiências cotidianas. Ele ensinava que os conceitos científicos ajudam a reorganizar e a elevar o entendimento dos conceitos espontâneos, formando uma base científica que antes era constituída apenas por conhecimentos empíricos. Defendemos que a RE pode ser uma abordagem pedagógica potente nos que se refere ao ensino na escola e à apropriação de

² Zoia Prestes (2010) argumenta que a tradução mais precisa do termo russo *zona blijaichego razvitia* seria “Zona de Desenvolvimento Iminente” (ZDI) em vez de “Zona de Desenvolvimento Proximal” (ZDP), forma pela qual o termo tem sido amplamente traduzido no Brasil ao longo dos anos. Segundo Prestes, a característica fundamental dessa “zona” reside nas potencialidades de desenvolvimento que ela abarca.

conceitos científicos pelos estudantes, via experiências concretas e mediante conexões diretas entre teoria e prática.

Dentro desse contexto, esta pesquisa se propõe a planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica formativa de caráter interdisciplinar, envolvendo docentes de diferentes áreas do conhecimento (Matemática, Ciências, Biologia e História) que atuam no Ensino Médio de uma escola pública periférica localizada em Porto Velho, capital do Estado de Rondônia. A intervenção foi orientada pelos fundamentos da THC, ancorada em sua base epistemológica, o Materialismo Histórico-Dialético, tendo como finalidade a reorganização consciente da atividade docente por meio da mediação intencional da RE como artefato cultural, visando à apropriação de conceitos científicos pelos estudantes e ao trabalho pedagógico com novas formas de ensino, em contextos concretos e historicamente determinados.

Porto Velho, uma cidade localizada na Amazônia Legal. É um município da região amazônica brasileira que enfrenta desafios socioambientais severos, como garimpo ilegal, desmatamento, poluição fluvial e um grave déficit em saneamento básico. E também se destaca pelo baixo desempenho em Educação, refletido no segundo pior Índice de Desenvolvimento Humano entre as capitais brasileiras (IDHM, 2010). A mudança do “Lixão” para um aterro sanitário privado acentua uma crise social, deixando catadores de materiais recicláveis, outrora sustentados pela coleta seletiva, sem fonte de renda devido à privatização do gerenciamento de resíduos (MNCMR, 2023). Nesse contexto, a pesquisa busca não apenas abordar um problema ambiental, mas também valorizar o papel crucial desses trabalhadores, com propostas de ações que os integrem e os reconheçam como agentes de transformação social e ambiental.

Em contraponto a essas adversidades, a RE tem sido um movimento pujante na região, demonstrando ser uma abordagem pedagógica que pode auxiliar na apropriação do conteúdo escolar, na apropriação de conhecimentos científicos e na busca por soluções aos problemas locais, primordialmente quando baseados em preceitos da THC, em especial, pressupostos de L. S. Vigotski³. A coleta dos dados incluiu questionários mistos, entrevistas semiestruturadas e registros em áudio/vídeo dos encontros formativos e observação participante, seguindo a modalidade de intervenção pedagógica definida por Damiani e Castro (2013), e emprega a análise dialética dos dados conforme Asbahr (2011) e Castro (2024). A seleção do local da pesquisa foi motivada pelo interesse da escola. O público-alvo abrange docentes de diferentes áreas do conhecimento, incluindo Matemática, Ciências, Biologia e História, refletindo o

³ Devido às diversas variantes na grafia do nome do autor na literatura científica, optamos por utilizar ‘Vigotski’ ao referenciá-lo em textos que não sejam citações de suas obras. Nas citações, será respeitada a grafia original conforme aparece em cada obra.

caráter interdisciplinar da proposta. A seleção desse grupo docente possibilitou explorar diversas abordagens didáticas que integram a RE enquanto abordagem didática para a apropriação de conceitos científicos específicos de cada disciplina – buscando criar alternativas pedagógicas que contribuam para o ensino em múltiplas áreas, a partir das especificidades de cada campo.

A presente investigação está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Universidade Federal de Rondônia (PPGEEProf/UNIR) e, neste programa, todas as pesquisas, de mestrado e doutorado, devem ser aplicadas. Para tal, foi desenvolvida uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, como nos moldes propostos por Damiani *et al.* (2013) seguindo as atualizações de Castro (2021). Segundo esses investigadores, pesquisas aplicadas deste tipo buscam melhorar processos educacionais por meio de mudanças teoricamente fundamentadas, avaliadas após sua implementação. Esse tipo de pesquisa se organiza em quatro fases: Diagnóstico, Planejamento, Implementação e Avaliação.

A fase de Diagnóstico será essencial para entender o contexto educacional e planejar a intervenção às necessidades específicas da instituição, como explica Castro (2021a). O Planejamento incluirá a definição de infraestrutura e conteúdo e a elaboração de uma sequência de planos de aula, as etapas interventivas, conforme descrito por Damiani *et al.* (2013). A Implementação ocorrerá mediante a execução das etapas interventivas, ao longo de quatro semanas, nas quais papéis específicos, como programador, montador, organizador e relator, que serão distribuídos entre os professores para a construção de um robô, seguindo a estrutura proposta por Fornaza e Webber (2014), como se fossem os estudantes, e de fato, o serão durante o processo formativo. Finalmente, na Avaliação da Intervenção, analisaremos dialeticamente os efeitos da intervenção e a intervenção propriamente dita, a partir dos dados coletados, podendo reiniciar o ciclo de intervenção para aprimorar futuras práticas educativas, segundo Damiani *et al.* (2013).

Para a Avaliação da Intervenção, a presente pesquisa empregará os instrumentos de coleta de dados questionário misto, entrevista semiestruturada e a observação participante (Bauer; Gaskell, 2017) em diferentes momentos das etapas interventivas, com vistas a avaliar o processo formativo como um todo e não apenas ao seu final. Neste sentido, serão aplicados instrumentos pré e pós-intervenção, como também ao longo da mesma.

A pesquisa adotou o Materialismo Histórico-Dialético como método de investigação e como abordagem de análise, conforme concebido originalmente por Marx e Engels (2010), o que permite uma leitura multidimensional dos dados, contemplando aspectos ontológicos, lógico-dialéticos e epistemológicos. Tal escolha metodológica se articula diretamente aos

fundamentos da THC, concebendo a realidade como um processo em constante transformação, mediado pela práxis e pelas contradições sociais e educativas. Segundo Asbahr (2011), a análise dialética a ser desenvolvida se estrutura em quatro etapas: identificação do perfil dos participantes; observação das singularidades que permitam estruturar eixos analíticos; definição da unidade de análise e identificação das abstrações auxiliares; e, por fim, a análise propriamente dita, com retorno ao concreto pensado. Esse percurso metodológico, fundamentado na THC e no Materialismo Histórico-Dialético (Engels, 1977; Marx, 1890), busca elucidar a essência do processo de formação pedagógica voltada à prática educativa concreta. As análises foram sistematizadas conforme a organização didática proposta por Castro (2024) para pesquisas histórico-culturais. A partir da verificação empírica inicial do contexto educacional investigado, foi definida uma unidade de análise e seus respectivos eixos, os quais se apoiam em abstrações auxiliares capazes de aproximar a pesquisa da essência da realidade investigada, num movimento de ascensão do abstrato ao concreto.

A Seção 1, esta Introdução, apresentou os elementos básicos que compõe a pesquisa a qual esta Tese de Doutorado se refere, temática, teórica e metodologicamente.

A seguir, na Seção 2, intitulada “Robótica Educacional”, apresentamos as subseções “Primeiras aproximações com a RE”, “RE em Rondônia”, “Revisão sistemática: Pesquisas sobre RE em Programas de Pós-Graduação Relacionados a Educação no Brasil” e “Formação de Professores e estrutura das Escolas Públicas”. O objetivo desta seção é explorar os aspectos fundamentais para uma compreensão ampla de como a RE tem se desenvolvido no Brasil, com um enfoque particular no Estado de Rondônia, além de examinar como essa área vem sendo investigada no contexto acadêmico nacional. Utilizamos uma diversidade de fontes para realizar um levantamento histórico sobre a RE, incluindo sites de notícias e jornais impressos locais, e para identificar as pesquisas sobre RE em programas de pós-graduação *Stricto sensu*, recorreremos à Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Procuramos estabelecer conexões entre os conceitos da THC e as abordagens correntes na RE, refletindo sobre como abordagens pedagógicas emergentes podem ser desenvolvidas a partir dessa perspectiva teórica. Ao final desta seção, também apresentamos uma análise sobre a formação docente voltada para a RE, baseando-nos nos estudos e produções acadêmicas disponíveis na BDTD.

Na Seção 3 desta tese, aprofundamo-nos na THC e suas possibilidades de aplicação em consonância com a RE. Apesar da vasta aplicação da THC em diversas áreas da Educação, identificamos uma lacuna na literatura acadêmica quanto à sua incorporação efetiva em ações de RE. A maioria das discussões sobre os princípios da THC aplicados na RE tende, segundo nossa revisão de literatura, a apresentar os conceitos de maneira fragmentada e com uma análise

superficial de sua aplicação prática. Nesta seção, comprometemo-nos a explorar detalhadamente alguns conceitos da THC, como “signos”, “ferramentas”, “mediação”, “Atividade mediadora”, “Conceitos Científicos”, “Conceitos Espontâneos”, e “Atividade Mediada”. O objetivo é de introduzir esses conceitos e demonstrar como eles podem ser implementados na prática da RE.

A Seção 4, composta por três subseções, intitulada “Percurso Investigativo”, apresentamos a abordagem da pesquisa, o lócus e seus participantes, bem como detalha os instrumentos de coleta de dados a serem utilizados ao longo da intervenção pedagógica. Esta, por sua vez, recebe destaque na última subseção, na qual são detalhadas todas as duas fases em pormenores.

A Seção 5, intitulada “Relação entre a formação e o trabalho pedagógico do professor de Ensino Médio com a Robótica Educacional”, busca compreender, na perspectiva histórico-cultural, como o processo formativo dos professores se articula com suas práticas pedagógicas mediadas pela RE em uma escola pública de Porto Velho/RO. A análise foi organizada em três eixos, que expressam momentos interdependentes do movimento dialético entre formação, prática e transformação pedagógica. O Eixo Analítico 1 examina o contexto da formação para o trabalho pedagógico com RE, abordando tanto a formação inicial e continuada recebida pelos professores quanto os conhecimentos mobilizados sobre Robótica Educacional e sobre a Teoria Histórico-Cultural. O Eixo Analítico 2 discute o trabalho pedagógico com RE no Ensino Médio, enfatizando a prática pedagógica dos professores, o trabalho com conceitos científicos e os desafios, limites e possibilidades de sua utilização como abordagem didática. Por fim, o Eixo Analítico 3 contempla a avaliação da intervenção pedagógica, considerando as transformações observadas e os efeitos formativos produzidos na atividade docente, buscando evidenciar o potencial da Robótica Educacional como mediação cultural e promotora do desenvolvimento humano.

2. ROBÓTICA EDUCACIONAL

Apresentaremos, nesta sessão, elementos para melhor compreender como a RE tem se manifestado no Brasil, especificamente, no Estado de Rondônia. E, também, como ela está sendo estudada no país. Para o levantamento histórico sobre a RE, utilizamos sites de notícias e jornais impressos locais. Para identificar as pesquisas sobre a RE na pesquisa *Stricto sensu* brasileira, utilizamos como fonte a BDTD.

Identificamos, neste percurso, que as teorias do Construcionismo e do Construtivismo são as mais utilizadas por quem pesquisa a RE no exterior e no Brasil. Outrossim, foram verificados poucos estudos sobre RE baseados na THC nas teses e dissertações encontradas. A partir dos dados obtidos, iniciamos uma discussão sobre a importância de analisar a RE sob o enfoque histórico-cultural. Nesse sentido, buscamos relacionar conceitos dessa perspectiva teórica com o que é praticado na RE. Também sugerimos práticas pedagógicas emergentes que possam ser desenvolvidas sob o enfoque dessa teoria, contrapondo o cenário hegemônico nacional em que predomina o Construtivismo em projetos e práticas de RE. Ao final dessa sessão, ainda fazemos uma análise acerca da formação docente para o trabalho pedagógico com a RE, a partir das produções sobre o tema encontradas na BDTD.

2.1. PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Há um longo percurso no Brasil e no mundo acerca do emprego de tecnologias aplicadas à Educação, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar, utilizando dispositivos como computadores, *tablets*, *smartphones*, jogos, além da RE, que têm sido integrados, mais recentemente, como instrumentos pedagógicos.

Em outros tempos, outras tecnologias eram utilizadas como instrumentos de apoio a práticas educativas, como o giz e o quadro negro, para trazer um exemplo simples de que todo recurso de apoio pode ser considerado uma tecnologia educacional. Por isso, no Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR, adotamos o conceito de Tecnologias Emergentes na tentativa de superar nomenclaturas não-dialéticas e a-históricas. Conforme afirmado por Castro (2020),

[u]ma tecnologia será emergente em seu tempo e será nova somente naquele tempo. Ao mesmo tempo, as tecnologias típicas da segunda década do século XXI possuem características que vão muito além de informar e comunicar. Os usuários de *smartphones* conectados podem realizar uma série quase inimaginável de atividades

com o aparelho em mãos. Muitas dessas atividades promovem o encontro do virtual com o real, em tempos variáveis, espaços distintos, multimodais e multimídias (p. 85-86).

À medida que TE com potencial pedagógico surgem, é necessário prestar atenção a elas, pois aumentam os desafios dos educadores, desde a Educação Escolar até à Educação Superior. Não é uma tarefa fácil para o docente, em meio a tantas obrigações, em um contexto de crescente precarização da profissão (Saviani, 2007; Moura *et al.*, 2019) acompanhar o progresso das tecnologias. Essa precarização se reflete em dados alarmantes: segundo o Censo Escolar (INEP, 2023), há um crescimento expressivo de contratos temporários nas redes estaduais, fragilizando o vínculo docente e a continuidade de projetos pedagógicos. Além disso, relatórios da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) apontam que o professor brasileiro enfrenta uma das maiores cargas horárias em sala de aula, restando escasso tempo remunerado para o planejamento e a apropriação de ferramentas complexas. Nesse cenário, é um desafio hercúleo também acompanhar o progresso das tecnologias e ainda ter que incorporar didaticamente em suas práticas.

A RE entra neste contexto de desafios em tempos de grandes avanços tecnológicos, podendo ser utilizada como uma alternativa didática à Educação Escolar, visto que vem sendo cada vez mais incorporada na Educação Básica, mediante políticas públicas e privadas de incentivo. Para isso, em geral, são distribuídos *kits* didáticos de fácil montagem e realizadas competições e olimpíadas que incentivam os estudantes a desenvolverem suas habilidades e experiências em diferentes disciplinas escolares por meio da RE.

Apesar de o uso da RE ter crescido nas escolas (Santos, 2021a; Silva, 2019; Silva Junior, 2019; Oliveira, 2019; Melo, 2019; Lima, 2018; Campos, 2017; Libardoni; Pino, 2016; Santos, 2016; Fornaza; Webber, 2014; Cabral, 2011), há poucos estudos sobre seus impactos pedagógicos, métodos pedagógicos e referenciais adotados e resultados alcançados. Poucas investigações aprofundam as implicações educacionais da RE como estratégia didática e, na região norte do Brasil, especificamente em Rondônia, essas eram quase inexistentes até 2022. Na tentativa de compreender melhor esse cenário, realizamos uma pesquisa exploratória (Gil, 2017) com o objetivo de mapear as pesquisas sobre RE em programas de pós-graduação *Stricto sensu* no Brasil e analisar o seu conteúdo. Para tal, utilizamos a BDTD e encontramos um número limitado de pesquisas, o que evidencia a necessidade de mais estudos e discussões sobre a RE no país, especialmente, em sua Região Norte.

A Robótica é definida como a ciência e técnica envolvida na criação, construção e uso de robôs, que são aparelhos automáticos capazes de executar diferentes tarefas, algumas feitas

pelo homem (Michaelis, 2022). Na RE, Papert (2020) destaca o desenvolvimento da criatividade e a resolução de problemas sugeridos em um contexto educacional, além do conhecimento técnico, como habilidades em trabalho em equipe, comunicação, empatia, liderança e compromisso. De acordo com Libardoni e Pino (2016), o aumento do interesse na RE nas últimas décadas, e a tentativa de incluí-la em diferentes níveis de ensino justificam o seu interesse na área educacional. Segundo Papert (2020), a RE possibilita o desenvolvimento da criatividade, da autonomia e da cidadania. Já Silva e Blikstein (2020) ressaltam que

é um instrumento poderoso para passar da ‘consciência real’ para a ‘consciência do possível’. Ela nos permite perceber, nas imperfeições do mundo, oportunidades para invenção, criação, construção. Ela nos faz olhar a tecnologia como um instrumento para emancipação e para ajudar o próximo [...] (p. 23) (grifos dos autores).

Esta visão, alinhada à THC, impulsiona-nos a questionar a lógica predominante da RE voltada estritamente para a competição e a formação de sujeitos meramente competitivos para o mercado. Ao invés disso, defendemos uma RE que fomente a emancipação e a capacidade de ajudar o próximo, distanciando-se de uma ‘operação em escala industrial’ que visa ao lucro e à produtividade, focando a formação humana integral.

Ainda que a afirmação anterior seja encorajadora, não é suficiente para garantir o sucesso de uma prática pedagógica que envolva a RE. Outros fatores são igualmente importantes, como a sua implementação adequada dentro do currículo escolar, a criação de um ambiente propício para a aprendizagem mediante o uso dessa abordagem e a devida formação dos professores para a sua execução.

Diversos cientistas e pensadores têm se dedicado ao estudo da aplicação da robótica na educação, sendo que Seymour Papert, matemático sul-africano, é um dos principais autores nessa área. Na década de 1970, Papert (2020) já previa que as crianças usariam computadores para aumentar a criatividade e o aprendizado. Ele desenvolveu uma linguagem de programação chamada Logo, que utiliza uma tartaruga robô para ajudar as crianças a desenvolverem o raciocínio lógico e matemático, além de cultivar a capacidade de aprendizado e criatividade dos estudantes. Esse processo educativo pode atribuir sentido e conhecimento às atividades realizadas pelos estudantes.

Papert desenvolveu um método de ensino interdisciplinar que incorpora várias áreas, incluindo Mecânica, Ciência da Computação, Design e Eletrônica, e que se aplica a diferentes tipos de problemas, incluindo os sociais – o que resultou no conceito de “Conhecimento em

robótica educacional” (Papert, 2020). Campos (2017) complementa essa ideia com a seguinte afirmação:

[a] robótica tem aguçado o interesse de docentes e pesquisadores como um importante recurso para o desenvolvimento cognitivo e habilidades sociais de estudantes da Educação infantil ao Ensino Médio, e no embasamento para o aprendizado de Ciências, Matemática, Tecnologia, Computação e [outras áreas do conhecimento] (p. 2109).

Os primeiros registros de pesquisa sobre “Logo” no Brasil, Fernandes e Santos (1999), foram realizados entre 1976 e 1980 por um grupo de estudo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Naquele mesmo ano, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) começou a estudar o Logo com o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC). De acordo com Moraes (1993), em 1980, a LEGO, famosa por seus brinquedos de construção, estabeleceu uma parceria com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), resultando no primeiro recurso de RE, o sistema LEGO-Logo. Através dessa linguagem de programação, o sistema permite interação com motores, luzes e sensores que podem ser conectados à estrutura das peças LEGO. Assim, a popularidade das peças LEGO ajudou a difundir a linguagem logo, alcançando professores e estudantes em todo o mundo.

A união dessas ações permitiu que crianças e adolescentes, que já tinham familiaridade com os blocos de montar convencionais, conectassem peças diferentes das já conhecidas, como motores, engrenagens, luzes e sensores. Com a ajuda de professores, esses jovens puderam definir o comportamento de protótipos de robôs, utilizando a programação. Campos (2019) destaca esse momento histórico para o desenvolvimento global da RE

[n]o ambiente LEGO-Logo, além de controlar o objeto mecânico, temos a oportunidade de construir o próprio objeto. Ele pode ser uma tartaruga ou qualquer outro animal, ou mesmo qualquer outro objeto que desejarmos. Além disso, no sistema LEGO-Logo, a tartaruga se configura virtualmente na tela e controla o dispositivo real (concreto) construído pelos estudantes com blocos de LEGO (p. 27).

O êxito obtido pela parceria entre a LEGO e o MIT resultou na comercialização do sistema LEGO TC Logo no final da década de 1980. Enquanto as escolas utilizavam essa ferramenta, o MIT continuava desenvolvendo atualizações e novas versões, tanto na parte física quanto na parte lógica da linguagem logo. A primeira versão, que funcionava independentemente de uma conexão com o computador, foi denominada LEGO RCX (*Robotic Commander Explorer*). De acordo com Campos (2019), o principal objetivo do lançamento do kit RCX era não apenas atender às necessidades das escolas, mas também das crianças em suas

residências, sendo comercializado como um “brinquedo educacional”. Em 2016, a LEGO lançou o modelo NXT (*Next Generation*), que apresentou inovações no seu design e no seu bloco programável, além de um novo *software* utilizado para programação: o NXT-G, desenvolvido com base no LABVIEW. Em 2013, surge a terceira geração, o EV3, que apresentou melhorias no ambiente de programação, nos sensores e nos motores (Campos, 2019; Fernandes; Santos, 1999). Campos (2019) alega que a difusão dos ambientes e dispositivos de programação LEGO na Educação tem ocorrido em grande medida e de forma marcante nas escolas devido à facilidade com que os materiais da empresa se adaptam aos currículos escolares de diversos países.

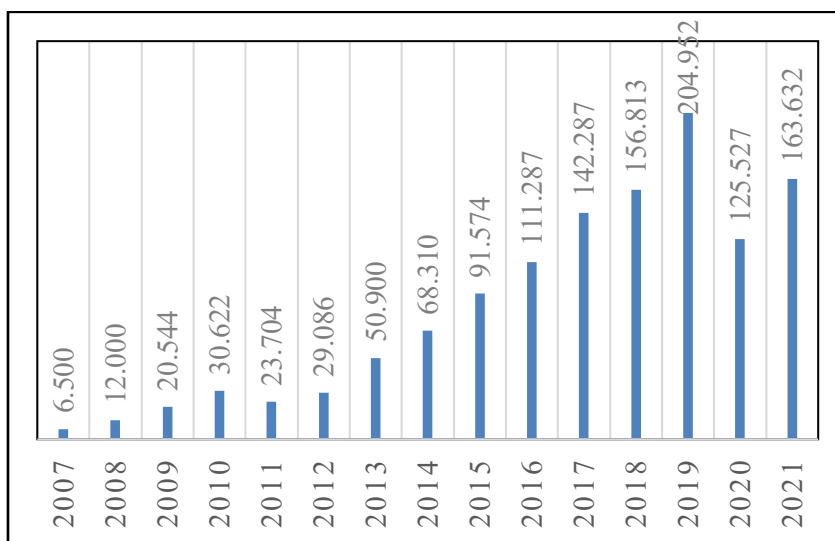
Paralelamente à trajetória da LEGO na RE, há uma outra plataforma que também tem se popularizado e ganho cada vez mais adeptos, inclusive, na Educação Escolar: o Arduino. Segundo Evans (2013), o Arduino foi desenvolvido em 2005, na cidade de Ivrea, Itália, pelo *Interaction Design Institute*, por iniciativa do professor Massimo Banzi e do pesquisador David Cuartielles. Banzi buscava uma solução barata e fácil de executar para que estudantes de design pudessem trabalhar com tecnologia em projetos educativos, enquanto Cuartielles procurava uma solução semelhante na Universidade de Malmö, Suécia. Ambos desenvolveram um microcontrolador que pudesse ser utilizado em projetos pelos seus estudantes de Arte e Design. As principais exigências dessa tecnologia eram que fosse de fácil uso e barata para aquisição. O esquema eletrônico que possibilitava a programação da placa foi criado por Cuartielles e um estudante de Banzi. O nome Arduino foi uma homenagem a um bar local frequentado por professores e estudantes nas proximidades da universidade italiana.

A partir de sua criação e difusão, suas placas começaram a ser vendidas também em forma de *kits*, permitindo que estudantes de vários países desenvolvessem seus projetos. O crescimento da popularidade do Arduino se deve ao interesse de indivíduos em prototipar projetos, já que percebiam que o sistema oferecia facilidade de uso, baixo custo e poderia ser utilizado em seus próprios projetos. Escolas e universidades começaram a utilizar a plataforma Arduino devido à facilidade de ensinar programação de microcontroladores. Foram criadas diversas versões e introduzidas no mercado, tendo centenas de milhares unidades vendidas desde sua criação. O Arduino é uma plataforma de *hardware* livre, cujo esquema eletrônico é aberto, permitindo que qualquer pessoa com conhecimento em fabricação de placas eletrônicas possa fabricar sua própria placa e começar a prototipar seus projetos. Além disso, o Arduino é utilizado em atividades pedagógicas por escolas e professores por meio da RE.

Ao longo dos anos, em paralelo aos acontecimentos acima descritos, escolas e universidades vêm despertando interesse pela RE por parte de professores, cientistas e

pesquisadores. No Brasil, é possível quantificar o crescimento desse interesse por meio da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), iniciativa da UNICAMP que tem como objetivo difundir a RE. A OBR é uma competição de robótica que visa a desenvolver e a difundir o pensamento científico por meio da Mostra Nacional de Robótica (MNR). Os estudantes apresentam soluções para problemas dentro de normas e técnicas científicas específicas do evento por meio de resumos e pôsteres. Para que um estudante possa se inscrever na OBR ou na MNR, é necessário que esteja matriculado em uma instituição de Educação Básica e conte com um tutor ou treinador. Esse movimento tem como objetivo introduzir a robótica nas escolas por meio da OBR. E o seu crescimento pode ser visualizado no Gráfico 1, que mostra o aumento no número de inscrições na OBR por estudantes do Ensino Fundamental e Médio no Brasil:

Gráfico 1 - Inscrições por ano na OBR no Brasil



Fonte: OBR (2022).

A partir dos dados divulgados no sítio oficial da OBR em 2022, observa-se um aumento expressivo no número de estudantes inscritos na competição. De 2007 a 2012, houve um aumento de 6.500 inscritos em 2007 para 29.086 inscritos em 2012, representando um crescimento de 184% no intervalo de seis anos. No entanto, o aumento foi ainda mais expressivo no intervalo seguinte, de 2013 a 2019, com um aumento de 402%, em comparação a 2013, e de 3.153% em comparação ao início da competição. Estes números destacam o expressivo interesse de estudantes e professores brasileiros pelas práticas de RE. Além da OBR, a *First Lego League* (FLL) e o Torneio Juvenil de Robótica (TJR) são outros dois eventos importantes realizados no Brasil. Tecidas essas breves aproximações iniciais com a Robótica Educacional, passamos, a seguir, ao seu histórico no estado de Rondônia.

2.2. ROBÓTICA EDUCACIONAL EM RONDÔNIA

A RE tem se demonstrado como uma ferramenta pedagógica que propicie um ambiente de ensino e de aprendizado dinâmico. Em Rondônia, a trajetória da RE é marcada por iniciativas pioneiras e avanços significativos, que, embora frequentemente associados a competições e a uma visão tecnicista, também indicam o potencial compromisso com a inclusão e com uma Educação de melhor qualidade. Esta subseção, neste contexto, busca explorar a evolução histórica da RE em Rondônia, destacando eventos cruciais que moldaram sua integração (ainda incipiente) ao ambiente educacional e seu impacto na formação de estudantes, ao mesmo tempo em que se propõe um pensamento crítico sobre a ênfase na competitividade e no desenvolvimento de habilidades para o mercado, buscando valorizar a formação humana integral e a colaboração.

A investigação por nós empreendida para elucidar a história da RE em Rondônia recorreu a uma metodologia exploratória, utilizando o site de busca *Google* para identificar fontes digitais e matérias jornalísticas. As palavras-chave “Robótica Educacional”, “Rondônia” e “OBR Rondônia” foram as escolhidas para realizar as buscas fundamentais para com o intuito de acessar uma gama de informações pertinentes. Além disso, recortes de jornais disponibilizados em bibliotecas públicas enriqueceram a pesquisa, oferecendo um olhar detalhado sobre os desenvolvimentos locais no campo da robótica educacional da RE em Rondônia.

O início das atividades de RE em Rondônia, marcado pela primeira notícia publicada que verificamos, em 2009, que anunciava um curso de formação para professores em Porto Velho, sinalizava o nascer de uma era tecnológica na educação rondoniense. Progressivamente, a RE em Rondônia evoluiu com a participação desse estado em competições como a OBR, em projetos inovadores em escolas públicas, e com a formação de grupos de pesquisa, como o GPMecatrônica, no IFRO.

A primeira referência encontrada sobre a presença da RE em Rondônia foi publicada em uma edição do jornal *Diário da Amazônia* datada de 13 de março de 2009. A reportagem informava que, entre os dias 30 de março e 3 de abril daquele ano, seria realizado em Porto Velho o que se configurou como a primeira ação institucional identificada no estado voltada à utilização da RE no contexto educacional. A atividade foi promovida pela Subgerência de Ensino Especial da Secretaria Estadual de Educação de Rondônia (SEDUC/RO), com foco na formação de professores para o uso da robótica como ferramenta pedagógica voltada ao

atendimento educacional especializado (AEE) de estudantes com altas habilidades/superdotação (AH/SD).

De acordo com a matéria jornalística, essa ação se inseria em um esforço da secretaria para atender estudantes identificados com altas habilidades desde 2007, cujo número, à época, era estimado em aproximadamente 1.050 em todo o estado. O curso buscava subsidiar os professores com práticas relacionadas à área STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), incluindo a RE como uma possibilidade metodológica no atendimento educacional especializado.

A organização do curso foi incumbida à dedicada equipe da Subgerência de Ensino Especial da SEE SEDUC/RO, liderada pela educadora Vera Regina de Matos. O público-alvo do curso compreendia professores de Ciências, Matemática e Informática do Ensino Fundamental, especialmente, aqueles que atuavam em escolas na capital onde estudantes superdotados foram identificados. Além disso, profissionais de unidades de atendimento ao estudante aluno, como o Núcleo de Atividades de Altas Habilidades/Superdotação (NAAH/S), e especialistas do Núcleo de Tecnologia da Educação, também foram incluídos, destacando-se pelo conhecimento especializado na área de altas habilidades. Este marco histórico, além de marcar um ponto de inflexão na formação de educadores em Rondônia, sinalizou o compromisso em proporcionar oportunidades educacionais enriquecidas para estudantes superdotados, inaugurando, assim, a trajetória da RE no estado de Rondônia.

Em dezembro de 2010, um pulsar de entusiasmo ecoou pelos corredores na Escola de Ensino Fundamental Duque de Caxias, marcando o advento dá merece destaque outro momento importante para a RE em Rondônia. A escola já passava por três meses de fervorosa preparação na criação de robôs por 12 doze jovens estudantes de escolas públicas, com idades entre 11 onze e 16 anos, que se lançaram na competição da fase regional da OBR (Diário da Amazônia, 2010). A OBR de 2010 foi um desfile de talentos oriundos de sete escolas, mas a equipe vencedora brilhou mais intensamente: Isaias Nogueira da Silva, Mariana Oliveira da Silva, Carlos Arturo Salvo Acosta e Lairton Souza de Oliveira. Com 505 pontos, não apenas conquistaram o primeiro lugar, mas também ascenderam como representantes do estado nas na fase nacional da OBR, abrindo caminhos promissores para Rondônia no universo da tecnologia (Diário da Amazônia, 2010). Este foi outro marco histórico: a primeira vez que Rondônia se viu esteve representada na OBR, semeando as bases para um futuro educacional repleto de inovação e tecnologia (Diário da Amazônia, 2010).

A organização do curso mencionado foi realizada pela Subgerência de Ensino Especial da SEDUC/RO, sob a coordenação da educadora Vera Regina de Matos. O público participante

incluía professores de Ciências, Matemática e Informática do Ensino Fundamental, especialmente, aqueles que atuavam em instituições da capital onde haviam sido identificados estudantes com AH/SD. Participaram também profissionais de unidades especializadas de atendimento educacional, como o NAAH/S, além de representantes do Núcleo de Tecnologia Educacional, cuja atuação envolvia a mediação pedagógica com o uso de tecnologias no contexto da educação especializada. Essa ação marcou o início da utilização institucional da RE em processos formativos no estado.

A OBR, sob organização do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), serviu como palco para esse espetáculo tecnológico, com o propósito inspirador de identificar talentos e impulsionar o desenvolvimento científico do país (Diário da Amazônia, 2010). O projeto, inicialmente um experimento piloto, restringiu-se a escolas da capital, mas já vislumbrava horizontes mais amplos para todo o estado. Esse evento não era apenas uma competição, era uma manifestação do compromisso de Rondônia com a educação tecnológica, apontando para futuros desafios e inovações no campo da tecnologia (Diário da Amazônia, 2010).

A evolução da RE em Rondônia ganhou novo impulso em 2012 após a realização da primeira OBR no estado (O Cone Sul, 2012). Após esse marco, as ações de RE começaram a atingir mais escolas. Exemplo disso foi a implementação inicial dessa iniciativa como um projeto piloto na Escola Jerris Adriani Turatti, que atendeu, aproximadamente, 18 estudantes. A escola foi equipada com oito kits de robótica e uma professora Áurea Oliveira Rocha Fernandes da instituição passou por um ano de capacitação. O objetivo era expandir o projeto para mais escolas em Espigão do Oeste, proporcionando uma educação tecnológica de boa qualidade para aos estudantes com AH/SD (O Cone Sul, 2012). A proposta de RE adotada envolveu o uso de peças LEGO controladas por computador, seguindo a metodologia de educação tecnológica da LEGO para o Ensino Fundamental onde em que divide os estudantes em grupos de três a quatro estudantes. A metodologia ação foi mediada por um profissional formado pelo NAAHS, atendendo estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental. A seleção criteriosa dos participantes ocorreu por meio de fichas diagnósticas de habilidades superdotadas e o ciclo do projeto se desdobrou ao longo de 8 oito meses, com oficinas semanais de quatro horas, realizadas em horário oposto ao das aulas regulares. Durante esse período, os professores observaram e avaliaram os indicadores de superdotação nos estudantes, utilizando instrumentos fornecidos pelo NAAHS. O objetivo final era contribuir para o aprendizado e o desenvolvimento dos estudantes com AH/SD, alimentando a expectativa de que eles se destacassem em futuras feiras de ciências e em outras atividades acadêmicas, especialmente, na área de robótica (O Cone Sul, 2012). Ao contemplar o percurso do projeto de RE em Rondônia,

foi evidente o impacto positivo possível dessa estratégia inovadora para o desenvolvimento educacional de estudantes com AH/SD. A implementação bem-sucedida na Escola Jerris Adriani Turatti, mediante a formação continuada de professores e a utilização de kits de robótica LEGO, evidencia, não apenas o compromisso com a Educação, mas, também, a visão prospectiva de proporcionar uma educação tecnológica de boa qualidade nas escolas públicas. O ciclo do projeto, que se desdobrou ao longo de oito meses, não apenas identificou talentos, mas fomentou o crescimento desses jovens, preparando-os para futuras atividades acadêmicas, especialmente, nas instâncias desafiadoras da área de robótica. Assim, a evolução da RE em Rondônia, por meio desse projeto, sinalizou um horizonte promissor para o desenvolvimento educacional e tecnológico do estado.

A OBR teve como propósito identificar estudantes com potencial para atividades vinculadas à ciência e tecnologia, além de promover o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento computacional (Diário da Amazônia, 2010). Inicialmente implementada como um projeto piloto em algumas escolas da capital de Rondônia, a proposta visava a ampliar gradualmente a participação para outras regiões do estado.

Em 2012, a Escola Jerris Adriani Turatti foi escolhida como unidade piloto, atendendo, aproximadamente, 18 estudantes. A metodologia utilizada foi fundamentada em uma abordagem de educação tecnológica proposta pela própria empresa, sob a mediação de uma professora da instituição, Áurea Oliveira Rocha Fernandes, que havia passado por um processo de formação durante um ano. As atividades do projeto ocorreram ao longo de oito meses, em oficinas semanais com duração de quatro horas, realizadas no contraturno escolar. A seleção dos estudantes participantes baseou-se em fichas diagnósticas utilizadas pelo NAAHS para identificar indícios de AH/SD. Durante o desenvolvimento do projeto, os estudantes foram acompanhados por educadores responsáveis por observar indicadores de desempenho acadêmico e habilidades específicas. Esperava-se que eles pudessem, posteriormente, engajarem-se em atividades como feiras de ciências e ações educacionais voltadas à área de tecnologia e robótica.

A experiência implementada na Escola Jerris Adriani Turatti representou um modelo inicial de inserção da RE no AEE no estado, reforçando o uso pedagógico intencional da tecnologia no contexto da educação pública. O projeto buscou alinhar mediação pedagógica, formação docente e materiais estruturados, criando um ambiente favorável ao trabalho com estudantes identificados com AH/SD.

Entretanto, as ações de RE estavam limitadas a poucas escolas estaduais e o que ninguém esperava era qual impacto viria a partir do momento que o IFRO, embora recém

implantado, se envolvesse com a RE por meio de um grupo de Pesquisa GPMecatrônica. Esse grupo tinha como propósito inicial unir pesquisadores das áreas de Mecânica, Eletrônica e Informática, criado pelos professores Rafael Pitwak Machado Silva, Willians de Paula Pereira e Rogério de Lima Barreto. Inicialmente, suas pesquisas focavam em materiais recicláveis e plataformas abertas de automação, como o ARDUINO, que eram as soluções inovadoras frente às limitações de acesso e recursos. O sucesso inicial dessas explorações chamou a atenção do NAAHS da SEDUC, que, naquele momento, passava pelo desafio de proporcionar a seus estudantes algo a mais do que as tecnologias LEGO, e viram potencial nas mentes do GPMecatrônica.

Ao receber o convite para dar suporte às equipes de estudantes com AH/SD, o GPMecatrônica aceitou o desafio com entusiasmo. As tecnologias Lego, que outrora satisfaziam os estudantes, não eram mais suficientes para suas ambições. Assim, o grupo de pesquisa passou a trabalhar mais intensamente com a RE, sem imaginar que se tornaria uma referência no estado. À medida que o GPMecatrônica se envolvia mais profundamente na RE, um fenômeno inesperado se desencadeava. A RE emergia não apenas como uma tendência, mas como um dos maiores movimentos tecnológicos na Educação de Rondônia e do Brasil.

Em 2013, a trajetória da RE em Rondônia atinge um outro marco fundamental com a primeira intervenção do IFRO na OBR. O relato deste momento histórico é extraído da documentação do IFRO, que detalha o processo de construção desse instituto em Rondônia (Gonçalves; Silva, 2022). No dia 24 de agosto de 2013, o Campus Porto Velho Calama do IFRO foi palco da etapa estadual da OBR. Este evento, organizado pelo GPMecatrônica, destacou-se como um catalisador para despertar o interesse dos jovens nas carreiras científico-tecnológicas, utilizando a robótica como ferramenta para motivar o aprendizado. A competição não apenas identificou talentos na área, mas também integrou a robótica de maneira educativa, ressaltando sua importância e acessibilidade para estudantes. O IFRO, como anfitrião, desempenhou um papel essencial ao proporcionar o espaço e a atmosfera necessários para engajar os estudantes com a robótica (Gonçalves; Silva, 2022).

Essa aproximação consolidou a presença do GPMecatrônica em ações educacionais voltadas à RE e contribuiu para o desenvolvimento de propostas pedagógicas que se distanciam do uso exclusivo de soluções comerciais. Com isso, o grupo passou a participar de atividades e eventos relacionados ao uso da robótica em diferentes contextos escolares.

Em 16 de outubro de 2013, a representação do Estado de Rondônia na etapa nacional da OBR ganhou destaque com a participação da equipe “Tambaqui Digital”, do Campus Porto Velho Calama do IFRO. A equipe, composta pelos estudantes Gabriel Alves da Costa, Pedro

Roberto do Carmo Oliveira, Fernando Augusto Lombardi e Paulo Alecsander Vasconcelos, sob a orientação do Professor Willians de Paula Pereira, não apenas competiu, mas destacou o desenvolvimento e potencial dos estudantes de Rondônia no cenário nacional de robótica. A participação na etapa nacional reforçou a importância do treinamento intensivo, dedicação e busca pela excelência, promovendo a visibilidade das iniciativas de RE em Rondônia (Gonçalves; Silva, 2022).

No decorrer da evolução da RE em Rondônia, o GPMecatrônica continuou a desempenhar um papel crucial na promoção do aprendizado e difusão da robótica. Em 15 de agosto de 2014, o GPMecatrônica realizou um treinamento em “RE com Lego e Arduino” no Campus Porto Velho Calama, como parte do projeto “Difusão da Robótica” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). A iniciativa envolveu estudantes, profissionais da instituição, órgãos públicos e instituições privadas, consolidando o compromisso do IFRO com o avanço da educação tecnológica na região (Rocha, 2014). O treinamento ofereceu uma palestra abrangente sobre diversas vertentes da robótica e reuniu profissionais de áreas como Informática, eletrônica e Mecânica, representando instituições como a SEDUC/RO, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e a UNIR. Estudantes do IFRO, como Derick Gonçalves Nunes, destacaram a importância das experiências práticas e treinamentos para competições nacionais, demonstrando a relevância da RE na formação dos estudantes (Rocha, 2014). Além disso, o professor Rafael Pitwak, líder do GPMecatrônica, anunciou planos para uma parceria com a SEDUC/RO visando a selecionar estudantes da rede pública estadual de Educação. A proposta incluía a formação de cinco turmas de 20 estudantes, totalizando 100, ampliando ainda mais o alcance da RE no estado (Rocha, 2014).

Na primeira semana de novembro de 2014, outro marco foi alcançado com o Curso de extensão “Difusão da Robótica e Internet das Coisas”, realizado pelo GPMecatrônica no Campus Porto Velho Calama. Este curso visou a promover o conhecimento em robótica entre os jovens, incentivando-os a se envolver em pesquisa e em extensão, bem como preparando-os para o mercado de trabalho.

Ainda em 2014, na primeira semana de novembro, o GPMecatrônica ofertou o curso de extensão “Difusão da Robótica e Internet das Coisas”, também no Campus Porto Velho Calama. O curso foi estruturado com o objetivo de ampliar o acesso ao conhecimento em RE entre os jovens, articulando atividades de pesquisa e extensão com temáticas de aplicação tecnológica. A ação integrou o conjunto de projetos promovidos pelos grupos de pesquisa do IFRO,

reforçando o papel da instituição na formação técnica e científica de estudantes do estado (Gonçalves; Silva, 2022).

Em 6 de dezembro de 2014, o IFRO testemunhou um evento transformador que consolidou o projeto de difusão da RE em Rondônia: o 1º Torneio de Robótica GPMecatrônica, no Campus Porto Velho Calama (Gonçalves; Silva, 2022). O torneio foi mais do que uma simples competição, foi uma manifestação tangível do compromisso em promover a RE junto à comunidade estudantil. Ao oferecer uma plataforma para aplicar conhecimentos teóricos em situações práticas, o evento superou as expectativas iniciais, revelando aos participantes que a ciência e a inovação são acessíveis a todos. Este marco ressaltou a importância de incentivar os estudantes a explorarem a ciência e a tecnologia, desmistificando a ideia de que ser cientista ou inventor está fora do alcance. O torneio se destacou por sua contribuição ao avanço da robótica, automação e geotecnologia na Educação, consolidando o compromisso do IFRO com a promoção da inovação e do conhecimento na Região Norte do Brasil (Gonçalves; Silva, 2022).

Em 2015, a RE em Rondônia um dos momentos de maior destaque foi a organização da etapa estadual Olimpíada Brasileira de Robótica no estado de Rondônia, realizada no Porto Velho Shopping. A escolha desse local foi estratégica, pois, não apenas proporcionou uma grande visibilidade ao evento, graças ao fluxo de visitantes do shopping, mas também proporcionou ampla cobertura da mídia estadual, que divulgou o evento. A magnitude do evento em Porto Velho não passou despercebida, culminando com o convite aos organizadores a participarem da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) em Brasília, no estande do Ministério da Educação (MEC), em novembro de 2015. Este evento foi um ponto de encontro para as principais equipes de RE do Brasil. Rondônia se sobressaiu, apresentando oficinas de construção de robôs com Arduino, capturando a atenção e o interesse dos visitantes. Além disso, a SNCT provou ser um cenário fundamental para a colaboração e o intercâmbio de ideias entre especialistas de todo o país.

Foi nesse ambiente que um grupo de professores dos institutos federais concebeu a ideia de um grande desafio tecnológico, plantando as sementes para a realização do Primeiro Desafio de Tecnologia entre os institutos federais. Assim, pelo fato de ser o estado com maior organização em realização desse tipo de evento naquele momento, Rondônia foi escolhida como o cenário principal sede para este evento inaugural, solidificando seu papel como um protagonista emergente na revolução da RE no Brasil.

No ano de 2016, a história da RE seguiu sendo escrita por capítulos inovadores. Entre competições, iniciativas educacionais e projetos diversos, o cenário da RE floresceu, oferecendo oportunidades ímpares de aprendizado e desenvolvimento a estudantes.

Tudo começou com o 1º Desafio de Tecnologia e Inovação dos Institutos Federais, realizado em Porto Velho entre 30 de maio e 1º de junho de 2016. Durante esse evento, oficinas de robótica foram promovidas, proporcionando a estudantes e professores a oportunidade de aprender conceitos básicos de robótica, com destaque para a atuação de Belucci Leitão Bernardino como “oficineiro” (Gonçalves; Silva, 2022). Simultaneamente, a realização desse desafio marcou um ponto de virada importante na RE em RO, pois reuniu mais de 150 competidores de todo o país. Com ênfase na robótica e na automação como campos estratégicos, o evento promoveu oportunidades para atividades de pesquisa e inovação. Mais de 60 estudantes do IFRO competiram em seis modalidades de robótica, evidenciando a relevância do evento (Gonçalves; Silva, 2022). O Desafio de Tecnologia não foi apenas uma competição; ele representou uma oportunidade para os estudantes interagirem, trocarem experiências e participarem de oficinas conduzidas pelos professores Willian de Paula Pereira e Rafael Pitwak (Gonçalves; Silva, 2022). Em paralelo à competição, oficinas de programação de robôs foram oferecidas ao público, buscando despertar o interesse de estudantes e adultos para o mundo da automação (Francis, 2016). Durante esse evento, a INTEL, empresa fabricante de processadores, promoveu uma oficina de montagem e programação de placas para robôs, envolvendo cerca de 120 estudantes de três escolas estaduais de Porto Velho. A iniciativa proporcionou conhecimento prático em robótica e atraiu participantes do IFRO, consolidando a presença educacional no shopping – onde ocorreu o evento (Francis, 2016). O aumento da participação feminina no Desafio de Tecnologia e Inovação foi evidente também cabe ser mencionado, desafiando estereótipos de gênero e promovendo a igualdade e diversidade no campo da ciência e tecnologia (Gonçalves; Silva, 2022).

A trajetória histórica de 2016 culminou com a Etapa Estadual da OBR nos dias 24 e 25 de setembro, quando mais de 120 estudantes do IFRO, de escolas estaduais e particulares, participaram da competição no Porto Velho Shopping. Essa etapa destacou o crescente interesse dos estudantes nas áreas *Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics* (STEAM⁴), especialmente, em Robótica (Gonçalves; Silva, 2022). Encerrando o ano, o IFRO participou da primeira edição da Infoparty de Rondônia, nos dias 19 e 20 de novembro. Esse evento

⁴ O termo STEAM surgiu como uma evolução do conceito de STEM, incorporando as Artes para promover uma educação mais interdisciplinar, que prepara os alunos para os desafios do mundo contemporâneo. Essa abordagem reflete a ideia de que a criatividade e a análise crítica são essenciais no aprendizado, conectando diversas áreas do conhecimento. Segundo Georgette Yakman, uma das principais defensoras do conceito, "a inclusão das Artes é fundamental para um aprendizado significativo, pois promove uma compreensão mais rica e contextualizada das ciências e tecnologias," destacando que o STEAM é uma reestruturação do ensino que estimula a curiosidade e o pensamento inovador dos alunos, habilidades cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho (Yakman, 2010).

tecnológico de grande envergadura incluiu competições de robótica, palestras, exposições e campeonatos virtuais. Estudantes do IFRO, Campus Porto Velho Calama, competiram na categoria resgate, destacando o engajamento e as habilidades dos estudantes na robótica. A *Infoparty* 2016 representou um marco para Rondônia, destacando a região no mapa de eventos tecnológicos importantes do Brasil (Gonçalves; Silva, 2022).

O ano de 2017 também ficou marcado em função de iniciativas, competições e programas educacionais voltados à RE. De salas de aula a competições nacionais, a RE, em 2017, não apenas preparou estudantes para desafios tecnológicos, mas também cultivou mentes inovadoras. Em agosto, no Campus Porto Velho Calama do IFRO, celebramos o encerramento do Curso de Formação Inicial e Continuada (FIC) de Desenvolvedor de Robô, preparando os estudantes para a OBR (Gonçalves; Silva, 2022). O curso se destacou pela sua abordagem prática e multidisciplinar, típica da RE, voltado para estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, priorizando a elaboração de material de robótica e exercícios práticos e promovendo o pensamento científico e a inovação entre os participantes. A escolha de kits robóticos baseados em plataformas livres de automação e a utilização de reciclagem de lixo eletrônico como recurso didático evidenciaram um compromisso com a sustentabilidade e a acessibilidade tecnológica (Gonçalves; Silva, 2022). Mais do que uma preparação para competições, como a OBR, o curso visou a incentivar a aplicação da RE como abordagem pedagógica, promovendo a multidisciplinaridade e a capacidade de inovação.

Em setembro de 2017, merece destaque outro projeto de Educação Tecnológica em Robótica para estudantes com AH/SD. A luz desse projeto inovador, que surgiu em 2010, através do NAAHS, como já mencionamos aqui, foram criadas salas de RE em diversas escolas em todo o estado, efetivando uma política pública voltada ao desenvolvimento de talentos em crianças com AH/SD. Naquele momento histórico, Rondônia disponibilizava 13 dessas salas, em diversos municípios. Os números finais, em suas escolas estaduais, indicaram 520 estudantes com AH/SD atendidos, testemunhando a materialização de um compromisso com a educação inclusiva e voltada para o futuro (Moura, 2017a).

O ano de 2017 também testemunhou a fase estadual da OBR, que se desdobraria nos dias 30 de setembro e 1º de outubro. O entusiasmo e a dedicação dos envolvidos fluíram no evento, pois, para além das competições, oficinas de introdução à robótica foram oferecidas ao público (Moura, 2017 b). Cabe destacar que a fase estadual da OBR de 2017, no Porto Velho Shopping, teve a participação de 44 equipes de escolas públicas e privadas, englobando os níveis 1 e 2 de ensino (Gonçalves; Silva, 2022).

Esse evento foi um divisor de águas para a RE em Rondônia, consolidando não apenas o interesse crescente pela RE no estado, mas também a habilidade dos estudantes locais em competições dessa natureza. Participar da OBR não era apenas uma busca por troféus, mas um ambiente propício para testar conhecimentos, fomentar habilidades em STEAM e promover a multidisciplinaridade no ensino (Gonçalves; Silva, 2022). Não se limitando a competições, a realização da OBR de 2017 abraçou oficinas de introdução à robótica, sendo esse um passo importante para o desenvolvimento de novas habilidades entre os participantes, envolvendo não apenas os competidores, mas suas famílias e entusiastas. Essas oficinas eram uma semente plantada, buscando incentivar futuras participações nas olimpíadas e aumentar o interesse pela robótica entre os jovens (Gonçalves; Silva, 2022).

O ano de 2018, por seu turno, diversos eventos se destacaram em Rondônia em termos de RE, desde a *Campus Party* Rondônia até a etapa estadual da OBR, proporcionando oportunidades para a comunidade local se envolver com as últimas inovações, estabelecer conexões e promover a disseminação do conhecimento, proporcionando uma experiência relevante ao público local e a visitantes interessados em tecnologia. Realizada no SESI, em Porto Velho, ocorreu em 1º de agosto de 2018 e trouxe consigo a inovadora *Open Campus*, um espaço gratuito e aberto a todos os públicos que oferecia uma diversidade de atividades para crianças, adolescentes e adultos (Rondoniagora, 2018). Projetando-se além das fronteiras convencionais, o evento abriu espaço para a participação de diversos públicos, transformando-se em um ambiente democrático e inclusivo. Entre as atrações da *Open Campus*, destacamos os debates sobre o futuro da Educação, com a participação de reitores, diretores de instituições educacionais, empresários, professores e estudantes, em parceria com o *United Nations International Children's Emergency Fund* (UNICEF) e o *Media Lab* do MIT. Além disso, houve uma Arena de Drones para demonstrações e competições, um espaço de jogos *Freeplay* com campeonatos de jogos populares e um campeonato de robótica focado na criação de robôs autônomos para tarefas específicas. O programa *Startup & Makers*, por sua vez, apoiou 40 *startups*, divididas entre *Early Stage* e *Growth Stage* (Rondoniagora, 2018). Patrocinadores e participantes se uniram em uma simbiose tecnológica, onde o conhecimento era compartilhado e a comunidade envolvida.

Ainda em 2018, no mês de setembro, o IFRO organizou mais uma vez a etapa estadual da OBR no Porto Velho Shopping. A competição estadual em Porto Velho se destacou pela participação de 36 equipes, compostas não apenas por estudantes do IFRO, mas por representantes de diversas instituições educacionais, públicas e privadas. Essa congregação promoveu importante intercâmbio entre os participantes, fomentando a troca de conhecimentos

e experiências entre os entusiastas da robótica. A presença de um público diversificado evidenciou o interesse crescente da sociedade pela ciência e pela tecnologia, especialmente, entre os jovens. A RE transcendeu os espaços tradicionais, alcançando uma audiência mais ampla e diversificada (Gonçalves; Silva, 2022). Observamos que as equipes novas que participaram do evento já apresentavam uma qualidade superior comparando aos anos anteriores, indicando um crescimento sustentável e uma efetiva transferência de conhecimento e de habilidades dentro da comunidade de robótica. Esse fenômeno tem contribuído para a melhora contínua da estrutura e competitividade da organização da competição, ano após ano (Gonçalves; Silva, 2022). A qualidade crescente das equipes reflete não apenas a evolução individual, mas também a consolidação de uma comunidade de aprendizado e compartilhamento.

No ano de 2019, o estado de Rondônia testemunhou uma série de iniciativas transformadoras no campo da RE. A partir de formações continuadas, competições, investimentos em equipamentos e ações sociais, a robótica se consolidou como uma ferramenta para instigar o interesse dos estudantes, desenvolver habilidades tecnológicas e promover uma Educação mais inclusiva e participativa. Em maio, o Governo do Estado de Rondônia promoveu uma formação continuada em RE, conduzida pelo Núcleo de Educação Especial da SEDUC (NEE/SEDUC). A formação foi direcionada a professores, visando a, mais uma vez, enriquecer o currículo de estudantes com AH/SD na área tecnológica. O Projeto de RE, desenvolvido nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM), tinha como objetivo implementar atividades que despertassem o interesse e desenvolvessem habilidades tecnológicas em estudantes com potencial excepcional (Governo de Rondônia, 2019a). Nessa iniciativa, a SEDUC adquiriu 40 kits de robótica, distribuídos para 19 escolas estaduais em 15 municípios de Rondônia, fornecendo recursos essenciais para a implementação do Projeto de RE em diversas localidades. Além disso, a iniciativa promoveu o enriquecimento curricular e a inclusão educacional de estudantes com AH/SD. O evento reforçou a importância da educação especializada no desenvolvimento de talentos, utilizando a robótica como ferramenta para aprimorar as habilidades tecnológicas desses estudantes, preparando-os para futuras carreiras.

Em setembro de 2019, o IFRO realizou novamente a etapa estadual da OBR, contando com a participação de 77 equipes e mais de 170 estudantes (Gonçalves; Silva, 2022). Estudantes de quatro campi do IFRO, diversas escolas estaduais e seis escolas particulares participaram competindo em diversas modalidades e demonstrando a diversidade e o talento da comunidade estudantil local (Gonçalves; Silva, 2022). Nessa etapa da OBR, a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Barão do Solimões alcançou a classificação para a Etapa Nacional da

OBR, realizada em Rio Grande, Rio Grande do Sul. O desenvolvimento da OBR é evidente ao verificarmos a participação crescente de equipes nas edições rondonienses, de 36 para 77. Essa tendência revela com AH/SD expressiva ascensão e consolidação da RE como um campo de desenvolvimento para os estudantes com AH/SD de Rondônia (Governo de Rondônia, 2019b).

Ainda em setembro de 2019, o Governo do Estado de Rondônia prestou homenagem e apoio à equipe Malibu, que conquistou a classificação para a etapa nacional da OBR (Governo de Rondônia, 2019b). A Equipe Malibu, composta por estudantes da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Barão de Solimões, participou do “Projeto de Educação Tecnológica na área de Robótica para estudantes com Altas Habilidades/Superdotação”. O Governo do Estado anunciou investimentos, incluindo a ampliação do projeto de robótica para mais 20 escolas em todo o estado, a aquisição de notebooks para SEM, com foco em RE, e a aquisição de Kits Educacionais de Robótica (Arduino) para outras 81 escolas. Reconhecendo a importância da participação da equipe Malibu, o governo garantiu passagens para a Fase Nacional da OBR em Rio Grande/RS, destacando o papel da robótica na inclusão e no desenvolvimento de estudantes com AH/SD. Os benefícios observados incluíram melhorias no desempenho acadêmico, desenvolvimento de habilidades sociais, trabalho em equipe e interesse por áreas STEM (Governo de Rondônia, 2019b).

Em 8 de outubro de 2019, os estudantes do 3º ano do Curso Técnico em Informática (matutino) do IFRO, Campus Porto Velho Calama, conduziram uma ação empreendedora social na comunidade Vila Princesa, visando a proporcionar conhecimento tecnológico e ambiental aos estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental João Afro Vieira, por meio de uma mostra de RE e uma oficina de reciclagem (Rondônia Dinâmica, 2019). Na primeira etapa da atividade, os estudantes criaram produtos utilizando materiais recicláveis arrecadados, organizando uma apresentação avaliada por uma banca. Em seguida, realizaram uma mostra de robôs, permitindo que os estudantes da escola conhecessem o funcionamento e controlassem os robôs em uma pista montada. A ação culminou com a distribuição de alimentos arrecadados para a comunidade do entorno escolar (Rondônia Dinâmica, 2019).

Em novembro, o Campus Vilhena do IFRO promoveu oficinas de programação e robótica destinadas aos estudantes da Escola Adventista para envolver e inspirar jovens estudantes (Gonçalves; Silva, 2022). As oficinas ofereceram uma oportunidade valiosa para os estudantes, que se beneficiaram ao aprender sobre programação no *Scratch*⁵ e sobre montagem

⁵ *Scratch* é uma linguagem de programação visual desenvolvida no Media Lab do MIT em 2007, projetada para permitir que crianças e jovens criem histórias, jogos e animações de maneira intuitiva. Utilizando uma interface gráfica com blocos de comandos que podem ser arrastados e encaixados, Scratch facilita a aprendizagem dos

de robôs com Kits *Lego MindStorms*. Essa abordagem prática buscou promover o interesse pela ciência e pela tecnologia desde cedo, contribuindo para o desenvolvimento educacional dos participantes (Gonçalves; Silva, 2022).

Iniciando o ano de 2020, destacamos o programa de robótica na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Barão do Solimões, que motivou estudantes com AH/SD a conquistar prêmios e utilizar a robótica como meio de promover o aprendizado (Governo de Rondônia, 2020). Ao participar em projetos como este e/ou de competições como a OBR, os estudantes podem aprimorar suas competências técnicas e de trabalho em equipe, além de explorarem futuras carreiras nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (Governo de Rondônia, 2020). O desenvolvimento do projeto, ao longo do tempo, iniciado em 2012, com a recepção dos primeiros kits de montagem, envolvia 46 estudantes que frequentavam a sala de robótica semanalmente. Nessa perspectiva, a SEDUC/RO promoveu uma capacitação em Porto Velho, neste ano, distribuindo 40 kits de robótica para as SRM em 19 escolas estaduais, com planos de expansão para mais seis escolas (Governo de Rondônia, 2020).

Todavia, não podemos ignorar que o ano de 2020 foi marcado por uma pandemia global, de COVID-19, que teve um impacto profundo em todas as esferas da sociedade, incluindo a Educação. As atividades presenciais foram afetadas e o ensino tradicional precisou se adaptar a novas formas. No contexto da RE, as restrições impostas pelas medidas de distanciamento social tornaram desafiadora a execução de atividades presenciais-físicas. No entanto, frente a esses obstáculos, observamos uma notável resiliência e adaptação por parte das comunidades educacionais. Iniciativas surgiram, abraçando as competições virtuais de robótica e a realização de provas teóricas, demonstrando que, mesmo diante das adversidades, o movimento educacional voltado à robótica não se deteve totalmente. Esse comprometimento reflete não apenas a importância contínua da robótica para a Educação, mas também sua capacidade de inovação e flexibilidade – necessárias para superar desafios inesperados.

Em 2021, no segundo ano consecutivo afetado pela pandemia de COVID-19, as atividades de robótica enfrentaram novamente desafios devido às restrições impostas pela necessidade de distanciamento social e outras medidas de segurança. No entanto, mesmo diante dessas circunstâncias adversas, houve continuidade nas tentativas de manter viva a chama da

conceitos de programação sem a necessidade de codificação textual. Essa abordagem lúdica promove a criatividade e o raciocínio lógico entre os usuários. Como afirmam Mattos, Ferreira e Anacleto (2016), o *Scratch* surgiu como uma proposta promissora para o ensino de leigos em programação.

RE por meio de atividades remotas. Esforços foram concentrados na adaptação das práticas de ensino, com a exploração de plataformas online, videoconferências e recursos digitais para permitir que os estudantes continuassem a se envolver com a robótica e a desenvolver suas habilidades técnicas e criativas.

Já o ano de 2022 ficou marcado pelo retorno gradual às atividades presenciais, representando um marco, após as dificuldades e os desafios impostos pela pandemia. Um dos eventos que simbolizaram essa retomada foi a volta da OBR em formato presencial. Após um período de competições virtuais e adaptações necessárias, a realização da OBR presencial-física não apenas evidenciou a recuperação progressiva das atividades acadêmicas e extracurriculares, mas também proporcionou aos estudantes a oportunidade da volta da integração direta. Este retorno presencial-físico representou um momento de celebração e superação para toda a comunidade educativa.

Nesse ano, o IFRO do Campus Ji-Paraná celebrou a expansão do Projeto de Robótica LEGO. O programa envolveu 110 estudantes, do 8º e 9º ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental Jardim dos Migrantes e do Curso Técnico em Informática do próprio IFRO. Com o respaldo do Edital 1/2021-IFES/Setec/MEC, esse projeto, permeado por um caráter social, direcionou-se, especialmente, a estudantes em situação de vulnerabilidade econômica. As oficinas, conduzidas no Laboratório de Robótica do Campus Ji-Paraná, representaram uma iniciativa transformadora, proporcionando um ambiente colaborativo para o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas em RE.

Outro destaque no ano de 2022 também ocorreu no IFRO do Campus Ji-Paraná: a ampliação do Projeto de Robótica LEGO, marcando um passo adiante na trajetória educacional da instituição. Vale ressaltar que, no ano anterior, os participantes haviam conquistado o título de campeões na Olimpíada de Robótica, evidenciando o histórico de sucesso do programa. O objetivo central foi oferecer um processo de ensino baseado na concretização de ideias e na resolução de problemas, estimulando o desenvolvimento prático e aprofundando conhecimentos sobre RE (News Rondônia, 2022). O impacto do projeto foi expressivo, contando com a participação de mais de 30 estudantes do curso Técnico em Informática, como bolsistas e colaboradores.

O projeto também competiu na OBR, conquistando a etapa regional nos anos de 2020 e 2021, concedendo o Prêmio Seymour Papert-Paulo Freire, que reconhece boas práticas utilizando a RE como instrumento de inovação pedagógica. Foi organizado pelo capítulo brasileiro da *Federation of International Sports Association* (FIRA), em parceria com o Centro de Inovação para Excelência de Políticas Públicas (CIEPP), com o Centro Universitário ENIAC

e com a *Robo City* Escola de Robótica. As experiências foram avaliadas por um Comitê Científico especializado na área de RE (Tudo Rondônia, 2022).

Em 2023, a interseção entre educação e tecnologia se refletiu nas parcerias inovadoras estabelecidas pelo IFRO em conjunto com diversas instituições educacionais e órgãos municipais. Ao longo do período abordado, iniciativas como a introdução da RE nas escolas, a formação de professores em Computação e Robótica, a participação em competições nacionais e a criação de laboratórios de Física e Robótica revelam um compromisso com o avanço educacional e tecnológico na região.

Em março, a parceria entre o IFRO e a Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de Ji-Paraná foi anunciada, visando a introduzir a RE como abordagem de ensino na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ulisses Matosinho Peres de Pontes, em Ji-Paraná (Gazeta Rondônia, 2023). Essa parceria proporcionou a mais de 100 estudantes, do 6º ao 9º ano, participarem do projeto, marcando o início dessa colaboração promissora. Os monitores, estudantes do IFRO capacitados como professores da área, proporcionaram ensino de programação com RE em LEGO aos educandos participantes. O projeto, que tem como meta atender todas as escolas rurais de Ensino Fundamental, oferece, a cada turma, composta por até 40 estudantes, 20 horas de formação em lógica e em linguagens de programação, utilizando montagem e robôs LEGO para atividades autônomas (Gazeta Rondônia, 2023). Já em maio de 2023, o IFRO Campus Ji-Paraná e o Colégio Tiradentes da Polícia Militar (CTPM IV) concretizaram outra parceria estratégica para oferecer o Curso de Formação Inicial e Continuada em Computação, Tecnologias e RE para a Educação Básica. O curso contou com uma duração de um semestre letivo e teve como propósito trabalhar o uso de tecnologias educacionais e robótica em sala de aula, sendo ministrado por professores do IFRO Campus Ji-Paraná.

Outro momento de destaque em 2023, também em maio, durante a 10ª edição da Rondônia Rural Show Internacional, foi a oferta de aulas de robótica a estudantes da Escola Rural Ulisses Matosinho Peres de Pontes, marcando presença no estande do evento (Gente de Opinião, 2023a). A atividade, integrante da programação da SEMED local, envolveu a participação de 22 estudantes, proporcionando-lhes a oportunidade de adquirir conhecimentos por meio da equipe do IFRO. Vale ressaltar que a Escola Rural Ulisses Matosinho Peres de Pontes foi pioneira em Ji-Paraná a incorporar a RE como abordagem de ensino.

Em agosto de 2023, a equipe Nimble, composta por estudantes do 3º ano do SESI Lagoa, representou o estado de Rondônia no Festival Internacional de Robótica na modalidade *FI in Schools*, realizado na Marina da Glória, Rio de Janeiro (Diário da Amazônia, 2023). Na

competição, o foco não era apenas a velocidade; os participantes tinham o desafio de utilizar recursos tecnológicos para projetar, modelar e testar um protótipo de carro de F1. Além disso, aspectos como marketing, patrocínio, plano de negócios, estratégias em mídias sociais e desenvolvimento de projetos sociais eram considerados critérios de desempate (Diário da Amazônia, 2023). Nos dias 25 e 26 de agosto de 2023, foi destacada a participação do Campus Guajará-Mirim do IFRO na fase estadual da OBR, realizada no IFRO Campus Porto Velho Calama. Além de promover a aprendizagem, o torneio oferecia como prêmio a vaga para a etapa nacional em Salvador no estado da Bahia, que foi conquistada pela equipe Santo Ofício, do Colégio Classe A, de Porto Velho. O evento recebeu elogios dos participantes (Rondônia Dinâmica, 2023).

Em outubro de 2023, o IFRO Campus Jaru se destacou com a criação do projeto de extensão “Criação de um minilaboratório de física: prototipagem de peças compatíveis com LEGO”. O projeto contou com a participação ativa dos estudantes, desde o planejamento até a execução das atividades (Jaru Online, 2023). A proposta central desse projeto inovador era disseminar conhecimento e despertar o interesse dos jovens pela tecnologia e pela Física de maneira lúdica e envolvente. Durante a atividade, os estudantes tiveram a oportunidade de explorar conhecimentos sobre Robótica e Física, construindo um robô controlado por seus celulares. Modificando as engrenagens durante a atividade, o robô, inicialmente operando em baixa velocidade, permitiu aos estudantes compreenderem na prática os princípios das transmissões de movimento entre engrenagens. A expressão de fascínio e surpresa nos rostos dos estudantes evidenciava o impacto positivo da experiência (Jaru Online, 2023). Este projeto representou um avanço significativo na educação da região, integrando conhecimento teórico com aplicação prática e estimulando o interesse pela tecnologia e pelas Ciências Exatas.

Em novembro de 2023, os estudantes do SESI-SENAI de Vilhena participaram do Torneio de Robótica FLL Etapa Regional Norte, sediado no SESI de Manaus. A equipe Elev3r, representante da unidade SESI-SENAI de Vilhena, alcançou a vitória ao conquistar o 1º Lugar no Desafio do Robô, acumulando 305 pontos. Além disso, garantiram o 3º Lugar Geral e asseguraram uma vaga para a etapa nacional em Brasília (Gente de Opinião, 2023). O Torneio de Robótica FLL tem como propósito incentivar o interesse de crianças e jovens, com idades entre nove e 15 anos, nas áreas de Engenharia, Matemática e tecnologia (Gente de Opinião, 2023).

Em 2023, a articulação entre educação e tecnologia foi fortalecida por meio de diversas parcerias estabelecidas pelo IFRO com instituições educacionais, a SEDUC/RO e órgãos municipais. Ao longo do ano, ações voltadas à implementação da RE nas escolas, formação de

professores, participação em competições e criação de laboratórios demonstraram o compromisso das instituições envolvidas com o avanço da formação científica e tecnológica na região.

Baseados no levantamento histórico sobre a história da RE no Estado de Rondônia até o ano de 2023, pudemos criar uma linha do tempo com os marcos temporais e destaques de cada ano, conforme apresentado no Quadro 1, abaixo:

Quadro 1 - Marcos e Destaques da História da RE em Rondônia

2009	<ul style="list-style-type: none"> - Março: Primeira iniciativa de RE em Porto Velho. - Março a abril: Primeiro curso de formação para professores em RE pela SEE/Seduc. - Destaque: Reconhecimento da importância da educação especializada para estudantes superdotados.
2010	<ul style="list-style-type: none"> - Dezembro: Início das atividades práticas de RE na Escola Duque de Caxias e primeira participação na OBR.
2011	<ul style="list-style-type: none"> - Formação do Grupo de Pesquisa GPMecatrônica no IFRO. - Interação com a RE utilizando materiais recicláveis e ARDUINO.
2012	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação do projeto em RE pela SEDUC. - Implementação do projeto piloto na Escola Jerris Adriani Turatti. - Colaboração com o GPMecatrônica.
2013	<ul style="list-style-type: none"> - Agosto: Primeira participação do IFRO na OBR. - Outubro: Destaque da equipe "Tambaqui Digital" na etapa nacional da OBR.
2014	<ul style="list-style-type: none"> - Agosto: Treinamento "RE com Lego e Arduino". - Novembro: Curso "Difusão da Robótica e Internet das Coisas". - Dezembro: 1º Torneio de Robótica pelo GPMecatrônica.
2015	<ul style="list-style-type: none"> - OBR no Porto Velho Shopping. - Participação na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Brasília. - Primeiro Desafio de Tecnologia entre os institutos federais.
2016	<ul style="list-style-type: none"> - Maio a junho: 1º Desafio de Tecnologia e Inovação dos Institutos Federais. - Setembro: Etapa Estadual da OBR. - Novembro: IFRO na Infoparty.
2017	<ul style="list-style-type: none"> - Agosto: Conclusão do Curso FIC de Desenvolvedor de Robô - Setembro: Projeto de Educação Tecnológica em Robótica. - Novembro: 2ª edição da Infoparty e Beiradeiro Robot Challenge.
2018	<ul style="list-style-type: none"> - Julho a agosto: I Campus Party Rondônia. - Setembro: Etapa estadual da OBR. - Novembro: Homenagem aos dez anos do IFRO.
2019	<ul style="list-style-type: none"> - Maio: Formação continuada em RE. - Setembro: Etapa estadual da OBR. - Outubro: Ações empreendedoras sociais e oficinas de robótica.
2020	<ul style="list-style-type: none"> - Março: Destaque do programa de robótica na Escola Barão do Solimões. - Adaptação ao ensino remoto e competições virtuais de robótica.
2021	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação das atividades remotas de robótica devido à pandemia da COVID-19.
2022	<ul style="list-style-type: none"> - Retorno às atividades presenciais e OBR presencial. - Expansão do Projeto de Robótica LEGO no IFRO, Campus Ji-Paraná.
2023	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução da RE nas escolas rurais. - Formação de professores em computação e robótica.

- | |
|--|
| - Participação em competições nacionais e internacionais.
- Criação de laboratórios de física e robótica. |
|--|

Fonte: Base de dados da pesquisa (2024-2025).

A história da RE em Rondônia é um relato de avanços constantes. Desde a primeira iniciativa, em 2009, até as atividades recentes de 2023 e 2024, tem sido uma jornada de crescimento, enfrentando desafios e celebrando conquistas. A integração da robótica ao cenário educacional tem transformado a maneira como os estudantes aprendem, relacionam-se e se preparam para o futuro, promovendo habilidades críticas em STEM (STEAM) e fomentando ambientes de aprendizado dinâmicos e inclusivos.

Os sucessos alcançados em competições como a OBR e o engajamento em eventos internacionais destacam o potencial e a capacidade de estudantes e educadores de Rondônia. A expansão da RE para escolas rurais e a formação continuada de professores em tecnologias educacionais e robótica evidenciam um esforço contínuo voltado a sua disseminação. As iniciativas e os projetos desenvolvidos ao longo dos anos não apenas moldaram o cenário educacional da região, mas também prepararam o terreno para futuros avanços. A RE em Rondônia é um exemplo vibrante de como a tecnologia e a Educação podem se unir para inovar no ensino e criar oportunidades de aprendizado e desenvolvimento.

As experiências acumuladas ao longo desses anos indicam que a RE tem se configurado como um campo fértil para a mediação de conhecimentos nas diferentes etapas da Educação Básica, contribuindo para o desenvolvimento de capacidades críticas, criativas e colaborativas entre os sujeitos envolvidos. Contudo, somos cientes de que as terminologias preponderantes nas notícias que conduziram esta subseção estão diretamente ligadas a ideais capitalistas de capacitação para o mercado de trabalho e aos conceitos de habilidades e competências, tão presentes na legislação educacional brasileira. Por isso, motivamo-nos a ideia de pesquisar a RE a partir de pressupostos histórico-culturais, com foco no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, a partir de um trabalho pedagógico baseado nos conteúdos escolares, nos conceitos científicos, sem perder de vista a função social da escola – como discorreremos ao longo de toda esta tese.

2.3. REVISÃO SISTEMÁTICA NA BIBLIOTECA BRASILEIRA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES: PESQUISAS SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL EM PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO RELACIONADOS À EDUCAÇÃO NO BRASIL

No Brasil e globalmente, um abundante corpus de investigações se concentra no emprego de tecnologias na Educação, abarcando tanto contextos escolares quanto extraescolares. Essas investigações englobam uma diversidade de dispositivos, incluindo computadores, tablets, *smartphones*, *softwares*, aplicativos e jogos, bem como RE.

À medida que surgem TE com potencial pedagógico, os desafios enfrentados pelos docentes, abrangendo desde o âmbito da Educação Escolar até o Ensino Superior, crescem substancialmente. No entanto, não se trata de uma tarefa trivial para os professores, uma vez que, em meio a responsabilidades e considerando o contexto de depreciação da profissão docente (Saviani, 2007; Moura *et al.*, 2019), torna-se complexo acompanhar a evolução das tecnologias e integrá-las de forma didática às suas estratégias pedagógicas.

Os professores que atuam no Ensino Médio enfrentam diversos desafios relacionados a atividade docente, destacando-se a dificuldade dos professores em lidar com as tecnologias (Castro, 2021; Castro; Silva, 2021). Isso pode ser um empecilho para o desenvolvimento de atividades que envolvam tecnologias avançadas, além de limitar as possibilidades de aprendizado dos estudantes. Além disso, a formação docente existente é superficial e não possui acompanhamento adequado, o que pode comprometer a qualidade do ensino oferecido (Azeredo; Pizzollo; Bitencourt, 2018; Castro; Silva, 2021).

Em diversos contextos, os professores não recebem informações suficientes sobre como utilizar as tecnologias disponíveis em sala de aula ou não sabem como adaptar essas tecnologias às necessidades específicas dos estudantes (Azeredo; Pizzollo; Bitencourt, 2018). Outro aspecto importante é a precariedade da estrutura das escolas, que pode limitar a utilização pedagógica de TE. A Pesquisa TIC Educação 2022 revelou que, embora a maioria das escolas possua computadores e acesso à internet, apenas uma parte disponibiliza esses recursos de forma adequada para os estudantes, sendo essa realidade ainda mais crítica em áreas rurais. Além disso, a falta de infraestrutura, tanto nas instituições quanto nas regiões em que estão inseridas, permanece como um dos principais entraves à implementação efetiva do uso de TE em práticas pedagógicas (CGI.br, 2023).

A RE, embora frequentemente apresentada por alguns discursos como uma modalidade didática inovadora, ou como uma solução em ascensão na Educação Escolar, é mais

precisamente compreendida, nos termos dos referenciais aqui adotados, como um conjunto de processos e procedimentos que utiliza artefatos robóticos como mediação para o desenvolvimento do conhecimento (Madureira, 2021). Sua crescente adoção na Educação Básica, impulsionada tanto por políticas governamentais, a exemplo da ênfase nas competências da BNCC, quanto por iniciativas privadas, como as observadas em Rondônia e promovidas por corporações como a GAFAM e a Fundação Lemann, deve ser analisada criticamente (Peixoto, 2021). Este fomento, muitas vezes, reflete uma lógica neoliberal que visa à mercantilização da educação e acentua as desigualdades sociais, em detrimento da formação humana integral (Peixoto, 2021). A visão de que a Robótica, como ferramenta pedagógica, viabiliza esse fenômeno de forma intrinsecamente positiva, conforme encontrado em algumas investigações, inclusive nas analisadas no corpus desta tese, e, especialmente, a de Papert (1985, 2008), idealizador da teoria construcionista, tende a oscilar entre uma perspectiva tecnocêntrica instrumental e determinista (Madureira, 2021). Essas visões, frequentemente, atribuem à tecnologia uma neutralidade e um potencial autônomo que desconsideram sua natureza de construto social e a complexidade das relações didático-pedagógicas (Madureira, 2021). Contudo, a perspectiva adotada pela presente pesquisa, marcada desde a sua introdução, é a do uso da RE como abordagem didática a ser incorporada ao trabalho pedagógico dos professores, com foco no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Os indicadores relativos à adesão de estudantes e professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio a desafios de conhecimento envolvendo robótica são consideráveis. No entanto, esse avanço é acompanhado pelas pesquisas educacionais em Programas de Pós-Graduação (PPG) *Stricto sensu* no Brasil? Para abordar essa questão, foi realizada uma revisão sistemática (Silva; Castro, 2023), analisando teses e dissertações disponíveis na BDTD. Optamos pela BDTD, pois ela constitui, atualmente, o maior repositório nacional de teses e dissertações, reunindo mais de um milhão de registros provenientes de 153 Instituições de Educação Superior (IES) e pesquisa (IBICT, 2025). Essa base representa uma fonte consolidada para o acesso à produção acadêmica *Stricto sensu* brasileira, contribuindo para a visibilidade e disseminação do conhecimento científico nacional (UFU, 2024), em um sistema de navegação intuitiva, com filtros inteligentes e a possibilidade de extração de resultados tabulados em planilhas eletrônicas.

Deste modo, esta sessão consiste em identificar e analisar as tendências nas teses e dissertações sobre RE desenvolvidas em PPG relacionados à área da Educação. Inicialmente, havíamos investigado teses e dissertações especificamente em PPG de Educação e buscando apenas pelo conceito de “Robótica Educacional”, mas percebemos, com AH/SD em eventos

nacionais e em outras revisões de literatura, que são utilizados outros termos para relacionar a robótica à Educação. Sendo assim, procedemos uma nova pesquisa na BDTD somente pelo termo “Robótica” e, desta vez, não consideramos apenas PPG específicos da área da Educação, mas todos que estão a ela relacionados.

Durante a revisão empreendida, conduzimos extensa análise de teses e dissertações, diversificando nossa amostra de pesquisa e enriquecendo a investigação com uma variedade maior de referenciais teóricos. Além disso, procuramos aprofundar nosso entendimento sobre as bases teóricas subjacentes a esses estudos, visando a uma compreensão mais holística e detalhada sobre a aplicação da robótica em contextos educacionais. A análise atual, mais abrangente e inclusiva, possibilitou examinar tendências, desafios e oportunidades relacionadas à RE.

Em 07 de Dezembro de 2023, o acervo da BDTD contabilizava 874.013 documentos. Utilizamos a expressão exata “Robótica”, sem aplicação de filtros por área de conhecimento ou por ano de publicação, resultando em 2.305 pesquisas *Stricto sensu*. Então, filtramos por todas as áreas relacionadas à Educação⁶. Por fim, sistematizamos os resultados finais em planilhas eletrônicas com vistas à organização e à análise dos dados.

Com todos os dados unificados em uma planilha única, identificamos 52 pesquisas sobre robótica desenvolvidas em PPG da área da Educação e em áreas relacionadas, conforme o Quadro 2, abaixo:

Quadro 2 - Teses e dissertações sobre Robótica no Brasil

	Nome do Autor	Título do trabalho	Tipo
1	ALBERTONI, Neumar Regiane Machado	Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes	Dissertação
2	ALMEIDA, Felipe de Lima	Lego® education: um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados	Dissertação
3	ALMANSA, Filipi Michels	Robótica educacional na formação continuada de professores: inovação nas práticas educativas da educação básica	Dissertação
4	AMORIM, Jadson Cavalcanti de	Robótica educacional e ensino: proposta de implantação em espaço de construção e experimentos	Dissertação
5	AQUINO FILHO, Gilmar Ferreira de	Aprendizagem ativa no ensino técnico em mecatrônica com a utilização da plataforma arduino	Tese
6	BARBOSA, Fernando da Costa	Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer	Dissertação

⁶ Ciências Exatas e da Terra: Matemática; Ciências Exatas e da Terra: Matemática: Matemática Aplicada; Ciências Exatas e da Terra: Sistemas de Computação: Hardware; Ciências Exatas e da Terra: Teoria da Computação: Computabilidade e Modelos de Computação; Ciências Humanas: Educação; Ciências Humanas: Educação: Currículo; Ciências Humanas: Educação: Ensino-Aprendizagem; Ciências Humanas: Educação: Ensino-Aprendizagem: Métodos e Técnicas de Ensino; Ciências Humanas: Educação: Ensino-Aprendizagem: Tecnologia Educacional; Linguística, Letras e Artes: Artes: Educação Artística; Linguística, Letras e Artes: Artes: Música.

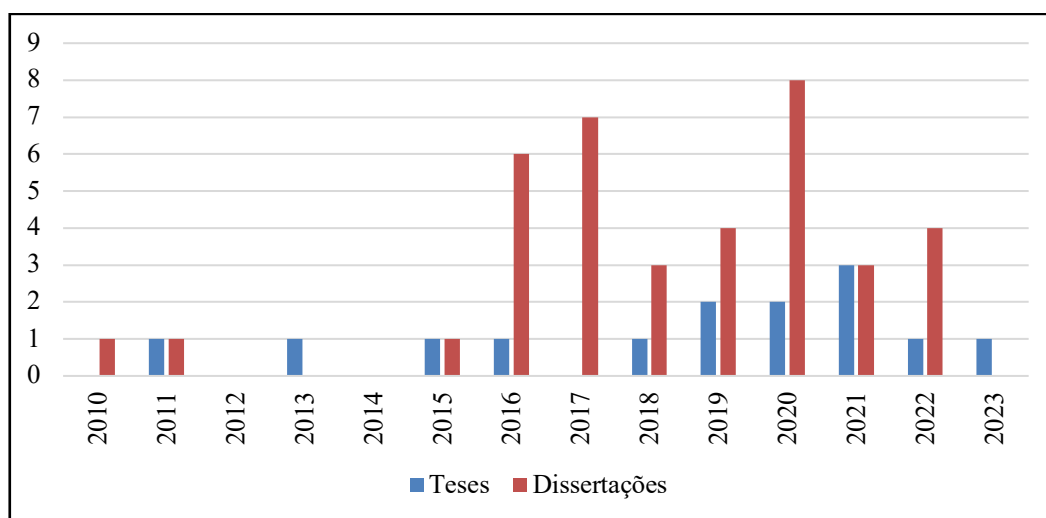
7	BARBOSA, Fernando da Costa	Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens	Tese
8	BENITES, Cristiano da Silva	Ensino de música para crianças surdas utilizando tecnologia assistiva e robótica	Dissertação
9	BEZERRA, Marcelo dos Santos	As representações sociais da robótica educacional para professores do ensino fundamental da rede pública de ensino da cidade do Natal-RN	Dissertação
10	BRITO, Francinaldo Maciel de	Uma proposta de ensino acerca das energias renováveis: ações a partir do kit de robótica	Dissertação
11	CAMPOS, Flavio Rodrigues	Currículo, tecnologias e robótica na educação básica	Tese
12	CASTELLI FERNANDES, Nidia Mara Melchiades	Integração entre a robótica educacional e a abordagem STEAM: identificação da área de oportunidade e desenvolvimento de protótipos	Dissertação
13	CÉSAR, Danilo Rodrigues	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento	Tese
14	COSTA JR, Almir de Oliveira	Uma estratégia utilizando robótica para o ensino dos conceitos de velocidade e aceleração escalares	Dissertação
15	CUNHA, Ane Cristine Herminio	Aprendizagem e desenvolvimento das funções mentais superiores das crianças com o transtorno do espectro autista	Tese
16	FERREIRA, Geislana Padeti	Robótica aplicada ao ensino de resistores	Dissertação
17	GALVÃO, Angel Pena	Robótica Educacional e o Ensino de Matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no ensino fundamental	Dissertação
18	GODOY, Marcela Edith	El programa conectar igualdad en salta, argentina: especificidades locales y trayecto de una política pública de inclusión digital	Dissertação
19	GONZAGA, Sabrina Espíndola	Metodologias ativas na robótica educacional: possíveis articulações com o currículo de ciências?	Dissertação
20	GONZÁLEZ, Maria Verónica Segovia	Desenvolvimento de sequências didáticas aliadas à robótica educacional para o ensino da língua inglesa	Dissertação
21	GROSS, Giane Fernanda Schneider	Cultura digital frente às demandas das escolas do campo: a robótica educacional como possibilidade para o ensino de matemática	Dissertação
22	GUSMÃO, Anderson Silva	Identificação das habilidades de pensamento computacional diante dos estados emocionais sob a abordagem de multimodal learning analytics	Dissertação
23	ITALIANO, Vinicius de Príncipe	Projeto principia - robôs na escola: aprendizagem, desenvolvimento e cidadania	Dissertação
24	KAMINSKI, Márcia Regina	Análise das práticas de informática na educação da escola municipal aloys joão mann - Cascavel/PR	Dissertação
25	LIMA, José Roberto Tavares de	Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem	Tese
26	MACIEL JUNIOR, Percy Fernandes	Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício	Dissertação
27	MADUREIRA, Luso Soares	Robótica pedagógica nos programas de pós-graduação em educação do Brasil: um retrato em movimento	Tese
28	MATIAS, Rosângela Pacífico	Visualidades interativas dos robôs paraibanos na Robocup Jr dance (onstage)	Dissertação
29	MEDEIROS NETO, Manoel Sátiro de	Protótipo robótico de baixo custo utilizado como ferramenta para o ensino de matemática	Dissertação
30	MEIRA, Ricardo Radaelli	Pensamento computacional na educação básica: uma proposta metodológica com jogos e atividades lúdicas	Dissertação
31	MELO, Richardson Wilker da Silva	A implementação de um clube de robótica e criatividade: uma estratégia didática para favorecer uma aprendizagem significativa na disciplina de física	Dissertação
32	MELLO, Felipe da Cunha de	Henrique e o robô dim: gamebook para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de educação financeira infantil	Dissertação
33	MORAES, Leandro Donizete	Produção, aplicação e análise de um curso conectivista para a aprendizagem de astronomia observacional	Tese
34	OLIVEIRA, Ailton Diniz de	Robótica nas aulas de matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções	Dissertação

35	OLIVEIRA, David Gentil de	Robótica pedagógica para o ensino de ciências em Santo Antônio do Tauá - PA	Dissertação
36	OLIVEIRA, Denilton Silveira de	Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy	Dissertação
37	RAMOS, Rogeria Campos	Análise de projetos de robótica para criança em idade pré-escolar desenvolvidos em escolas da região sul da cidade de São Paulo e em escolas no norte de Portugal	Tese
38	RODRIGUES, Marcelo Melazzo	Modelagem matemática da voz, trigonometria e robótica: atividades interativas	Dissertação
39	SANTOS, Erica Oliveira dos	Robótica educacional nas escolas de Curitiba: possibilidades pedagógicas para o ensino de matemática com o ludobot	Dissertação
40	SANTOS, João Paulo da Silva	Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional	Dissertação
41	SANTOS, Marden Eufrasio dos	Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional	Dissertação
42	SANTOS, Raiayne Souza	Cultura maker na educação: o ensino da robótica para a formação docente inicial	Dissertação
43	SILVA JUNIOR, Luiz Alberto da	O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife	Tese
44	SILVA, Akynara Aglae Rodrigues Santos da	Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital	Dissertação
45	SILVA, Hutson Roger	Meninas na robótica: inclusão, cidadania e formação para a vida	Dissertação
46	SILVA, Mariana Cardoso da	Robótica educacional livre: um relato de prática no ensino fundamental	Dissertação
47	SILVA, Marcos Roberto da	Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática	Tese
48	SILVA, Naltylene Teixeira Costa	O ensino de tópicos de cinemática através de robótica educacional	Dissertação
49	SILVA, Roberto Vieira da	O kit de robótica e o ensino de física: o relato de uma proposta para discutir os conceitos de massa, aceleração e força	Dissertação
50	SILVA, Suselaine da Fonseca	Torneio de robótica virtual – mutações da arquitetura pedagógica em um contexto de pandemia	Tese
51	SOUZA, Crhistiane da Fonseca	Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática	Tese
52	STROEYMEYTE, Tatiana Souza da Luz	Currículo, tecnologias e alfabetização científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores	Dissertação

Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

Em relação ao panorama temporal das pesquisas sobre RE nos PPG brasileiros, a primeira publicação registrada na BDTD foi uma dissertação de 2010, intitulada “Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital”, de Akynara Aglae Rodrigues Santos da Silva. Segundo nossos resultados, o ano mais produtivo foi 2020, com duas teses e oito dissertações registradas. O Gráfico 2 mostra a evolução das pesquisas *Stricto sensu* sobre RE no Brasil, de janeiro de 2010 a dezembro de 2023.

Gráfico 2 - Quantitativo de teses e dissertações sobre Robótica no Brasil

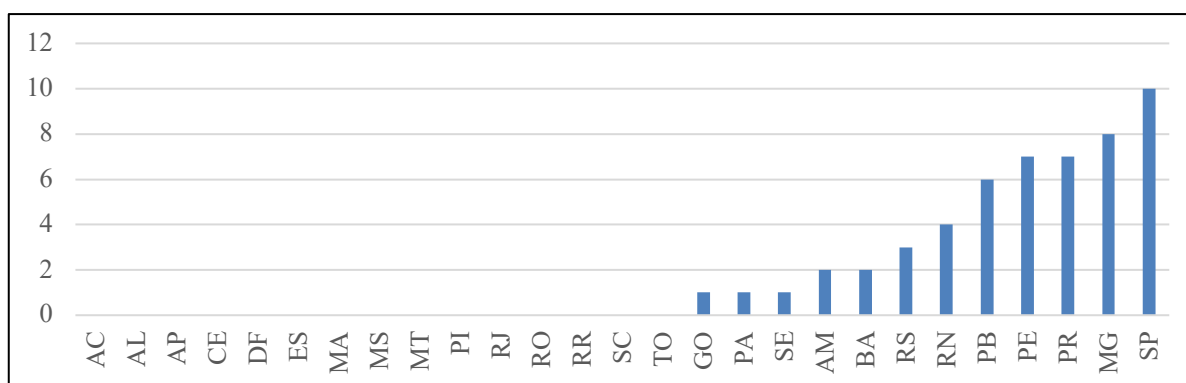


Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

O fato de haver um maior número de dissertações sobre RE em relação a teses é justificável, dada ao maior número de mestrados do que de doutorados no país. O aumento da produção de pesquisas sobre RE em programas *Stricto sensu* pode ser facilmente observado pela sistematização apresentada no Gráfico 2. Inclusive, no período de 2016 a 2022, o número de pesquisas sobre esse tema se tornou mais constante e crescente no Brasil.

O Gráfico 3, por sua vez, apresenta os resultados por estados brasileiros, fornecendo um panorama da distribuição geográfica das produções sobre RE na pesquisa *Stricto sensu* brasileira:

Gráfico 3 – Quantitativo de teses e dissertações sobre RE no Brasil por Unidade Federativa



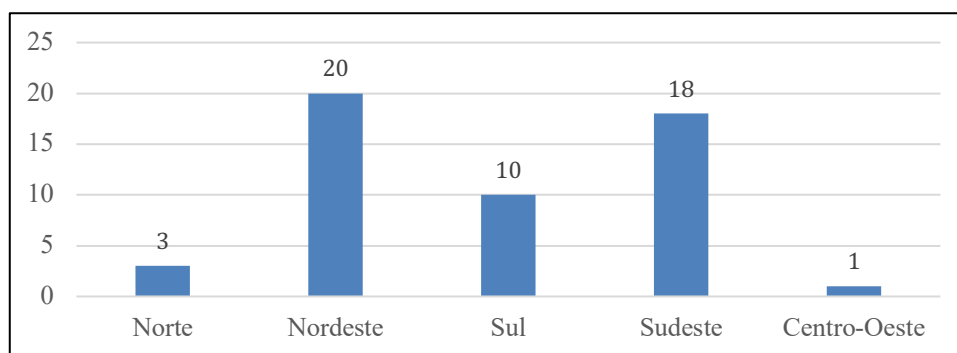
Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

Os cinco estados com maior produção de pesquisa *Stricto sensu* sobre RE em PPG relacionados a Educação são: São Paulo, com dez produções, sendo cinco dissertações e cinco teses; Minas Gerais, com oito produções, sendo quatro teses e quatro dissertações; Pernambuco,

com sete publicações, das quais duas teses e cinco dissertações; Paraná, também com sete produções, sendo sete dissertações; e a Paraíba, com seis publicações, todas elas dissertações. Há, ainda, estados brasileiros sem nenhuma pesquisa sobre RE desenvolvida em um PPG relacionado à Educação, tomando por base os documentos disponíveis na época da pesquisa realizada: Acre (AC), Alagoas (AL), Amapá (AP), Ceará (CE), Distrito Federal (DF), Espírito Santo (ES), Maranhão (MA), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT), Piauí (PI), Rio de Janeiro (RJ), Rondônia (RO), Roraima (RR), Santa Catarina (SC), Tocantins (TO).

Ao dividir as produções por regiões, é possível notar fortes assimetrias regionais quando se trata dessa temática. As regiões Nordeste, Sul e Sudeste concentram cerca de 90% das pesquisas *Stricto sensu* desenvolvidas no país, em termos percentuais para se ter ideia da disparidade. O Gráfico 4 apresenta esses dados, em que a cor verde indica a proporção de cada região em relação ao total de 100% dos 52 trabalhos encontrados em nossa revisão:

Gráfico 4 – Testes e dissertações sobre Robótica em PPG relacionados à Educação por regiões do Brasil



Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

A Região Nordeste do país apresentou a maior quantidade de pesquisas *Stricto sensu* sobre RE em PPG relacionados à Educação, totalizando 20 publicações, sendo quatro teses e 16 dissertações. Já a Região Sudeste desenvolveu 18 pesquisas, incluindo nove teses e nove dissertações, enquanto a Região Sul desenvolveu dez, todas dissertações. Na Região Norte, foram realizadas três pesquisas, todas dissertações, e o Centro-Oeste apenas uma tese. Até a data de nossa pesquisa, na Região Norte, não havia nenhuma tese de doutorado sobre RE em nenhum PPG relacionado à Educação. A análise dos dados, segmentada por região geográfica, revela uma distribuição heterogênea da produção sobre o tema no país. A Região Nordeste se destaca pela maior parcela de pesquisas, com 38,46% do total de investigações resultantes.

A Região Sudeste, frequentemente associada a um maior desenvolvimento educacional e tecnológico, contribui com 34,62% das publicações. Este percentual, embora representativo, sugere uma distribuição equânime da pesquisa acadêmica nessa temática na Região Nordeste.

A Região Sul, por seu turno, com 19,23%, também demonstra uma participação ativa na pesquisa *Stricto sensu* brasileira sobre RE.

Por outro lado, em contraste, as Regiões Norte e Centro-Oeste apresentam menores índices de produção acadêmica na área, com 5,77% e 1,92% respectivamente. Esses números podem refletir desafios relacionados a menor presença de pesquisadores que orientem pesquisas de mestrado e de doutorado voltados à temática em tela. O menor número de PPG nessas regiões acaba por apresentar menores quantitativos de investigações em todas as áreas do conhecimento nessas regiões, o que não seria diferente quando se trata de RE.

Procurando identificar a distribuição geográfica e institucional dessas publicações, visando a compreender como as pesquisas em RE estão sendo desenvolvidas nas diversas regiões do país, é essencial para identificar os principais centros de pesquisa quando os focos de estudo estão relacionados com a robótica. Nessa perspectiva, o Quadro 3 foi elaborado para apresentar um panorama detalhado de teses e dissertações, proporcionando uma análise quantitativa por IES, estado e região:

Quadro 3 - Produções relacionadas à robótica por IES brasileiras

Universidade	Região	Estado	Dissertações	Teses	Total
UFRPE	Nordeste	PE	5	2	7
UFU	Sudeste	MG	3	4	7
UEPB	Nordeste	PB	5	0	5
UTFPR	Sul	PR	5	0	5
UFRN	Nordeste	RN	4	0	4
PUC/SP	Sudeste	SP	2	2	4
UFSM	Sul	RS	3	0	3
UFBA	Nordeste	BA	1	1	2
IFAM	Norte	AM	2	0	2
Mackenzie	Sudeste	SP	1	1	2
UFSCAR	Sudeste	SP	2	0	2
UNICSUL	Sudeste	SP	0	2	2
PUC/GO	Centro-Oeste	GO	0	1	1
UFPB	Nordeste	PB	1	0	1
UFS	Nordeste	SE	0	1	1
UFPA	Norte	PA	1	0	1
UNIFEI	Sudeste	MG	1	0	1
UNICENTRO	Sul	PR	1	0	1
UNIOESTE	Sul	PR	1	0	1

Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

Observamos que a produção acadêmica está concentrada em algumas universidades específicas, com destaque para a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no

Nordeste, com um total de sete pesquisas, das quais cinco são dissertações e dois são teses. Este resultado é indicativo de um grupo de pesquisa específico que desenvolve investigações *Stricto sensu* sobre RE na instituição, provavelmente, liderado por um ou dois professores pesquisadores interessados pela temática. Na Região Sudeste, a UFU (Universidade Federal de Uberlândia) e a PUC/SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo) emergem como centros de pesquisa sobre RE, com a UFU registrando um total de sete pesquisas (três dissertações e quatro teses) e a PUC/SP totalizando quatro publicações (duas dissertações e duas teses).

Além disso, outras instituições, como a UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), no Sul, e a UEPB (Universidade Estadual da Paraíba), no Nordeste, também apresentam contribuição que cabe destaque, com cinco dissertações cada. Contrastando com os destacados números de algumas instituições, outras IES apresentaram uma produção menos expressiva, com uma ou duas pesquisas desenvolvidas. Este cenário sugere heterogeneidade na distribuição das pesquisas sobre RE em PPG relacionados à Educação no Brasil.

Na sequência, realizamos análise detalhada das palavras-chave empregadas nas produções catalogadas na BDTD. Observamos a presença de termos em diferentes idiomas, predominantemente, em inglês e espanhol. A fim de estabelecer uma uniformidade analítica, traduzimos esses termos para o português. Após a tradução, resultou a identificação de um conjunto composto por 245 palavras distintas. Posteriormente, agrupamos as palavras-chave por similaridade, o que permitiu a distinção de um total de 141 palavras-chave únicas.

O estudo das palavras-chave entre as teses e dissertações analisadas revela áreas de foco predominantes. O Quadro 4 apresenta as palavras-chave mais frequentes, com um destaque especial para aquelas que aparecem múltiplas vezes, refletindo os principais interesses e direções de pesquisa no campo. Vale ressaltar que a lista de palavras-chave é mais extensa, mas, para fins de clareza e concisão, focamos naquelas com maior frequência, descartando as que aparecem apenas uma vez.

Quadro 4 - Frequência de palavras-chave que indicam temáticas de estudo relacionadas à robótica no Brasil

Palavra-chave	Quantidade
Robótica Educacional	28
Tecnologia educacional	10
Robótica	8
Ensino de Física	6
Ensino Fundamental	6
Matemática - Ensino e estudo	6

Robótica - Educação	6
Tecnologias da informação e comunicação	5
RoboCup Jr Dance/onstage	4
Robótica Pedagógica	4
Visuais interativos	4
Aprendizagem	3
Ciência	3
Ensino de Matemática	3
Ensino-aprendizagem	3
Análise de conteúdo (Comunicação)	2
Arduino	2
Cidadania	2
Ciência - Estudo e ensino	2
Cinemática	2
Construtivismo (Educação)	2
Currículo	2
Educação	2
Educação - Estudo e ensino	2
Educação básica	2
Ensino de artes visuais	2
Ensino de Artes Visuais	2
Escolas rurais	2
Física	2
Pensamento computacional	2
Prática de ensino	2
Práticas educativas	2
Professores de matemática	2
Robótica - Estudo e ensino	2
Tecnologia	2

Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

A predominância do termo “Robótica Educacional”, com 28 ocorrências, sublinha sua consolidação quando pesquisadores intencionam se referir à robótica a situações educacionais. “Ensino de Física”, “Ensino Fundamental” e “Matemática - Ensino e estudo”, com seis menções cada, refletem o foco na aplicação prática da robótica como abordagem de ensino aplicada a disciplinas específicas. Isso sugere um reconhecimento da robótica não apenas como um campo de estudo autônomo, mas, também, como um método de ensinar e para aprender Ciências e Matemática. Além disso, os termos “Tecnologia Educacional” e “Tecnologias da informação e comunicação” indicam a Robótica como uma TE com possibilidades de aplicação na Educação. Já os termos “RoboCup Jr. Dance/onstage” e “Visuais interativos”, embora menos

frequentes, indicam a exploração da robótica em contextos criativos e artísticos, apontando para uma abordagem mais holística que ultrapassa os limites tradicionais das tecnologias e das engenharias. Ao final, para fins didáticos, agrupamos as palavras-chave indicadas entre as 52 teses e dissertações analisadas em: Educação e Ensino, Tecnologia e Inovação e Arte e Criatividade. As palavras-chave indicam um interesse em explorar as interseções tecnologia, Educação e Ciências Exatas, mediante uma diversidade de abordagens e de temas dentro do campo de uma “Robótica aplicada à Educação” e ao desenvolvimento de habilidades em várias áreas. Identificamos que essas palavras-chave também estão presentes nos títulos, indicando tendência de pesquisas voltada à integração da robótica a processos de ensino e de aprendizagem.

Adiante, aprofundando nossa busca sistemática e análise detalhada, examinamos os resumos das teses e dissertações resultados da busca empreendida procurando identificar os objetivos, as teorias subjacentes e os resultados alcançados. Nosso objetivo, com essa parte das análises, era perceber como a RE está sendo integrada e aplicada em práticas pedagógicas a partir das descrições presentes nos resumos das pesquisas, bem como os referenciais teóricos que as embasaram.

A categorização dos objetivos das 52 teses e dissertações sobre RE seguiu um processo meticuloso de análise, visando a identificar tendências e temas recorrentes nestas pesquisas. Este procedimento foi realizado em quatro etapas: 1. Leitura Detalhada; 2. Identificação; 3. Agrupamento de Objetivos e; 4. Criação de Categorias. As categorias foram nomeadas de forma a capturar a essência dos objetivos agrupados: “Desenvolvimento de Habilidades e Competências voltadas a conteúdo”, “Formação e capacitação⁷ de professores”, “Impacto da robótica no processo de aprendizagem”, “Inclusão e diversidade” e “Inovação e criatividade na Educação”.

Na categoria “Desenvolvimento de habilidades e competências voltadas a conteúdo” foram categorizadas as pesquisas que investigaram como a RE pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências específicas em estudantes. Isso inclui pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, colaboração e habilidades tecnológicas, alinhados com os objetivos de aprendizagem existentes em disciplinas como Matemática, Ciências e linguagens

A categoria “Formação e capacitação de professores”, por sua vez, abrange estudos focados na formação de professores para a utilização da robótica como abordagem pedagógica.

⁷ Mantivemos o termo, mesmo não concordando com o mesmo, para manter a integralidade dos resultados verificados.

Investiga as necessidades de formação e os desafios enfrentados pelos educadores ao integrarem a robótica em suas práticas de ensino.

Já a categoria “Impacto da robótica no processo de aprendizagem” enquadra os trabalhos que analisam o impacto direto da robótica nos processos de aprendizagem dos estudantes. Investigam políticas, métodos, abordagens e como a robótica pode afetar o entendimento e a apropriação de conceitos, além de explorar mudanças na atitude e no engajamento dos estudantes.

A categoria “Inclusão e diversidade” inclui pesquisas que se concentram em como a RE pode ser usada para promover inclusão e diversidade. Estuda maneiras de tornar a robótica acessível a uma ampla gama de estudantes, incluindo aqueles de diferentes origens sociais, culturais e de diferentes níveis de aprendizagem – como nos casos dos projetos desenvolvidos em Rondônia voltados para o desenvolvimento das potencialidades de estudantes com AH/SD.

Por fim, a categoria “Inovação e criatividade na Educação” reúne pesquisas que exploram a RE como um meio para inovar e potencializar a criatividade no ambiente educacional. Analisam como a robótica, em diferentes ambientes, pode ser usada para criar abordagens de ensino mais envolventes a seus partícipes.

O Quadro 5 ilustra essa categorização, destacando os títulos das pesquisas analisadas:

Quadro 5 - Teses e dissertações sobre RE em programas de pós-graduação em Educação

Categoria	Título das publicações
Desenvolvimento de habilidades e competências voltadas a conteúdo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional (Dissertação); 2. Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional (Dissertação); 3. O kit de robótica e o ensino de Física: O relato de uma proposta para discutir os conceitos de massa, aceleração e força (Dissertação); 4. O ensino de tópicos de cinemática através de robótica educacional (Dissertação); 5. Robótica educacional nas escolas de Curitiba: possibilidades pedagógicas para o ensino de matemática com o Ludobot (Dissertação); 6. Modelagem matemática da voz, trigonometria e robótica: atividades interativas (Dissertação); 7. Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes (Dissertação); 8. Desenvolvimento de sequências didáticas aliadas à robótica educacional para o ensino da língua inglesa (Dissertação); 9. Protótipo robótico de baixo custo utilizado como ferramenta para o ensino de Matemática (Dissertação); 10. Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem (Tese).
Formação e capacitação de professores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy (Dissertação); 2. Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática (Tese);

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática (Tese); 4. Cultura Maker na educação: o ensino da robótica para a formação docente inicial (Dissertação); 5. Robótica educacional na formação continuada de professores: inovação nas práticas educativas da educação básica (Dissertação).
Impacto da robótica no processo de aprendizagem	da	<ol style="list-style-type: none"> 1. Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer (Dissertação) 2. Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens(Tese); 3. Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental (Dissertação); 4. O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife (Tese); 5. Análise de projetos de robótica para criança em idade pré-escolar desenvolvidos em escolas da região sul da cidade de São Paulo e em escolas no norte de Portugal (Tese); 6. Metodologias ativas na robótica educacional: possíveis articulações com o currículo de ciências? (Dissertação).
Inclusão e diversidade	e	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meninas na robótica: inclusão, cidadania e formação para a vida (Dissertação); 2. As representações sociais da robótica educacional para professores do ensino fundamental da rede pública de ensino da cidade do Natal-RN (Dissertação); 3. Projeto Principia - Robôs na Escola: aprendizagem, desenvolvimento e cidadania (Dissertação).
Inovação e criatividade na Educação	na	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visualidades interativas dos robôs paraibanos na RoboCup Jr Dance (OnStage) 2. Robótica educacional e ensino: proposta de implantação em espaço de construção e experimentos 3. A implementação de um clube de robótica e criatividade: uma estratégia didática para favorecer uma aprendizagem significativa na disciplina de física 4. Cultura digital frente às demandas das escolas do campo: a robótica educacional como possibilidade para o ensino de matemática 5. Torneio de robótica virtual – mutações da arquitetura pedagógica em um contexto de pandemia 6. Integração entre a robótica educacional e a abordagem steam: identificação da área de oportunidade e desenvolvimento de protótipos

Fonte: Banco de dados da pesquisa (2023-2025).

Com relação, especificamente, a análise das teorias educacionais adotadas pelas 52 pesquisas sobre RE revela uma tendência e oportunidades para futuras investigações no campo. Notavelmente, o Construcionismo/Construtivismo emerge como a teoria predominante, estando presente em dez dos trabalhos analisados. Esta prevalência pode ser atribuída, em parte, ao fato de que o Construcionismo foi desenvolvido justamente por Seymour Papert (2020), baseando-se no Construtivismo, originário da Epistemologia Genética piagetiana. Papert, reconhecido como entusiasta e um dos precursores do uso educacional de tecnologias, teve um papel vital no desenvolvimento inicial da RE. Sua teoria enfatiza a aprendizagem ativa e a construção do conhecimento pelo estudante na RE, o que se alinha à natureza epistemológica e prática da teoria de Jean Piaget.

Por outro lado, a THC, base de nossa pesquisa em tela, é adotada por apenas duas das pesquisas analisadas. A baixa representatividade da THC nas pesquisas em RE sugere uma

oportunidade para futuros estudos, salvaguardadas as especificidades epistemológicas. Consideramos importante explorar como conceitos da THC podem enriquecer a compreensão e a prática da RE. A adoção da THC em projetos de RE pode proporcionar *insights* valiosos sobre como os estudantes se relacionam com esse tipo de abordagem em seus contextos histórico-culturais específicos.

Diante dessa possibilidade investigativa, procederemos, a seguir, uma análise dos conceitos específicos da THC abordados nessas duas produções. A primeira pesquisa identificada é uma dissertação, defendida em 2018, intitulada “Robótica educacional e ensino: proposta de implantação em espaço de construção e experimentos”, de Amorim (2018). A pesquisa de mestrado aborda a implantação do Programa “Robótica na Escola” em unidades educacionais públicas dos anos finais do Ensino Fundamental do município de Recife. O estudo foca em cinco unidades de ensino, do 6º ao 9º ano, envolvendo cerca de 160 estudantes e cinco professores. A pesquisa destaca a RE como uma ferramenta transdisciplinar, capaz de encantar estudantes e chamar a atenção dos educadores em diferentes níveis educacionais. A RE é apresentada como uma tecnologia instrumental e pedagógica, utilizável em diversas áreas curriculares e níveis de ensino. Como parte de um projeto de Educação em Tempo Integral (ETI), é proposta como uma eletiva, oferecendo aos estudantes a oportunidade de escolherem atividades alinhadas com suas afinidades e motivações. O desenvolvimento da estrutura e dos instrumentos da eletiva ocorreu de maneira colaborativa e interativa, caracterizando a pesquisa como uma pesquisa-ação. Este estudo utilizou uma abordagem de aprendizagem mediada pela THC e o Construcionismo de Seymour Papert, visando a criação de artefatos cognitivos robóticos como produções autorais dos estudantes. A dissertação também explora o uso de várias tecnologias digitais, como *Google Docs*, vídeos, e-mails, *WhatsApp*, entre outros, para suportar a Educação a Distância (EaD) e o aprendizado presencial-físico. Seu estudo revelou que o programa contribuiu para a valorização da robótica em sala de aula, auxiliando na construção de novos conhecimentos e promovendo aprendizagens efetivas.

Entretanto, quando procuramos o aprofundamento teórico da dissertação em questão, apesar de mencionar a THC em seu resumo, faz uso superficial dessa abordagem teórica no corpo do trabalho. Dentro da dissertação, a THC é mencionada especificamente em único momento, quando discute a formação docente na área da RE. O autor se refere a Vygotsky somente para enfatizar a importância de uma formação permanente para os professores, que os habilite a planejar e desenvolver práticas pedagógicas de boa qualidade. O texto cita Vygotsky ao abordar os conceitos de “apropriação” e “internalização”, no entanto, não os aprofunda.

A apropriação, de acordo com Amorim (2018), refere-se ao processo pelo qual os indivíduos internalizam conceitos e habilidades do mundo externo, tornando-as parte de seu próprio repertório cognitivo. A internalização, por sua vez, de acordo com Amorim (2018), é o processo de transformar essas experiências externas em um construto interno, um aspecto da psique individual. Mas a obra não se aprofunda no significado desses conceitos dentro do contexto da THC ou como eles se aplicam especificamente ao campo da RE, ou, até mesmo, do tema discutido (formação docente). Essa falta de aprofundamento sugere uma oportunidade perdida, pois a compreensão completa desses conceitos poderia oferecer ideias valiosas sobre como a RE pode ser mais efetivamente integrada ao processo de ensino, conforme proposto pela THC. Ao mesmo tempo, ilustra o raso conhecimento do autor e de seu orientador acerca da THC, explicitado na sua aproximação com o Construtivismo piagetiano.

A segunda produção, de Italiano (2021), intitulada “Projeto Principia - Robôs na Escola: aprendizagem, desenvolvimento e cidadania”, foi desenvolvida junto ao Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE) da Universidade UFSCAR, e defendida em 2021. Esta dissertação mergulha no universo da RE e de seu impacto no contexto escolar de São Carlos-SP. A pesquisa se concentra na integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ambiente educacional, explorando como essas podem enriquecer a experiência de aprendizagem dos estudantes, particularmente, no contexto de uma escola pública, durante o segundo semestre de 2019. O estudo visou a compreender como a RE pode abrir novos horizontes para os estudantes do 6º ano do ensino fundamental, potencializando o uso das TDIC para engajá-los em projetos educativos que contribuam para o seu desenvolvimento cognitivo e acadêmico. A dissertação se fundamenta nas teorias de importantes pensadores, como Lev Vygotsky e Paulo Freire, e aborda a RE não apenas como uma ferramenta tecnológica, mas também como um meio para promover a cidadania e o desenvolvimento integral dos estudantes. Os resultados da pesquisa revelaram cinco elementos-chave presentes nas atividades do Projeto Principia: Construção de projetos, Programação desplugada, Estabelecimento de conexões entre situações e áreas do conhecimento, Programação e controle de robôs, e Ressignificação de instrumentos. Esses elementos demonstraram ser cruciais no fomento da exploração de novos conteúdos, construção de aprendizados e no uso efetivo das TE para o desenvolvimento dos estudantes.

A dissertação contém uma subseção intitulada “Contribuições da Teoria histórico-cultural para a reflexão sobre a aprendizagem em atividades de Robótica Educacional”, pela qual explora as contribuições da THC no contexto da RE. Faz menção direta a Vygotsky por meio do conteúdo das “*Obras Escogidas III: Historia del desarrollo de las funciones psíquicas*

superiores”, de 1931, destacando a atividade mediadora dos signos, notando que eles, assim como os instrumentos, desempenham um papel central na atividade racional humana. Enfatiza que esses mediadores não são apenas ferramentas para lidar com desafios externos, mas que facilitam o desenvolvimento de Funções Psicológicas Superiores (FPS), como atenção voluntária, memória lógica e formação de conceitos.

No contexto da RE, a pesquisa sugere que os robôs atuam como instrumentos mediadores entre o estudante (sujeito) e o objeto de sua ação (simbólico: ideia ou conceito físico). Essa interpretação amplia a compreensão de como a robótica pode auxiliar no desenvolvimento cognitivo e na aprendizagem de conteúdos. A análise sugere que a relação com robôs em atividades educacionais pode contribuir em processos cognitivos complexos, alinhando-se a certos princípios da THC. Entretanto, notamos que, apesar de citar conceitos-chave da THC, como apropriação, instrumentos mediadores, ferramentas e signos, a dissertação parece não explorar profundamente esses conceitos dentro do contexto específico da RE. A citação de Vygotsky é utilizada, essencialmente, para estabelecer uma base teórica geral sobre a importância da mediação no desenvolvimento cognitivo e na aprendizagem. Assim, embora a dissertação reconheça a relevância da THC para entender a aprendizagem mediada pela robótica, não aprofunda a aplicação específica desses conceitos no campo da RE.

A subseção 2.6.1 da dissertação traz o título “O desenvolvimento das funções psíquicas superiores”, focando especificamente no desenvolvimento de FPS e na zona de desenvolvimento proximal. O texto faz uma distinção entre as FPS e as funções elementares, ressaltando que as superiores são complexas, como atenção voluntária, memória lógica e pensamento por conceitos, diferenciando-se de ações automatizadas ou simples associações inatas (inferiores). Ressalta, novamente, a importância dos signos enfatizando que são fundamentais para o desenvolvimento humano, mediando a relação do indivíduo com o mundo e permitindo a transformação da natureza circundante. Destaca uma citação do livro “*Obras Escogidas III: Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*” sobre o papel dos signos na estruturação dos processos psicológicos, que os signos e instrumentos não apenas resolvem problemas imediatos. A dissertação aplica esses conceitos superficialmente ao contexto da RE, sugerindo (mais uma vez) que os robôs podem atuar como instrumentos mediadores, auxiliando no desenvolvimento cognitivo das crianças. Ainda, apresenta o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Italiano (2021) traz uma menção a obra intitulada “Robótica pedagógica: percurso e perspectivas”, de D’Abreu (2014), publicado em 2014 no 5º Workshop de Robótica Educacional, para enfatizar a importância do papel do professor na organização do aprendizado

em robótica, destacando a necessidade de conhecimento tanto técnica quanto pedagógica. O texto ressalta a relação entre estudantes e a interdisciplinaridade na aprendizagem com robótica, alinhando-se aos princípios da THC de aprendizado colaborativo e mediado. O texto mantém uma continuidade lógica, vinculando a teoria de Vygotsky aos cenários práticos de aprendizagem mediada, demonstrando a relevância da THC para a Educação atual.

Entretanto, observamos que o texto faz outras referências a THC que não foram anteriormente mencionadas no referencial teórico na análise dos dados. O autor evidencia a aplicação prática de conceitos da THC, focando, especialmente, no desenvolvimento das funções psíquicas superiores e na vivência. Italiano (2021) utiliza observações de atividades com estudantes para ilustrar como os conceitos de memória, percepção e vivência, conforme definidos por Vygotsky, manifestam-se no contexto da RE. Nas atividades analisadas pelo autor, os estudantes sugerem projetos de robôs com foco em situações e conteúdos sociais e ambientais, refletindo a influência de suas vivências e percepções sobre a robótica. O autor destaca que tais ideias estão ligadas tanto ao conhecimento prévio dos estudantes sobre robótica quanto às representações da ficção, evidenciando o conceito vygotskyano de vivência, utilizado por Vygotsky para explicar, basicamente, que experiências transformam o indivíduo intelectualmente (Vygotsky, 2010). A dissertação enfatiza a importância dos signos e da mediação na aprendizagem, conforme discutido por Vygotsky (1991), e introduz uma discussão sobre memória e percepção. Esses conceitos são explorados no contexto dos projetos de robótica, pelo qual a memória dos estudantes sobre eventos globais, como as queimadas na Amazônia, influencia suas propostas de projetos. A percepção dos estudantes acerca da robótica como uma ferramenta de solução de problemas reais é ressaltada, ilustrando o desenvolvimento de funções psíquicas superiores. Entretanto, é notável que, embora a dissertação mencione o conceito de vivência de Vygotsky, e faça referência ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores, falta aprofundamento teórico sobre como esses conceitos se desenvolvem nos estudantes durante o processo educativo. O autor não explora detalhadamente como a vivência difere e se relacionam no aprendizado dos estudantes na prática de robótica com estudantes que não participam de práticas deste tipo. Além disso, a análise carece de uma exploração mais profunda sobre como a ação do professor e o ambiente colaborativo influenciam o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes. A análise dos dados reflete uma compreensão de alguns dos princípios básicos da THC, mas a aplicação desses conceitos poderia ser mais explícita e aprofundada para fornecer uma compreensão mais rica da relação entre teoria e prática no ensino pela robótica. Italiano (2021) aborda como os estudantes se

relacionam com o robô “Tira-Tampa”⁸, explorando a relação entre conhecimento técnico (mecânica, eletrônica e programação) e as áreas do conhecimento tradicional, como Matemática e Física. Nessa experiência, foi feita a menção à emoção e ao desenvolvimento da atenção como FPS, destacando o engajamento emocional dos estudantes com o projeto. Relata, ainda, que a emoção gerada pela experiência prática com a robótica potencializa o aprendizado. As considerações finais da dissertação refletem sobre a jornada de pesquisa, destacando o impacto das TDIC e da RE no desenvolvimento dos estudantes. Embora o autor mencione conceitos da THC, a relação com essa teoria não é desenvolvida nem mesmo nas considerações finais. O autor ressalta o papel da robótica e das TDIC como ferramentas pedagógicas que promovem aprendizagens motivadoras, destacando que a RE possibilita o desenvolvimento de FPS em estudantes, como memória, percepção, atenção, pensamento, emoção e imaginação. Menciona as zonas de desenvolvimento real e proximal para explicar como a robótica pode ajudar os estudantes a ultrapassar desafios. Entretanto, apesar de referenciar esses conceitos, as considerações finais não exploram como as atividades específicas da RE, conduzidas no Projeto Principia, alinham-se a princípios da THC. O relato é mais descritivo do que analítico, focando mais nas atividades realizadas e nos benefícios gerais da RE do que na aplicação específica de conceitos da THC, reconhecendo o valor da THC no contexto educacional, principalmente, no que diz respeito ao desenvolvimento de FPS e na facilitação da aprendizagem mediada, mas sem profundidade teórica.

Nossa revisão sistemática (Kitchenham, 2004) revelou um panorama diversificado e em evolução das pesquisas sobre RE na área da Educação e em áreas correlatas. Observamos crescimento no número de pesquisas *Stricto sensu* ao longo de mais de 20 anos, indicando crescente interesse acadêmico pelas práticas de RE. Ao selecionar 30 produções após a categorização, focamos em estudos que não apenas mencionavam a RE como abordagem pedagógica, mas que também traziam *insights* sobre sua aplicação e impactos em contextos educacionais.

As análises dos títulos, das palavras-chave e dos resumos de teses e dissertações permitiu a categorização em cinco áreas principais e, a partir dessas categorias, identificamos predominância da categoria “Desenvolvimento de habilidades e competências voltadas a

⁸ O robô Tira-Tampa é um protótipo utilizado no Projeto Principia, caracterizado por uma estrutura de metal com formato semelhante a uma caixa, montado sobre duas rodas de bicicleta. Equipado com uma placa de programação similar ao Arduino, o robô pode ser controlado por meio de programação ou via celular. Seu nome faz referência à necessidade de remover a tampa superior do robô para acessar os componentes internos, como motor e bateria, para manutenção e ajustes (Italiano, 2021).

conteúdo”; enquanto “Inclusão e Diversidade” apresentaram menos trabalhos. Esse achado sugere áreas potenciais para pesquisas futuras, indicando a necessidade de uma abordagem mais inclusiva e diversificada na RE. Um aspecto particularmente intrigante deste estudo foi a análise das bases teóricas das dissertações e teses. Identificamos que o Construcionismo e o Construtivismo, originado em parte pelo trabalho de Papert (1980; 1991; 1993; 1996; 1999) na área de tecnologias educacionais e robótica, foi a teoria educacional mais citada e adotada. Em contraste, a THC, apesar de sua relevância para o entendimento do desenvolvimento humano e da aprendizagem em contextos educacionais, foi menos adotada, aparecendo em apenas duas das pesquisas selecionadas.

Dedicamos uma atenção especial à análise de três produções que se referiram à THC como base teórica, o que, de fato, verificamos que não é consolidado teoricamente em nenhuma delas. Apesar de mencionarem conceitos-chave dessa teoria, observamos que o tratamento dado a esses conceitos foi superficial, sem um aprofundamento que explorasse plenamente suas implicações no contexto da RE. Essa observação nos leva a considerar a importância de um exame mais detalhado dos conceitos da THC e de sua aplicação prática na RE. A Seção 3 desta tese será dedicada especificamente a este tema, buscando preencher as lacunas identificadas e contribuir para uma compreensão mais rica e contextualizada do papel da robótica na educação, sob a lente de conceitos específicos da THC

2.4. HISTORICIDADE DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS CONTRADIÇÕES NUM CONTEXTO DE POLÍTICAS TECNOLÓGICAS NEOLIBERAIS

A inserção de tecnologias diversas no campo educacional, especialmente das TE, deve ser compreendida em sua historicidade, como parte de um movimento maior de racionalização neoliberal que, nas últimas décadas, vem orientando as políticas públicas no Brasil. O discurso hegemônico que associa a inovação tecnológica à modernização da escola pública se sustenta em uma lógica tecnocrática, que desloca o foco da mediação pedagógica para a promessa abstrata de eficiência, produtividade e desempenho, como apontam Bueno e Echalar (2015). Ao analisarem programas como o ProInfo e o “Um Computador por Aluno” (UCA), Peixoto e Echalar (2017) e Bueno e Echalar (2015) observaram que esses dispositivos se ancoram em uma racionalidade instrumental que transforma a tecnologia em fetiche, convertendo sua presença física em indicador de qualidade educativa, sem garantir mediação cultural nem intencionalidade pedagógica (.

Essa fetichização do objeto técnico, denunciada por Peixoto e Echalar (2017), opera por meio de uma inversão ideológica: os artefatos digitais passam a ser tratados como fins em si, ocultando as contradições materiais e as condições reais do fazer docente. Nesse processo, o professor é destituído de sua autonomia criadora e reposicionado como operador de equipamentos, enquanto a escola é desresponsabilizada de seu papel formativo, convertendo-se em espaço de gestão de dispositivos. A RE, nesse contexto, é, muitas vezes, apropriada de modo superficial, como solução para os problemas estruturais da educação, reproduzindo a lógica adaptacionista típica das políticas neoliberais (Peixoto; Echalar, 2017). Contudo, a presença da tecnologia na escola não é neutra, tampouco linear. Echalar, Peixoto e Alves Filho (2020) afirmam que a tecnologia deve ser compreendida como artefato cultural historicamente situado, atravessado por múltiplas determinações sociais, políticas e formativas, cujos sentidos são disputados nas práticas escolares. A pesquisa desenvolvida por Echalar, Peixoto e Alves Filho (2020) evidencia que os percursos de apropriação da tecnologia pelos docentes são contraditórios, marcados por improvisações, resistências, tensionamentos e criações pedagógicas que desafiam os usos prescritos. Nessa perspectiva, a RE, enquanto amplificador cultural, só adquire valor formativo quando articulada a projetos pedagógicos historicamente situados, mediados por intencionalidade pedagógica e que leve a produção de sentido.

No caso goiano, por exemplo, o estudo de Bueno e Echalar (2015) revela o descompasso entre o discurso oficial de inovação e a realidade concreta das escolas públicas, especialmente, em regiões periféricas e rurais dos municípios. As dificuldades de infraestrutura, a ausência de conectividade e a fragilidade na formação dos professores comprometem as possibilidades reais de apropriação e uso pedagógico das tecnologias. As políticas, ao ignorarem essas determinações, segundo Bueno e Echalar (2015), acabam por reproduzir e reforçar desigualdades estruturais, esvaziando o potencial educativo das tecnologias e operando sob uma lógica homogênea e centralizadora, alheia às especificidades dos contextos escolares.

Apesar desse cenário adverso, os autores reconhecem a existência de experiências que rompem com a lógica tecnicista e afirmam a mediação simbólica como princípio fundante da ação pedagógica. São práticas docentes que reconfiguram a robótica e outras tecnologias digitais a partir da práxis educativa, de acordo com Peixoto e Echalar (2017) e Bueno e Echalar (2015), conferindo-lhes novos sentidos e finalidades. Nelas, a RE deixa de ser mero recurso técnico e passa a operar como mediação da cultura, possibilitando a formação de conceitos científicos, a reorganização do pensamento e a criação de novas formas de apropriação dos conteúdos escolares pelos estudantes.

Assim, a historicidade da RE só pode ser compreendida à luz das contradições que atravessam as políticas tecnológicas neoliberais. Tais contradições não anulam a potência da tecnologia como artefato mediador, mas exigem uma ação pedagógica crítica, que resista à fetichização do objeto técnico e assuma a intencionalidade formativa como fundamento da prática educativa. Como enfatizam Echalar, Peixoto e Alves Filho (2020), a transformação educativa não se realiza pela via da técnica, mas pela via da mediação cultural, da consciência crítica e da atividade docente situada.

Trata-se de uma discussão fundamental quando abordamos o uso de TE na Educação Escolar. Mesmo não sendo o foco da presente pesquisa, esta breve subseção indica nossa ciência e preocupação com um contexto de fetichização com braço forte do mercado sobre o uso dessas tecnologias em contextos educacionais.

2.5. FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A ATUAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

A integração da RE ao contexto escolar tem emergido como uma área promissora de práticas de ensino inovadoras, refletindo uma tendência global de incorporação de TE no ambiente escolar, como foi amplamente comunicado na presente tese. Para tal, contudo, como já destacamos, é necessária a formação dos professores e a estrutura nas escolas públicas – não apenas em escolas privadas voltadas a famílias de alto poder aquisitivo.

Esta subseção, pois, foca na formação de professores para a adoção efetiva da RE, um campo que se encontra na interseção entre a inovação tecnológica e os desafios pedagógicos. A relevância desta parte de nosso estudo é ancorada na compreensão de que o sucesso da RE não depende apenas da disponibilidade de tecnologias avançadas, mas, crucialmente, da capacidade dos educadores conseguirem trabalhar pedagogicamente com essa abordagem.

Com a intenção de entender como tem ocorrido a formação docente voltada ao uso pedagógico da RE nas escolas, abordamos cinco pesquisas *Stricto sensu* desenvolvidas e defendidas entre os anos de 2019 e 2021, resultantes da revisão sistemática que empreendemos e discutimos em subseção anterior desta Seção 2. Para tal, investigamos as estratégias adotadas por instituições educacionais para formar os professores com relação ao uso pedagógico da RE.

A presença de pesquisas diferentes regiões do Brasil reflete a universalidade dos desafios do sistema educacional brasileiro na integração de TE como a RE. Além disso, essa diversidade geográfica das IES que pesquisam sobre RE destaca a importância de abordagens

colaborativas e interdisciplinares na Educação Escolar. Ao analisar os esforços dessas universidades, espalhadas por todo o território nacional, para entender e melhorar a formação de professores, é possível perceber um mosaico de experiências e perspectivas que contribuem para uma compreensão mais rica das potencialidades e dos desafios associados à RE nas escolas públicas do Brasil.

A obra de Oliveira (2019) ressalta a importância de enriquecer a Educação com um propósito político e pedagógico mais amplo, enfatizando a RE como uma ferramenta capaz de renovar práticas curriculares. Oliveira (2019, p. 101) argumenta que a “mudança, introduzida por novas práticas com a mediação da RE, por exemplo, só será possível na medida em que o professor for convencido das vantagens que isso representará”. Esta afirmação destaca a necessidade de engajar os professores nas potencialidades transformadoras da RE, como premissa para a concretização de mudanças educacionais voltadas à inovação e diversificação do ensino. Além disso, Oliveira (2019) defende que a inovação desencadeada pela integração da RE à Educação Escolar pode ser encarada como um processo que possibilita o indivíduo redefinir a visão que orienta seu modo de agir, de pensar e de se relacionar com as coisas ao seu redor e com os outros. Enfim, de mudar o modo de atribuir sentido à prática. Essa perspectiva sublinha a importância de uma prática educacional na qual a formação continuada dos professores assume um papel central, preparando-os para romper com métodos convencionais e abraçar práticas inovadoras e engajadoras pela RE com criticidade. Sua revisão das políticas de formação docente, iniciada nos anos 1990 no Brasil, revelou um foco crescente na necessidade de formar os educadores para empregar tecnologias educativas de maneira inovadora. Por meio deste exame, Oliveira (2019) ressalta a necessidade de uma abordagem de formação de professores que não só desenvolva habilidades técnicas, mas que promova uma transformação nas percepções e práticas pedagógicas, visando a um ensino interdisciplinar, envolvente, crítico e contextualizado.

Oliveira (2019), em sua análise detalhada das políticas públicas voltadas para a formação de professores para o uso pedagógico de TE, critica a fragmentação nas políticas educacionais, apontando a falta de sinergia entre diferentes ministérios e a consequente dificuldade em abordar os desafios educacionais de maneira integrada e culturalmente situada. A relevância das tecnologias educacionais inovadoras, especialmente a RE, é ressaltada por Oliveira (2019) como um vetor para inserir o corpo docente no cenário tecnológico e informacional vigente, além de fomentar a participação social e a inovação da prática pedagógica.

Na opinião de Oliveira (2019), a política de formação de professores atual tende a não atender às demandas de uma Educação que se quer socialmente referenciada, evidenciando uma tendência à instrumentalização e à limitação imposta pela racionalidade técnica, sendo conduzida descolada das necessidades reais do ambiente educacional contemporâneo. Oliveira (2019) enfatiza a discrepância entre a formação necessária para os educadores e as políticas públicas atualmente implementadas, destacando contradições que necessitam ser superadas.

A discussão se aprofunda nas consequências negativas de uma formação docente deficiente no âmbito tecnológico, como a evasão escolar e a piora da qualidade da aprendizagem. Oliveira (2019, p. 112), apoiado em vários outros autores, como Fonseca (2009), Dourado (2007), Couto e Coelho (2014), enfatiza que “as políticas públicas, desenvolvidas no âmbito do sistema educacional brasileiro, que se aplicam à formação inicial e continuada de professores para uso das tecnologias, não têm sido suficientes”. Tal situação sublinha a formação docente como um elemento decisivo para a elevação dos padrões de ensino e da melhora da aprendizagem. Outro fator destacado por Oliveira (2019, p. 113) é a motivação dos professores, afetada não só pela baixa remuneração, mas também pelo pouco reconhecimento profissional e pelas más condições de trabalho, evidenciando que o “professor da educação básica, no Brasil, traz consigo um estigma que produz uma desmotivação crescente devido aos fatores que condicionam as práticas pedagógicas”. O estudo também contempla o desafio de integrar TE de forma gradual nas práticas pedagógicas, citando a importância da formação continuada dos professores nesse contexto. Adicionalmente, Oliveira (2019, p. 114) analisa o papel dos governos federal, estaduais e municipais na definição e execução de políticas públicas direcionadas à formação dos docentes para o uso de tecnologias educacionais: “[c]abe aos governos federal, estaduais e municipais definirem e executarem ações para o alcance dos objetivos de projetos educacionais que envolvam o uso de tecnologias”.

Finalmente, Oliveira (2019) reflete sobre a necessidade de reconsiderar a função e a organização da escola frente às demandas da sociedade contemporânea, identificando uma crise de identidade entre os professores quanto ao uso das TE na Educação. Tal reflexão propõe repensar as políticas de formação continuada, não apenas como meio de formar os educadores em termos didáticos, mas também como estratégia para promover uma transformação educacional que atenda às exigências atuais do ensino no país. Oliveira (2019) defende que a inovação pedagógica, particularmente quanto ao uso de TE, demanda uma abordagem integrada que contemple tanto o desenvolvimento profissional dos docentes quanto a infraestrutura e o apoio institucional necessários, conforme também salientado por Carbonell (2002, p. 19): “um conjunto de intervenções, decisões e processos, com certo grau de intencionalidade”. Assim,

reconhece-se que a verdadeira inovação transcende a mera adoção de TE, implicando uma reformulação profunda das práticas educativas, sustentadas por políticas e investimentos fundamentados em um dado referencial educacional.

A partir da pesquisa de Oliveira (2019), podemos destacar os principais pontos de investimento necessário ao trabalho pedagógico com a RE:

a) **Necessidade de engajamento dos professores:** importância de convencer os professores das vantagens transformadoras da RE para efetivar mudanças educacionais;

b) **Transformação de valores e crenças educacionais:** a integração da RE é vista como uma oportunidade para renovar os valores e as crenças educacionais, não apenas adotando TE, mas promovendo uma verdadeira transformação pedagógica;

c) **Abordagem evolutiva na prática educacional:** abordagem evolutiva na Educação na qual a formação continuada de professores é central para formar esses profissionais e, então, possam adotar métodos inovadores e engajadores;

d) **Análise das políticas de formação docente:** revisão das políticas de formação docente iniciada nos anos 1990 no Brasil, ressaltando o foco crescente na necessidade de formar docentes para o uso pedagógico de tecnologias educativas de forma inovadora;

e) **Crítica à fragmentação nas políticas educacionais:** crítica à falta de sinergia entre diferentes ministérios e à dificuldade em abordar de forma integrada os desafios educacionais, sublinhando a importância da RE nessa integração;

f) **Política de formação docente e suas lacunas:** crítica à tendência de instrumentalização e mera capacitação técnica na formação docente, evidenciando a discrepância entre a formação necessária e as políticas públicas implementadas;

g) **Complexidade da motivação docente:** reconhecimento da complexidade da motivação dos professores, influenciada por fatores como remuneração, reconhecimento profissional, conhecimento de fato do potencial da RE e melhores condições de trabalho;

h) **Integração gradual de tecnologias educacionais:** integrar as diferentes de forma eficaz e a importância da formação continuada dos professores neste contexto.

i) **Projetos de estado:** projetos de estado e não políticos (com prazo de validade) dos governos federal, estaduais e municipais na definição e na execução de políticas públicas voltadas à formação dos docentes para o uso pedagógico de TE.

j) **Reconsideração curricular e da organização escolar:** repensar a função e a organização da escola frente às demandas contemporâneas, identificando necessidades de transformação educacional a partir de uma reformulação curricular que vá além da mera adoção de TE.

A pesquisa de Oliveira (2019) aponta para uma interseção crítica entre inovação tecnologia e prática pedagógica. Suas análises sugerem que a formação docente deve adotar abordagens que aliem a teoria à prática de maneira dinâmica, encorajando uso pedagógico e métodos inovadores e engajadores que se alinhem às tecnologias educativas emergentes contemporâneas, como Castro (2020) já defende há alguns anos para a Região Norte do país.

As políticas educacionais, conforme criticadas por Oliveira, apresentam fragmentações que impedem a implementação efetiva de inovações tecnológicas nas práticas pedagógicas, apontando para a necessidade de uma integração mais estratégica entre os diferentes níveis de governo. A motivação docente é reconhecida como multifacetada, sendo influenciada por remuneração, reconhecimento profissional e condições de trabalho, o que destaca a complexidade de integrar efetivamente as TE ao currículo escolar atual. Oliveira também defende a necessidade de uma reforma na função e organização das escolas, que considere não apenas a inclusão de tecnologias emergentes TE, mas, também, a criação de um ambiente educacional que promova uma educação contextualizada.

Seguindo a análise das produções, encontramos também a tese de doutorado de Silva (2020), intitulada “Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática”, publicada em 2020 pelo PPG em Educação da UFU. Essa pesquisa de doutorado investigou aprendizagem inventiva na formação de professores, particularmente, durante o estágio-docência. Em sua análise, Silva (2020) confronta a tradicional transmissão mecânica de conteúdos com a necessidade de uma abordagem mais inventiva na Educação, guiando-se pela proposição de Kastrup (2012, p. 52) de que “o conceito da aprendizagem inventiva é aquele que vai mais diretamente desembocar na ideia da formação inventiva”. O cerne desta discussão de Silva (2020) é a provocação de mudanças nas práticas educativas arraigadas, substituindo-as por processos que favorecem a invenção de si e de mundos. O então doutorando argumentava que tais deslocamentos não são meros exercícios cognitivos, mas fundamentais para uma prática pedagógica transformadora. Para tal, essa abordagem desafia o modelo predominante de ensino, propondo uma formação docente que englobe a invenção de problemas e a experiência da problematização como elementos centrais do aprendizado na Educação Escolar.

Essa perspectiva propõe uma reconfiguração das práticas educativas durante o estágio-docência. Silva (2020) salienta a potencialidade da aprendizagem inventiva para gerar uma formação docente que instrua os estagiários a operarem além da adaptação e reprodução do conhecido, incentivando-os a se reinventarem enquanto problematizam e inventam mundos ao trabalharem com os conteúdos científicos. A exploração da aprendizagem inventiva no contexto

do estágio-docência é apresentada como um caminho para superar a tradicional formação docente. Essa abordagem pressupõe que os estágios-docência não devem se limitar à reprodução de práticas preexistentes, mas servir como espaços de experimentação e invenção, onde os estagiários possam desafiar e reimaginar suas práticas docentes. A ideia de “respirar novos ares” no estágio-docência, especialmente, em disciplinas como Matemática, sugere uma abertura para a invenção que pode levar a transformações na maneira como os futuros professores concebem e realizam seu trabalho pedagógico.

Ao final, a tese de Silva (2020) não apenas questiona o modelo tradicional de estágio-docência, mas oferece uma visão promissora de como a aprendizagem inventiva pode reconfigurar a formação inicial de professores, sugerindo que a inovação pedagógica é fundamental para preparar educadores capazes de enfrentar os desafios do século XXI. Esse trabalho destaca a importância de políticas educacionais e práticas institucionais que apoiem a criatividade, a invenção e a experimentação como componentes essenciais da formação docente, reiterando que aprender a ensinar é também aprender a inventar mundos.

A compreensão de inovação presente em Silva (2020) se mostra sensível às transformações necessárias à formação inicial, ancorando-se em uma perspectiva teórica que privilegia a invenção e os processos de subjetivação. No entanto, a presente tese adota um referencial distinto. À luz da THC, e conforme destacam Peixoto *et al.* (2022), buscamos uma proposta que foque na superação da racionalidade instrumental por meio da reorganização consciente do psiquismo e da mediação cultural intencional. Assim, sob a perspectiva aqui assumida, a formação inicial busca ir além da experimentação de práticas ‘inventivas’ ou de métodos ditos inovadores, se constituindo como *práxis* orientada por motivos formativos que promovam o desenvolvimento das FPS e a emancipação dos sujeitos docentes. Silva (2020) destaca os seguintes pontos principais em relação à formação docente e à estrutura das escolas:

a) **Aprendizagem inventiva na formação de professores:** abordagem educativa mais inventiva, especialmente durante o estágio-docência, que promova a criação, tanto de si mesmo quanto de novas realidades;

b) **Transformação pedagógica:** a aprendizagem inventiva é vista como um meio para transformar as práticas pedagógicas, incentivando os professores em formação a adotar uma postura de inovação e criação;

c) **Conceito de aprendizagem:** a aprendizagem é entendida não apenas como adaptação, mas como um processo de invenção de mundos, em que aprender significa inventar e não apenas se adaptar;

d) **Desafio ao modelo tradicional:** desafiar o modelo tradicional de Educação, sugerindo que a formação docente deve incluir a invenção de problemas e a experiência de problematização;

e) **Espaços de experimentação e invenção:** o estágio-docência enquanto espaço de experimentação e invenção, pelo qual os estagiários devem ser incentivados a reinventar suas práticas pedagógicas;

f) **Formação docente como processo contínuo:** formação de professores concebida como um processo contínuo que valoriza a invenção de problemas e a criação de novos campos de relação educativa;

g) **Inovação pedagógica:** a inovação pedagógica é essencial para a formação de educadores capazes de enfrentar os desafios contemporâneos, destacando o papel da criatividade e da invenção na formação docente;

h) **Políticas educacionais e práticas institucionais:** importância de políticas educacionais e práticas institucionais que apoiem a inovação, a criatividade e a experimentação como componentes fundamentais no processo de formação docente;

i) **Aprender a ensinar como ato de invenção:** aprender a ensinar envolve também aprender a inventar mundos, implicando uma abordagem pedagógica que ultrapassa a transmissão mecânica de conteúdo.

A pesquisa de Silva (2020) evidencia uma perspectiva revolucionária sobre a formação docente, sobretudo, para a RE, salientando a urgência de uma abordagem inovadora e inventiva no ensino. A conclusão que se pode extrair é de que a aprendizagem inventiva constitui uma perspectiva de transformação pedagógica, impulsionando os professores a superarem os métodos tradicionais e a desenvolverem uma prática pedagógica que fomente a invenção e a criatividade. A formação de professores, conforme delineado por Silva, deve ser um processo contínuo de reconstrução, que desafia o *status quo* e promove um ensino que é, em si, um ato de invenção. Isso implica em um aprendizado que transcende a adaptação a um mundo preexistente, incentivando tanto professores quanto estudantes a se tornarem cocriadores de novos mundos e conhecimentos. Silva (2020) propõe uma redefinição do ensino, qual aprender a ensinar é sinônimo de aprender a inventar, por meio de uma Educação dinâmica e transformadora.

Em diálogo com a proposta de Silva (2020), outras abordagens contemporâneas também reconhecem a necessidade de repensar criticamente a formação docente frente às demandas socioculturais e tecnológicas do século XXI. Peixoto, Oliveira e Echalar (2022) problematizam a concepção de inovação pedagógica restrita a um viés técnico-instrumental, afirmando que a

verdadeira transformação educacional só ocorre quando orientada por finalidades emancipadoras, ancoradas na crítica às estruturas sociais vigentes e na elaboração de uma práxis docente investigativa. Essas concepções, ao se integrarem à análise de Silva (2020), ampliam o debate sobre a formação inicial ao situá-la como processo dialético de superação entre práticas institucionais cristalizadas e experiências formativas historicamente.

A terceira produção analisada foi a tese de doutorado de Souza (2021), intitulada “Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática”, também defendida no âmbito do PPGE da UFU. A autora propõe o estudo de aula como célula conceitual estruturante da formação inicial, especialmente, no enfrentamento da histórica cisão entre teoria e prática nos cursos de licenciatura. Tal proposição se ancora na compreensão de que a práxis docente exige reorganização consciente do psiquismo, o que implica a formação de funções psíquicas superiores por meio de uma atividade orientada por motivo e culturalmente mediada (Peixoto *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2022). Nesse sentido, o estudo de aula, ao integrar o planejamento, a execução e a análise reflexiva da prática, potencializa o pensamento teórico do futuro professor, criando uma base orientadora da ação pedagógica. Além disso, a incorporação da RE no processo formativo, conforme discutido por Souza, favorece a ascensão do abstrato ao concreto, promovendo um ensino que articula o domínio conceitual da Matemática à atividade prática, ressignificando o papel do professor como agente mediador da cultura. Essa perspectiva converge com a crítica de Peixoto, Oliveira e Echalar (2022) à racionalidade instrumental que fragmenta a ação docente, propondo, em contrapartida, uma concepção de inovação ancorada na transformação cultural e na emancipação dos sujeitos envolvidos no processo educativo. Assim, o estudo de aula com RE se apresenta como expressão de uma mediação simbólica intencional, voltada à superação da lógica da reprodução e à construção de um ensino matemático responsivo às demandas culturais do século XXI.

A investigação de Souza também destaca como o estudo de aula, quando incorporado à formação inicial, motiva os futuros professores a se engajarem desde o planejamento até o pensar sobre a prática docente. E esse engajamento não só facilita o desenvolvimento de habilidades pedagógicas essenciais, mas promove um pensar sobre a prática. A tese de Souza (2021) aponta adaptações ao implementar o estudo de aula em diferentes contextos culturais, como observado em Portugal por Ponte (2017) e seus colegas, demonstrando a flexibilidade e a necessidade de ajustar o estudo de aula para atender às especificidades de cada contexto de formação. Ao focar no desenvolvimento profissional colaborativo, o estudo de aula emerge como uma ferramenta para preparar professores para os desafios da educação matemática no

século XXI, promovendo uma aprendizagem centrada no estudante e um ensino de Matemática mais engajado e responsivo. Souza (2021) aborda os seguintes pontos principais em relação à formação docente e à estrutura das escolas:

a) **Desenvolvimento profissional docente:** o estudo de aula como um processo essencial no desenvolvimento profissional de professores em formação, possibilitando uma integração mais efetiva entre teoria e prática;

b) **Experiência limitada em sala de aula:** a experiência limitada de futuros professores em contextos reais de sala de aula, o qual o estudo de aula pode ajudar a superar;

c) **Necessidade de abordagens inovadoras:** necessidade de abordagens inovadoras, como o estudo de aula, que permitam aos futuros professores uma imersão significativa no processo educativo;

d) **Pensar sobre a prática:** promoção do pensamento crítico sobre a prática docente e sobre os processos de ensino e de aprendizagem;

e) **Adaptação cultural do estudo de aula:** adaptação do estudo de aula a diferentes contextos culturais, enfatizando a importância da flexibilidade e da contextualização do ensino;

f) **Ensino de matemática efetivo** criação de um ensino de Matemática que eficaz e adaptativo às necessidades dos estudantes;

g) **Preparação para desafios contemporâneos:** Preparação de futuros professores para enfrentar os desafios da Educação Matemática típicos do século XXI;

h) **Aprendizagem centrada no estudante:** Promover uma aprendizagem centrada no estudante e um ensino de Matemática mais engajado e responsivo às demandas educacionais atuais.

A investigação de Souza (2021) sobre a formação docente pela RE e estrutura das escolas sugere um caminho inovador para a formação de professores de Matemática, enfatizando a essencialidade do estudo de aula como um meio de superar a tradicional dicotomia entre teoria e prática. Aponta para a necessidade de abordagens pedagógicas inovadoras que sejam flexíveis e capazes de se adaptar a diferentes contextos culturais, garantindo a relevância e eficácia do estudo de aula em diversos ambientes educacionais. A tese de Souza (2021) reforça a importância de um ensino de Matemática que seja efetivo centrado no estudante, capaz de engajar e atender às demandas dinâmicas do século XXI.

No entanto, compreender inovação pedagógica apenas como flexibilidade ou adaptação a contextos variados pode reduzir sua potência formativa à lógica da adequação funcional. Como destacam Peixoto, Oliveira e Echalar (2022), a inovação no trabalho docente deve ser entendida como práxis pedagógica orientada por finalidades formativas emancipadoras, e não

apenas como estratégia de engajamento ou resposta às exigências contemporâneas. Assim, o estudo de aula, enquanto estrutura formativa proposta por Souza (2021), ganha densidade teórica quando situado como atividade orientada por motivo, na qual, o professor, ao se apropriar criticamente dos conceitos matemáticos e das tecnologias como artefatos culturais, reorganiza sua própria atividade docente em direção ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Nessa perspectiva, a formação de professores por meio da RE deixa de ser um espaço de experimentação técnica para se constituir como lócus de criação cultural, crítica e transformadora da própria prática pedagógica.

O quarto trabalho analisado foi uma Dissertação de mestrado, com o título “Cultura Maker na Educação: O Ensino da Robótica para a Formação Docente Inicial”, de Santos (2021a), defendida em 2021 e desenvolvida no PPGE da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Esta pesquisa se voltou à interseção entre Educação, tecnologia e a formação inicial de professores, focando, especificamente, na implementação do ensino de robótica. Este estudo articula a evolução da tecnologia aplicada à Educação, desde a introdução dos computadores em sala de aula, passando pelas metodologias ativas e o uso intensivo de plataformas digitais, especialmente, evidenciado durante o período pandêmico. Santos (2021a) destaca a transição para um paradigma educacional que enfatiza a necessidade de uma abordagem educacional mais participativa e crítica, discorrendo sobre a cibercultura e seus impactos na evolução da civilização sob uma ótica instrumental e científica. A autora aborda as consequências dessa evolução, não apenas em termos de avanços tecnológicos, mas também considerando efeitos colaterais como o isolamento social e a sobrecarga de informações, que, paradoxalmente, não resultaram no desenvolvimento intelectual dos indivíduos. Assim, para a autora, a Educação emerge como um campo fundamental para mediar os desafios impostos pelas TE na sociedade contemporânea. Santos (2021a) argumenta que o papel do professor é crucial na orientação dos estudantes sobre como selecionar e pesquisar informações de maneira crítica, visando a uma formação cidadã que encoraja a participação ativa e a busca por transformações sociais. Este enfoque é particularmente relevante em sociedades altamente desenvolvidas, onde o acesso universal à Educação é um indicador chave do progresso social.

Embora a dissertação de Santos (2021a) apresente uma proposta relevante ao incorporar a robótica sob a perspectiva da cultura *maker*, sua abordagem sobre inovação pedagógica pode ser ampliada a partir da crítica formulada por Peixoto, Oliveira e Echalar (2022), que problematizam o uso indiscriminado da noção de inovação nos discursos educacionais. Para essas autoras, a inovação não deve ser confundida com simples introdução de tecnologias ou metodologias ativas, mas compreendida como processo dialético vinculado às condições

concretas de trabalho docente e à construção coletiva de práticas pedagógicas com intencionalidade cultural. A dissertação de Santos contribui para esse debate ao apontar a importância da inserção crítica das tecnologias e da RE no contexto formativo, mas o diálogo com os autores supracitados reforça a necessidade de superar a lógica da novidade pelo novo e adotar uma concepção de formação pautada na mediação simbólica e na historicidade do desenvolvimento docente.

A introdução dos computadores na educação, destacada por Seymour Papert, na década de 1980, é revisitada por Santos (2021a), que enfatiza a visão de Papert (1994, p. 158) sobre os computadores “como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos”. Esse ponto de vista sugere que a tecnologia deve ser empregada de maneira pedagógica no processo educacional para promover uma aprendizagem que conecte o conhecimento escolar com o mundo real. Entretanto, a autora ressalta os desafios enfrentados no Brasil na integração de tecnologias na Educação, apontando para a disparidade entre as expectativas otimistas e a realidade prática nas escolas. As dificuldades incluem a inadequação dos modelos educacionais baseados em tecnologia, desenvolvidos em países desenvolvidos, para a realidade dos países em desenvolvimento, e o uso distrativo da tecnologia, que se desvia dos objetivos educacionais. Nesse panorama, a Informática se consolida como uma área potencial, abrindo espaço para novas possibilidades educacionais. Santos (2021) defende um paradigma emergente para a Educação, baseado na emancipação educacional ancorada na realidade social do estudante, enfatizando uma aprendizagem que se alinha com as vivências dos estudantes mediante o trabalho pedagógico com desafios e soluções do cotidiano. Tal enfoque reconhece a importância de integrar os estudantes ao mundo digital, valorizando a diversidade e promovendo uma participação sobre a realidade. Santos (2011a) ressalta que, apesar dos avanços tecnológicos oferecerem benefícios à sociedade, o setor educacional enfrenta desafios para se adaptar a esta nova cultura digital. Explorando o conceito do paradigma educacional emergente, Santos (2011a) busca sintetizar fundamentos da Física Quântica, da Teoria da Relatividade e da Filosofia, propondo uma fusão entre ciência e consciência, razão e intuição. Esse paradigma sugere uma compreensão ecossistêmica da vida, destacando a interdependência de todos os fenômenos e o entrosamento dos indivíduos e sociedades nos ciclos naturais. Para ilustrar essa perspectiva, Moraes (2018) explica que

[e]ste novo paradigma científico nos traz a percepção de um mundo complexo, a visão de contexto, uma visão mais ampla e abrangente, destacando a compreensão ecossistêmica da vida que enfatiza as relações do todo com as partes. É uma visão ecológica, que reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos e o perfeito entrosamento dos indivíduos e das sociedades nos processos cíclicos da

natureza. Através desta percepção ecológica, podemos reconhecer a existência de uma consciência de unidade da teia da vida, a interdependência de suas múltiplas manifestações, seus ciclos de mudanças e de transformações (p. 13).

Em sua visão, Santos (2021a) enxerga a necessidade de uma abordagem educacional que reconheça a complexidade do mundo e a importância de uma consciência unificada da teia da vida. E a discussão de sua dissertação avança para a inserção das tecnologias na educação, destacando o papel transformador que o docente deve assumir, de reprodutor a transformador do conhecimento. Esse papel implica uma formação contínua, adaptando-se às mudanças sociais e tecnológicas. Santos (2021a) ressalta a responsabilidade dos cursos de formação docente inicial focada na relação entre o individual e o grupal, além de integrar teoria e prática. A pesquisadora também argumenta que a Educação do século XXI deve transcender os limites físicos da sala de aula, aproveitando as tecnologias para instruir os estudantes em diversas áreas do conhecimento. Para ela, a formação inicial e a formação continuada de professores devem incorporar ações alinhadas com os avanços tecnológicos, promovendo a interdisciplinaridade e a abordagem holística em sala de aula.

Santos (2021a) aborda os seguintes pontos principais em relação à formação docente e à estrutura das escolas no que se refere às possibilidades de trabalho pedagógico com a RE:

a) **Interseção entre Educação, tecnologia e formação inicial de professores:** defesa do trabalho com a RE na formação inicial dos professores;

b) **Evolução da tecnologia aplicada à Educação:** análise crítica sobre o avanço das tecnologias aplicadas à Educação desde o uso dos computadores *desktops* até o uso de plataformas digitais, salientando as mudanças ocorridas principalmente durante o período pandêmico;

c) **Transição para um novo paradigma educacional:** movimento em direção a um paradigma de Educação mais participativa e crítica, bem como mais alinhada com as realidades sociais dos estudantes;

d) **Impactos da cibercultura:** crítica aos impactos positivos e negativos da cibercultura no desenvolvimento da civilização, com atenção especial à Educação como um meio de superar os desafios tecnológicos contemporâneos;

e) **Papel transformador do professor:** papel crucial dos professores na orientação dos estudantes para utilizarem a tecnologia de forma crítica, contribuindo para uma cidadania consciente;

f) **Desafios na integração da tecnologia à educação:** reconhecimento da lacuna entre as expectativas idealistas e a realidade prática das escolas brasileiras quanto à adoção pedagógica das diferentes TE;

g) **Potencial da informática como ferramenta pedagógica:** potencial da informática para abrir novas possibilidades educacionais e promover aprendizagens de conteúdos mais atraentes aos estudantes;

h) **Necessidade de uma abordagem educacional holística e ecossistêmica:** ensino que compreenda a complexidade do mundo, a interdependência de fenômenos e a conexão entre indivíduos e as contradições da sociedade capitalista;

i) **Formação contínua de professores:** necessidade de uma formação contínua para os professores que responda às mudanças tecnológicas e sociais contemporâneas;

j) **Expansão da Educação para além da sala de aula:** a Educação contemporânea deve ir além dos espaços físicos tradicionais;

k) **Integração de conhecimentos alinhados aos avanços tecnológicos:** a formação inicial e continuada dos professores deve incluir conhecimentos que se alinhem aos avanços tecnológicos, promovendo interdisciplinaridade e abordagens holísticas em sala de aula.

A pesquisa de Santos (2021a) sobre a formação docente em RE traz à tona uma intersecção crítica entre Educação, tecnologia e formação inicial de professores. Ainda, propõe pensar sobre a transição para um novo paradigma educacional, impulsionado pelos avanços tecnológicos e pela necessidade de abordagens pedagógicas que superem os métodos tradicionais, enfatizando a importância de sintonizar a Educação às demandas da cibercultura e aos desafios contemporâneos. A autora destaca o papel transformador dos professores, que devem guiar os estudantes através do uso crítico e criador da tecnologia. Santos (2021a) advoga por uma Educação que reconheça a complexidade do mundo, enfatizando a interdependência de fenômenos e a conexão entre indivíduos e sociedade. Assim, Santos (2021a) apresenta uma visão promissora para a formação docente em RE, argumentando por uma reconfiguração da Educação que prepare os professores para atuar pedagogicamente no cenário tecnológico emergente.

Os pontos convergentes entre os autores Oliveira (2019), Silva (2020), Souza (2021) e Santos (2021a) em relação à formação docente podem ser resumidos da seguinte forma:

a) **Transformação e inovação pedagógica:** todos os autores concordam que a formação de professores deve incluir e promover métodos inovadores e transformadores. Oliveira (2019) e Silva (2020) discutem a necessidade de renovar as práticas pedagógicas através da RE e da

aprendizagem inventiva, respectivamente. Souza (2021) e Santos (2021a) também ressaltam a necessidade de abordagens inovadoras como o estudo de aula e a integração da RE;

b) **Formação continuada:** todos os pesquisadores também destacam a importância da formação continuada para que os professores possam saber utilizar pedagogicamente as TE típicas do século XXI. Essa ênfase é clara nos trabalhos de Oliveira (2019) e Santos (2021a), que veem na formação contínua uma ação fundamental às mudanças sociais e tecnológicas;

c) **Papel dos professores:** também existe um consenso entre eles que os professores devem assumir um papel pedagógico mais atuante no que se refere às transformações suscitadas a partir do massivo interesse dos estudantes pelas TE, conforme destacado por Oliveira (2019) e Santos (2021a). Silva (2020) e Souza (2021), por seu turno, abordam a necessidade de os professores se reinventarem ao adotarem um papel mais criativo e inovador em suas práticas educativas;

d) **Desafios ao uso pedagógico de TE:** os quatro autores reconhecem que há desafios significativos no que se refere à integração das TE na educação. Oliveira (2019) menciona as políticas educacionais fragmentadas, enquanto Santos (2021a) aborda as expectativas versus a realidade na adoção de TE pelas escolas brasileiras.

A análise das produções acadêmicas examinadas evidência que a formação de professores em RE tem sido mobilizada como estratégia de superação da fragmentação entre teoria e prática, propondo métodos mais participativos e o uso criativo de TE. No entanto, a inovação pedagógica ainda aparece associada à introdução de novas ferramentas ou à flexibilização curricular, sem, necessariamente, questionar os fundamentos teórico-formativos que sustentam o trabalho docente.

Ao serem confrontadas com uma perspectiva histórico-cultural da formação, essas abordagens revelam limites que precisam ser superados por meio de uma concepção dialética de inovação, entendida não como novidade técnica, mas como reorganização consciente da atividade docente e apropriação crítica da cultura e dos artefatos tecnológicos. A RE, nesse sentido, deve ser compreendida como mediadora simbólica da formação de conceitos, do desenvolvimento do pensamento teórico e da constituição de práticas pedagógicas orientadas por motivos históricos.

Logo, a formação docente em RE, para além da adaptação às exigências contemporâneas, exige a criação de espaços escolares em que o professor possa atuar como sujeito de uma prática cultural intencional, assumindo a mediação como princípio fundante do ensino e do desenvolvimento humano. Isso implica compreender que a tecnologia, longe de ser um instrumento neutro, carrega sentidos culturais que precisam ser ressignificados no interior

da práxis educativa. É nesse horizonte que se projeta a necessidade de políticas públicas que articulem infraestrutura, formação continuada e valorização da docência, não como meios de aplicação de inovações, mas como condições para a formação crítica e omnilateral de professores capazes de criar zonas de desenvolvimento que transcendam a repetição e promovam a transformação.

3. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: APRENDIZAGEM E AO USO PEDAGÓGICO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

A THC tem se destacado como uma abordagem teórica nos campos da Psicologia e da Educação. Esta teoria tem sido amplamente aplicada e discutida em diversas temáticas e diferentes contextos educacionais (Selau; Castro, 2015). No entanto, quando se trata da RE, uma proposta pedagógica que tem ganho cada vez mais destaque no contexto educacional contemporâneo, observamos uma lacuna na literatura acadêmica em relação a possíveis relações entre a robótica nas escolas e princípios da THC.

Como vimos em nossa revisão sistemática junto à BDTD, entre as produções sobre RE nos PPG da área da Educação, apenas uma dissertação abordou a THC com certa profundidade; as demais, que se dizem estarem embasadas nesse referencial, apresentam apenas conceitos da THC de forma fragmentada, de forma superficial e pouco ou nada explicando sua aplicação prática na RE.

Dessa forma, esta sessão se preocupa em explorar alguns conceitos-chave da THC e suas possibilidades de aplicação em ações de RE. Os conceitos abordados nesta sessão incluem “signos”, “ferramentas”, “funções psíquicas superiores”, “mediação”, “Atividade mediadora”, “Conceitos Científicos”, “Conceitos Espontâneos” e “Atividade Mediada”. Buscaremos não apenas introduzir esses conceitos, mas também demonstrar como eles podem ser interligados e aplicados na prática da RE.

3.1. ASPECTOS HISTÓRICOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

A THC representa um conjunto de estudos voltados ao desenvolvimento humano. Esta teoria tem sido amplamente utilizada para entender como as pessoas aprendem e como os contextos sociais afetam o desenvolvimento cognitivo. Possui como base histórica a Revolução de 1917 na União das Repúblicas Socialista Soviéticas (URSS), que destacou um projeto socialista de governo em que a Educação era um pilar.

Segundo Tuleski (2009), no início do século XX, a insatisfação popular com o governo czarista, devido a uma crise social profunda, levou à formação de grupos, como os bolcheviques, liderados por aqueles que buscavam a revolução do proletariado e do camponês através da socialização dos meios de produção e da propriedade privada. A Revolução Russa

de outubro de 1917 resultou em grandes alterações na sociedade, principalmente, aquelas voltadas à superação de crises históricas deste país, entre as quais a fome, a participação em guerras com altos custos e missões suicidas, o analfabetismo em massa e uma Educação voltada a poucos privilegiados.

A partir desse contexto revolucionário de grandes ações voltadas à Educação de base e à formação de cientistas em todas as áreas do conhecimento, foi proposta “uma Nova Psicologia” por Lev Semenovitch Vigotski (1896-1934), buscando demonstrar, com base no materialismo histórico-dialético (Engels, 1977; Marx, 1975), a relevância dos eventos históricos e da cultura no desenvolvimento das FPS dos seres humanos (Vygotski, 1931/1995).

L. S. Vigotski foi um renomado psicólogo e filósofo bielorrusso que viveu entre 1896 e 1934. Ele é amplamente reconhecido como o “criador” da THC. Vigotski nasceu em Orsha e estudou Filosofia e Psicologia na Universidade de Petersburgo. De acordo com Prestes (2010), Vigotski teve uma breve trajetória de vida de 37 anos e, em sua carreira como pesquisador, teve colegas, colaboradores e seguidores, destacando, essencialmente, Alexander Ramonovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1903-1979), que, entre outros, desenvolveram pesquisas e estudos relacionados a alguns dos conceitos iniciados por Vigotski e, posteriormente, aprofundados e disseminados em outras repercussões teóricas. Após a morte de Vigotski, em 1934, a teoria continuou a ser desenvolvida por seus seguidores e se tornou uma das principais teorias do desenvolvimento humano na Psicologia, com aplicações na Educação de diversos países.

3.1.1. CONCEITOS SELECIONADOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E SUAS POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Para Vigotski, o crescimento cognitivo ocorre através da apropriação dos recursos culturais disponíveis pelas relações sociais. Vigotski (2021) sugeria que tanto as relações diretas com outros indivíduos quanto as experiências com elementos do ambiente cultural são essenciais para o desenvolvimento psicológico do indivíduo. A compreensão de cultura em Vigotski difere da visão “idealista” que se foca apenas nos aspectos biológicos e/ou metafísicos. Contrariamente, Vigotski, seguindo Marx e Engels, realça as atividades relacionadas às necessidades materiais humanas, incluindo as econômicas, tecnológicas e as estruturas sociais associadas, que são centrais na teoria materialista histórico-dialética.

Segundo Vigotski (2021) e Leontiev (2004), desde o nascimento, possuímos Funções Psicológicas Elementares (FPE), como reflexos e atenção involuntária, comuns a muitos

animais desenvolvidos e pouco desenvolvidos. Algumas dessas funções desaparecem com o tempo, enquanto novas, como a capacidade de segurar objetos com o polegar, emergem. Essas funções permitem que nos relacionemos com o mundo e são moduladas por provocações ambientais e mecanismos biológicos.

Entretanto, as relações sociais nas quais o indivíduo está imerso promovem o desenvolvimento de FPS, que são distintas das FPE, pois são possíveis pelo contexto social e são controladas pelo indivíduo a partir do domínio da consciência pela linguagem (Castro, 2021). A consciência, nesse contexto, é a estrutura mediacional responsável pelo comportamento especificamente humano, permitindo a representação da realidade no psiquismo e organizando o comportamento do homem (Sousa, 2019; Castro, 2021). A ‘Nova Psicologia’ proposta por Vigotski aborda o desenvolvimento humano desde as fases iniciais da estrutura psíquica humana, sendo as estruturas psicológicas primitivas mediadas pela atividade prática do homem com a utilização de instrumentos e signos, na divisão social do trabalho e da necessidade de relacionamento com a sociedade (Vygotski, 1931/1995).

Essa dinâmica resulta na evolução das estruturas psicológicas chamadas por Vigotski FPS, mecanismos mentais que se desenvolvem mediante o uso de instrumentos e signos que o homem cria para se relacionar com o mundo e transformá-los, ao seu redor e com os outros indivíduos. Essas funções evoluem ao longo do tempo, como resultado da divisão social do trabalho e da necessidade de se relacionar com os outros Vigotski (2021).

Segundo Castro (2014, p. 20), “a dinâmica histórica e cultural é o que permite ao ser humano desenvolver novos conhecimentos e ações, tornando possível novas formas de intervenção na natureza e transformações qualitativas no pensamento”. Ele afirma, com base em Vigotski, que a relação dialética entre fatores internos e externos é o que possibilita o desenvolvimento e a apropriação das ações mentais superiores. A ideia principal da teoria psicológica de Vigotski, conclui Castro (2023), é entender como as habilidades mentais mais avançadas FPS surgem e evoluem ao longo do tempo, levando em conta a influência da história e da cultura.

Vigotski foi um pensador que estudou muito sobre como as crianças aprendem e se desenvolvem. Ele notou que as crianças são muito sociáveis desde cedo e que isso é essencial para o seu desenvolvimento. Este autor acreditava que as crianças aprendem melhor quando estão em contato com outras pessoas e quando elas têm a oportunidade de colaborar e trocar ideias umas com as outras. Vygotsky (1982) afirmava que

[é] por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social [...]. Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, é essencial dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau (p. 281).

Para Vigotski (2021), o desenvolvimento e a aprendizagem estão inter-relacionados desde o nascimento da criança, quando a realidade social torna possível o desenvolvimento dos processos psicológicos internos. De acordo com este autor, o contato e a ajuda de outro indivíduo se transformam em conteúdo do desenvolvimento e adquirem um caráter autêntico.

O desenvolvimento, na perspectiva histórico-cultural, é visto como uma sequência contínua e dinâmica em que as crianças estão sempre em mecanismo de aprendizado e desenvolvimento. A aprendizagem é entendida como as pessoas se apropriam de conhecimentos. Esse mecanismo de aprendizagem é o que permite o desenvolvimento das crianças, para que elas adquiram e alcancem novos níveis desenvolvimentais. De acordo com Castro (2014), quando a criança aprende, ela se desenvolve.

Leontiev prosseguiu algumas ideias de Vigotski, entre elas, desenvolveu pesquisas sobre o desenvolvimento da consciência. Leontiev (2004) destacava que

[a] passagem à consciência é o início de uma etapa superior ao desenvolvimento psíquico. O reflexo consciente, diferentemente do reflexo psíquico próprio do animal, é o reflexo da realidade concreta destacada das relações que existem entre ela e o sujeito, ou seja, um reflexo que distingue as propriedades objetivas estáveis da realidade (p. 75).

Assim como Vigotski, Leontiev acreditava que o desenvolvimento humano tinha origem histórica e cultural, e que a constituição da consciência também partia desse princípio. Durante suas pesquisas, ele observou que o conteúdo sensível, composto por sensações, imagens e representações constitui as bases e as características essenciais da consciência. Esses elementos são responsáveis por traduzir diretamente a energia proveniente do ambiente externo em consciência. Leontiev (2004) reforçava isso quando escreveu que

[é] o conteúdo sensível (sensações, imagens de percepção, representações) que cria a base e as condições de toda a consciência. De certo modo, é o tecido material da consciência que cria a riqueza e as cores do reflexo consciente do mundo. Por outro lado, este conteúdo é imediato na consciência; ele é aquilo que cria diretamente “a transformação da energia do estímulo exterior em fato de consciência” (p. 105).

Percebemos, nessa afirmação, que existe uma influência externa na formação da consciência, mas, para que os elementos externos da cultura se transformem em conhecimento,

o sujeito precisa ser provocado por um motivo que surge de uma necessidade natural ou social: quando sentimos a necessidade de conhecer algo para atender a uma demanda específica. Novamente, Leontiev (2004) reforçava isso quando mencionava o seguinte:

[é] especialmente do caso dos motivos de cognição que aparecem ulteriormente. O conhecimento, como fim consciente de uma ação, pode ser estimulado por um motivo que responde à necessidade natural de qualquer coisa. Mas a transformação deste fim em motivo é também a criação de uma necessidade nova, neste caso de uma necessidade de conhecimento (p. 116).

Estudantes, na fase final da Educação Escolar, são marcados por exigências sociais, alguns dos quais demonstrando interesse genuíno por assuntos teóricos. Os aprendizes mais maduros demonstram uma necessidade não apenas de compreender a realidade que os cerca, mas, também, de adquirir conhecimentos sobre essa realidade. Nessa perspectiva, segundo Leontiev (2004)

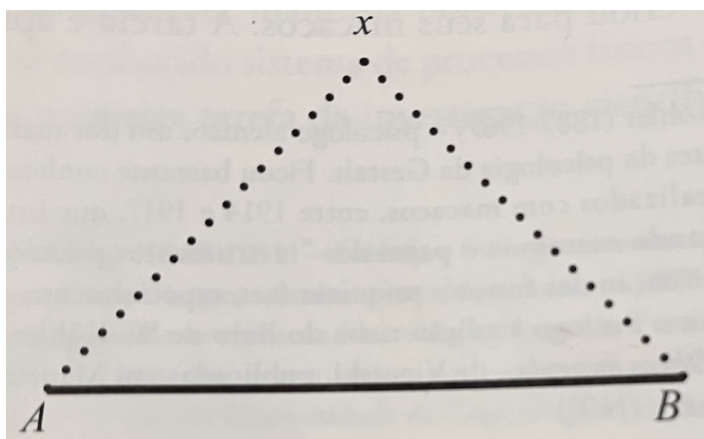
[a]s aquisições do desenvolvimento histórico das aptidões humanas não são simplesmente dadas aos homens nos fenômenos objetivos da cultura material e espiritual que os encarnam, mas são aí apenas postas. Para se apropriar destes resultados, para fazer deles as suas aptidões. órgãos da sua individualidade”, a criança, o ser humano, deve entrar em relação com os fenômenos do mundo circundante através de outros homens, isto é, num processo de comunicação com eles. Assim, a criança aprende a atividade adequada. Pela sua função este processo é, portanto, um processo de educação (p. 290).

De acordo com Vygotski (1995), o desenvolvimento humano é resultante da atividade em que a cultura é adquirida, e a atividade é entendida como uma unidade de análise desse desenvolvimento. Ele propunha que o desenvolvimento é a transição do plano psicológico social (interpsíquico) para o plano psicológico individual (intrapíquico). Este pesquisador destacava a necessidade de se distinguir os modos de funcionamento naturais e as formas artificiais ou instrumentais pelas quais o psiquismo se manifesta, indicando que as funções psíquicas elementares são decorrentes da evolução e comuns aos homens e aos animais superiores, enquanto as FPS são produtos da evolução histórica e especificamente humanas, conforme sistematizou Castro (2014).

Vigotski (2021) sugeria que a primeira tarefa da investigação científica deveria ser analisar o meio cultural de comportamento para mostrar as partes que o compõem e os processos psicológicos naturais que o formam. Os processos psicológicos mais complexos (como pensar, entender e se comunicar) começam a se desenvolver quando a criança se relaciona com os adultos e com outras crianças. Isso pode acontecer na escola ou em outros lugares.

A Figura 1, proposta por Vigotski, conhecida como triângulo da mediação, é uma metáfora interessante para entender o conceito de mediação, central na teoria da formação social da mente desse autor, para Castro (2014). O triângulo mostra como a mediação entre a criança, os outros indivíduos e as ferramentas culturais (como a linguagem) é essencial para o desenvolvimento humano. A mediação, por sua vez, é compreendida não como um mero elemento externo que conecta o homem ao mundo de forma passiva, mas como um processo de intervenculação que transforma mutuamente o homem e o mundo (Sousa, 2019). Este processo é fundamental para a constituição do ser social e para a capacidade humana de transformar tanto a natureza quanto a si próprio (Sousa, 2019). A consciência, inclusive, é produto e produtora da mediação (Sousa, 2019).

Figura 1 – Triângulo de mediação



Fonte: (Vigotski, 2021, p. 82)

Vigotski (2021) explicava esse movimento da seguinte forma:

[n]a memorização natural, estabelece-se uma ligação associativa simples ou de reflexo condicional entre os dois pontos A e B. Na memorização mnemotécnica, que se vale de algum signo, no lugar de uma ligação associativa, AB, são estabelecidas outras duas AX e BX, que levam ao mesmo resultado, mas por outro caminho. Cada uma dessas ligações - AX e BX - é o mesmo mecanismo de reflexo condicional de encerramento do circuito do córtex cerebral, assim como a ligação AB (p. 82).

O triângulo de mediação ilustra como as relações humanas com o mundo e com os outros são fundamentais para o desenvolvimento de processos mentais superiores. Essas relações não ocorrem de forma direta, mas através de um elemento intermediário, o mediador X, que influencia a relação entre o sujeito A e o objeto B. Em outras palavras, a relação do sujeito com o mundo é sempre mediada por um elemento intermediário. Este elemento mediador X possui uma ação reversa e permite que o homem controle o comportamento mediante ajuda de

estímulos externos (Vygotski; Vygotski, 2009; Sousa, 2019; Castro, 2014). Em relação à mediação, ela compõe a “lei da mediação semiótica, que significa que as funções mentais superiores humanas só podem ser compreendidas se entendermos os signos e as ferramentas que as medeiam” (Barbosa; Miller; Mello, 2016).

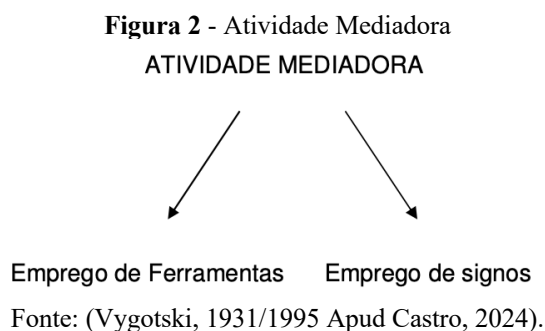
Vigotski (2021) não acreditava que o desenvolvimento humano fosse controlado apenas por fatores internos, pois discordava da ideia de que o desenvolvimento era uma sequência linear e pré-determinada de etapas inatas. Em suas pesquisas, demonstrou que os modelos que explicavam o desenvolvimento como algo ligado apenas à biologia humana e de outros animais eram limitados e não eram precisos. Acreditava, por outro lado, que cada etapa do desenvolvimento não é resultado de etapas anteriores, mas oriunda de crises, conflitos e contradições entre o passado e o presente. Afirmava que só entendendo as verdadeiras razões do desenvolvimento cultural, a Psicologia poderia realmente entender esses mecanismos. Com isso, Vigotski (2021) elaborou hipóteses importantes ao estudar o emprego de instrumentos e signos:

[a] tarefa é apresentada durante a atividade natural da criança, mas a solução dela exige um caminho indireto ou o emprego de um instrumento. Se a criança inventa essa saída, recorre ao auxílio de signos, fazendo nós no barbante, separando as contas, furando ou rasgando o papel etc. Com base na utilização de signos, analisamos essa memorização como caso típico de qualquer meio cultural de comportamento. A criança resolve a tarefa interna com auxílio de meios externos; nisso podemos ver a mais típica peculiaridade do comportamento cultural (p. 81).

A mediação é um conceito fundamental na obra de Vigotski, tendo em vista que essa teoria entende a prática educativa como ponto de partida e de chegada à prática social. Isso implica em um método que inicia a partir da prática social, onde professor e estudante estão igualmente inseridos, mas em posições distintas. Essa relação fértil permite a compreensão e encaminhamento de soluções para os problemas oriundos da prática social. Os momentos intermediários do método incluem a identificação das questões levantadas pela prática social (problematização), a disponibilização dos instrumentos teóricos e práticos para a compreensão e solução (instrumentação) e a viabilização da incorporação desses elementos como parte da vida dos estudantes (catarse). Castro (2014) afirma que “[o] conceito de mediação, proposto por Vigotski, abre caminho, para uma compreensão de apropriação e de desenvolvimento como mecanismos não-deterministas”.

A compreensão da mediação pedagógica requer a compreensão das noções de ferramentas e signos. Segundo Vygotski (1931/1995), ferramentas são meios materiais de trabalho utilizados para controlar a natureza, enquanto os signos atuam no campo psicológico.

Essas noções foram unidas no conceito geral de artefatos ou adaptações artificiais da atividade mediadora. De acordo com Vygotski (1931/1995), a semelhança entre o signo e a ferramenta consiste na função mediadora comum a ambos. Por isso, do ponto de vista psicológico, ambos podem ser incluídos na mesma categoria: atividade mediadora. Vygotski demonstra graficamente esse pensamento conforme a Figura 2:



Para Vygotski (1931/1995), a relação entre o uso de signos e ferramentas, representada esquematicamente na Figura 2, mostra que tanto ferramentas como signos podem ser considerados como conceitos subordinados a um conceito mais amplo: a atividade mediadora. Segundo Vygotski, a atividade mediadora inclui tanto o uso de ferramentas quanto o uso de signos, pois os signos servem como promotores do comportamento humano, enquanto as ferramentas servem como meios para dominar fisicamente a natureza.

O esquema apresentado ilustra a relação lógica entre os conceitos de signo e ferramenta, mas não a relação genética ou funcional dos fenômenos. A diferença essencial entre o signo e a ferramenta, que é a base da diferença real entre as linhas, é a sua orientação diferente. A ferramenta é usada para dar sentido ao objeto de atividade, é voltada para fora, com o objetivo de causar mudanças na natureza. No contexto desta pesquisa, o kit de robótica (motores, sensores, placas) atua como uma ferramenta que age no mundo físico. Já o signo não modifica o objeto da operação psicológica, é usado psicologicamente, seja em si mesmo ou nos outros, é voltado para dentro e é um meio para controlar o próprio ser humano. Aqui, a linguagem de programação assume o papel de signo, pois é o instrumento simbólico que organiza o pensamento lógico do estudante antes de se materializar na ação do robô.

Segundo Vygotski (1931/1995), os fatores mais importantes para o desenvolvimento da criança, especialmente, na primeira infância, são as relações com os adultos que carregam mensagens culturais. O papel principal nesse tipo de relação está vinculado ao emprego de signos e de sistemas semióticos, que desempenham uma função inicial de comunicação e, posteriormente, uma função individual como instrumentos de organização e controle do

comportamento individual na ontogênese. No entendimento de Vigotski, a relação social é fundamental no desenvolvimento da criança, significando que certas categorias de funções mentais superiores (como atenção voluntária, memória lógica, pensamento verbal e conceptual, emoções complexas etc.) só podem emergir e se desenvolver com o apoio das relações sociais. Esta ideia levou Vygotski (1931/1995) a importantes generalizações, como a tese sobre a transformação de fenômenos intersíquicos em fenômenos intrapsíquicos:

[a] mais importante e a mais fundamental das leis que explicam a gênese, e para a qual nos conduz o estudo das funções mentais superiores, poderia ser expressa assim: cada exemplo de conduta semiótica da criança era, anteriormente, uma forma de cooperação social e é por isso que o comportamento semiótico, mesmo nos estágios mais avançados do desenvolvimento, permanece como um modo de funcionamento social. A história do desenvolvimento das funções mentais aparece, pois, como a história do processo de transformação dos instrumentos do comportamento social em instrumentos de organização psicológica individual (p. 56).

A THC destaca o papel da cultura no desenvolvimento ontogenético, nas aquisições culturais que influenciam os processos mentais e os comportamentos humanos. Essas aquisições incluem instrumentos e técnicas, como as tecnologias, criando um sistema vasto de provocações externas e artificiais que o permite controlar seus próprios processos cognitivos internos. Conforme Ivic (2010, p. 21), os instrumentos têm um papel tão importante na teoria desenvolvida por Vygotsky, que ele chegava a mencionar um ditado famoso de F. Bacon: *Nec manus, nisi intellectus sibi permissus, multam valent: instrumentis etauxilibus res perficitur* (a mão e a inteligência humanas, privadas dos instrumentos necessários e dos auxiliares, permanecem impotentes; inversamente, o que reforça seu poder são os instrumentos e os auxiliares oferecidos pela cultura).

A cultura, historicamente, tem gerado uma quantidade incontável de artefatos culturais, como dispositivos e tecnologias que incidem sobre os processos psicológicos. Acerca dos signos e ferramentas, os signos desempenham um papel fundamental na Educação, pois permitem aos indivíduos se comunicar e se relacionar indiretamente com o mundo. Na Educação, os signos podem ser utilizados como meios para ajudar os estudantes a compreender e a se apropriar de novos conteúdos. Mas isso pode ocorrer por meio de diversas atividades, como a utilização de imagens, símbolos, sinais etc. E todos esses recursos (sejam signos ou ferramentas) podem ser usadas para ajudar os estudantes a se desenvolverem cognitivamente, socialmente e emocionalmente, permitindo-lhes se comunicarem e se relacionarem de maneira mais eficaz com o mundo.

Ao conceber as ferramentas como mediadoras essenciais no desenvolvimento cognitivo, torna-se imperativo reconhecer que, no cenário contemporâneo, marcado pela ascensão das tecnologias emergentes, essas ferramentas não se limitam a dispositivos físicos tradicionais. Surge, a noção de amplificadores culturais, que extrapola o entendimento convencional de ferramentas e introduz um novo horizonte conceitual, em que as tecnologias não apenas modificam as práticas culturais, mas potencializam exponencialmente a relação simbólica e a elaboração de novos esquemas mentais. Tal perspectiva inaugura um campo de investigação que se distancia das interpretações reducionistas e permite a exploração da tecnologia como um fenômeno dialético, onde a materialidade dos artefatos ocorre de forma indissociável das estruturas cognitivas e culturais. Para que a tecnologia não seja apenas um elemento de dominação, é preciso ir além de suas funcionalidades técnicas e do pensamento teórico, incorporando-as dialeticamente para que se tornem substância de transformação da realidade

3.2. PANORAMA CRÍTICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: DISPUTAS DE SENTIDO, DESAFIOS EPISTEMOLÓGICOS E PRÁXIS FORMATIVA

A produção acadêmica brasileira sobre a relação entre Educação e tecnologias tem se expandido nas últimas décadas, sobretudo, por meio de espaços como o Grupo de Trabalho 16 (Educação e Comunicação) da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd). Entretanto, esse crescimento numérico não corresponde, necessariamente, à consolidação teórico-crítica do campo. Pelo contrário, as análises recentes evidenciam que tal expansão é atravessada por ambivalências epistemológicas e predomínio de uma racionalidade tecnicista que compromete o sentido formativo da pesquisa educacional.

A análise bibliométrica de Echalar, Lima e Alonso (2019) sobre as produções do GT16, entre 2011 e 2017, revela uma paisagem marcada por contradições. Por um lado, observamos o aumento quantitativo de trabalhos e a ampliação da diversidade temática; por outro, constatamos a prevalência de abordagens funcionais e a fragilidade dos fundamentos teóricos mobilizados, muitas vezes, apresentados de forma fragmentada e desvinculada da totalidade concreta das práticas pedagógicas. Tal constatação explicita uma tendência à fetichização do objeto técnico – tomado ora como solução autônoma, ora como ferramenta neutra –, desconsiderando sua natureza de artefato cultural, historicamente situado e atravessado por disputas simbólicas.

Como afirmam Echalar, Lima e Alonso (2019, p. 46), “ainda se verifica uma relativa fragilidade no tratamento teórico e metodológico das investigações, o que demanda esforços de qualificação do campo”. Essa crítica ganha densidade na tese de Moraes (2016), que realizou um diagnóstico profundo das condições de constituição do campo “educação e tecnologias” no Brasil. A autora demonstrou que a temática, embora consolidada como área de interesse, ainda carece de um núcleo epistemológico coerente, sendo frequentemente capturada por discursos de inovação despolitizada e pelas injunções do mercado. Moraes (2016) argumenta que a recorrência de referenciais importados de forma acrítica e o apagamento das determinações concretas da escola pública brasileira enfraquecem a produção de conhecimento situada, comprometida com a transformação da realidade. Ao reduzir a tecnologia a um instrumento técnico a serviço da melhoria do desempenho escolar, uma parte representativa das pesquisas analisadas corrobora uma lógica adaptacionista que desloca o foco da mediação cultural para o uso mecânico de artefatos. Assim, a tecnologia é esvaziada de seu potencial formativo, tornando-se um fim em si, e não um meio de apropriação crítica do mundo histórico.

No contexto pós-pandêmico, essa crítica é radicalizada por Lima, Alonso e Echalar (2021), que apontam o avanço de discursos tecnocráticos sob a retórica da inovação digital. Segundo os autores, o imperativo da adaptação às plataformas, às redes e aos algoritmos aprofundou a precarização do trabalho docente e a fragilização das práticas pedagógicas, ao mesmo tempo em que silenciou os condicionantes históricos e políticos da atuação educacional. Nesse cenário, “não se trata de adaptar-se às lógicas das plataformas e das redes, mas de disputar seus sentidos” (Lima; Alonso; Echalar, 2021, p. 10), o que implica reconhecer a Educação como campo atravessado por lutas simbólicas e a tecnologia como condensação material de múltiplas determinações sociais.

A crítica comum aos três trabalhos reside na rejeição da racionalidade instrumental como organizadora do discurso sobre a tecnologia aplicada à Educação. Em oposição à visão funcionalista, os autores defendem uma abordagem que compreenda a tecnologia como mediação simbólica e cultural, integrando-se ao processo de formação humana por meio de práticas pedagógicas historicamente situadas. Essa concepção converge com os princípios da THC, especialmente, no que diz respeito à mediação como princípio fundante do desenvolvimento das funções psíquicas superiores. O ensino, entendido como atividade orientadora do desenvolvimento, deve criar condições para a reorganização consciente da atividade pedagógica, o que exige a superação do uso técnico da tecnologia e sua resignificação como elemento da cultura e da práxis.

Nesse sentido, os textos acima problematizados não apenas denunciam os limites do tecnocentrismo, mas também convocam o campo educacional a uma virada crítica. Tal virada não se resume à substituição de autores ou categorias, mas exige uma reestruturação teórico-metodológica da pesquisa educacional e da formação docente, orientadas por finalidades educativas formativas. Significa compreender a escola como espaço contraditório, no qual se confrontam projetos societários distintos, e afirmar a intencionalidade pedagógica como eixo da mediação tecnológica. Como destaca Moraes (2016, p. 148), “é preciso pensar a tecnologia a partir das condições reais da escola pública, como elemento da práxis e não como suplemento técnico descolado da vida concreta”.

Portanto, os três textos se articulam em uma crítica contundente à apropriação acrítica das tecnologias aplicadas à Educação e em uma defesa de sua reintegração como conteúdo da cultura e objeto de disputa pedagógica. Essa perspectiva reposiciona o GT16 da ANPEd, e, por extensão, toda a pesquisa educacional, como espaço contra-hegemônico de produção de sentidos, responsável por tensionar as cristalizações conceituais e promover a formação docente como atividade ética, política e criadora. Compreender a tecnologia sob a ótica da mediação cultural historicamente situada é, assim, um passo fundamental para que a Educação possa cumprir sua função de reorganização consciente do psiquismo e de desenvolvimento das capacidades humanas superiores.

3.3. RELAÇÕES ENTRE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA SOB A PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL: CRÍTICA AO TECNOCENTRISMO

A presença crescente de tecnologias emergentes no cotidiano escolar tem reconfigurado os modos de organizar o ensino, de constituir relações pedagógicas e de produzir sentidos na prática educativa. No entanto, essa inserção tem sido amplamente orientada por discursos que ora exaltam sua capacidade de inovação e eficiência, ora denunciam seus efeitos alienantes, oscilando entre dois polos reducionistas: a racionalidade instrumental, que compreende a tecnologia como recurso funcional e neutro e o determinismo tecnológico, que a interpreta como força autônoma e transformadora da realidade educativa. Em comum, essas perspectivas tendem a fetichizar o objeto técnico, apagando as mediações simbólicas, históricas e culturais que atravessam sua constituição e apropriação. Tal como advertido por Peixoto e colaboradoras (2012; 2015), essas leituras tecnocêntricas obscurecem a natureza das tecnologias como artefatos culturais historicamente situados, forjados em disputas políticas e simbólicas. Reduzir

os artefatos técnicos a instrumentos de aplicação, ou atribuir-lhes poderes causais, implica desconsiderar o papel essencial da docência e as múltiplas determinações que conformam a atividade pedagógica. Além disso, tais discursos contribuem para uma organização pedagógica prescritiva, descolada dos projetos formativos e das finalidades educativas humanizadoras.

Propõe-se, aqui, uma análise crítica das relações entre educação e TE a partir dos fundamentos da THC, compreendendo a tecnologia não como solução técnica para problemas pedagógicos, mas como mediação simbólica orientada por intencionalidades formativas. Para tanto, examinamos a crítica aos discursos tecnocráticos, o currículo como campo de disputas simbólicas, a fragilidade da formação docente, as possibilidades de apropriação crítica e a afirmação da práxis como reorganização consciente do processo educativo. O objetivo é contribuir para uma leitura dialética, crítica e situada das tecnologias no contexto escolar, recusando a naturalização e reivindicando o ensino como atividade orientadora do desenvolvimento humano.

No campo educacional, a compreensão das tecnologias emergentes tem sido amplamente colonizada por duas racionalidades que, embora antagônicas em aparência, convergem na redução da complexidade formativa: o instrumentalismo, que concebe a tecnologia como ferramenta neutra, disponível para aplicação conforme fins pedagógicos preestabelecidos, e o determinismo tecnológico, que a enxerga como força autônoma, dotada de poder transformador intrínseco. Ambas as perspectivas operam sob a lógica da simplificação causal e desconsideram o caráter contraditório, histórico e simbólico dos objetos técnicos.

De acordo com Peixoto (2015), essas abordagens incidem diretamente na invisibilização da práxis docente, seja por culpabilizar o professor diante do “fracasso” da tecnologia, seja por restringir a mediação pedagógica à capacitação técnica. Ao criticar esse panorama, a autora afirma que “a técnica não é igual à essência da técnica” (Peixoto, 2015, p. 318), destacando que os objetos técnicos são também expressões simbólicas e linguísticas, marcadas por disputas de sentido, e não apenas instrumentos de operação. A tecnologia, portanto, não é um meio transparente entre intenção e resultado: ela estrutura e é estruturada por finalidades, relações sociais, racionalidades institucionais e valores culturais. Sob esse prisma, a THC permite romper com as leituras reificadas da tecnologia, ao compreendê-la como artefato cultural forjado nas tramas da atividade humana. Conforme argumentam Peixoto e Araújo (2012, p. 264), os objetos técnicos são “resultantes de decisões políticas, estratégias culturais e disputas de sentido que atravessam diferentes momentos históricos e contextos sociais”. Essa afirmação desloca o foco da tecnologia como “o que pode ser feito com ela” para a análise de como, por que, para quem e em quais condições ela se torna educativa.

Superar tanto o determinismo quanto o instrumentalismo implica compreender que a tecnologia não tem sentido em si mesma ela só adquire significado pedagógico quando apropriada criticamente como mediação simbólica, inserida em projetos formativos historicamente situados. Nessa direção, a crítica à racionalidade técnica é inseparável da crítica à neutralidade, bem como da afirmação da Educação como atividade cultural, na qual os artefatos não são soluções automáticas, mas sintetizações de múltiplas determinações, cuja potência reside na sua integração às finalidades humanizadoras do ensino.

Os discursos pedagógicos que orientam o uso de TE na escola estão longe de constituir uma narrativa homogênea. Ao contrário, revelam-se como campos de disputa simbólica, marcados por racionalidades diversas e, por vezes, contraditórias, que expressam projetos de formação em embate. Ao analisar a produção acadêmica brasileira sobre o uso do computador na Educação, Peixoto e Araújo (2012) identificaram dois grandes eixos: de um lado, o computador como recurso didático-pedagógico, centrado na retórica da mediação técnica, da construção ativa do conhecimento e fortemente influenciado por correntes construtivistas e tecnicistas; de outro, o computador como recurso político-pedagógico, com ênfase nas dimensões sociais, culturais e críticas do uso das tecnologias. No entanto, as autoras alertam que, mesmo quando mobilizam teorias críticas, grande parte dos trabalhos analisados o faz de maneira ornamental, isto é, sem articular organicamente os referenciais teóricos às contradições concretas da prática educativa. Essa constatação revela uma fragilidade persistente na produção pedagógica sobre tecnologia, onde a teoria, ao invés de operar como instrumento de análise, aparece como adereço legitimador de práticas já dadas. Esse esvaziamento teórico conduz à superficialidade das proposições e à permanência de modelos normativos, nos quais a tecnologia é apresentada como inovação em si mesma, sem o devido enraizamento histórico, político e formativo. Tal visão ignora que o currículo, como campo de significações, é atravessado por disputas entre projetos pedagógicos antagônicos, nos quais as tecnologias não são apenas instrumentos de mediação, mas vetores de sentido, portadores de racionalidades e estratégias formativas. O discurso pedagógico dominante tende a absorver as tecnologias como recursos de adaptação à lógica da rede e do mercado, esvaziando seu potencial de problematização e reorganização crítica da atividade docente.

Diante disso, é preciso reconhecer que a forma como se fala de tecnologias na Educação nunca é neutra: ela está sempre implicada em lutas por hegemonia discursiva, por definição de fins educativos, por legitimação de práticas e exclusão de outras. As disputas em torno do que se entende por “inovação”, “formação” ou “uso pedagógico” revelam tensões entre projetos de sociedade e de humanidade. A THC, ao tomar o discurso como prática social situada, possibilita

compreender que as tecnologias só adquirem sentido pedagógico quando integradas a finalidades que reconhecem o ensino como mediação da cultura e a formação como processo de apropriação crítica dos instrumentos simbólicos da humanidade. Superar a leitura fragmentada da tecnologia requer romper com a dicotomia entre o técnico e o cultural, substituindo modelos explicativos causais por abordagens que reconheçam a interdependência entre artefato e contexto, sujeito e objeto, prática e significação. A categoria de configuração sociotécnica, proposta por Peixoto (2015), oferece um aporte teórico potente para essa superação, ao conceber os objetos técnicos não como meros instrumentos exteriores à atividade humana, mas como elementos constitutivos da prática social, dotados de intencionalidade, historicidade e densidade simbólica.

Nessa perspectiva, a tecnologia não é um dado nem um fim em si, mas um componente de sistemas complexos de mediação, nos quais se entrelaçam racionalidades institucionais, finalidades educativas, estruturas materiais e disputas ideológicas. Como afirma a autora, “o objeto técnico participa da atividade educativa não apenas como suporte, mas como organizador simbólico e material da ação” (Peixoto, 2015, p. 329). Isso significa que sua presença na escola não pode ser analisada de forma isolada ou meramente funcional, mas a partir de sua inserção nas tramas históricas e formativas da educação, onde adquire diferentes significados conforme os projetos pedagógicos em curso. A noção de configuração sociotécnica permite, assim, compreender as TE como sínteses de múltiplas determinações que incidem sobre o processo educativo. Ao recusar a visão técnica da escola como espaço de aplicação de recursos, essa abordagem afirma que o sentido da tecnologia é sempre mediado pela prática pedagógica intencional e pelos valores que orientam a formação. Tal compreensão se afasta do funcionalismo tecnocrático e se aproxima de uma leitura dialética da Educação, em que os objetos técnicos são também produtores de formas de pensar, organizar o tempo, o espaço e as próprias experiências vividas nos processos de ensino. Ao invés de responder à pergunta “como usar a tecnologia?”, a abordagem sociotécnica desloca o foco para questões como: “que sentidos essa tecnologia carrega?”, “a serviço de que racionalidade ela é mobilizada?”, “como se insere nas práticas educativas e que transformações exige?”, “que finalidades pedagógicas orientam sua presença?”. Essa mudança de perspectiva abre espaço para uma reorganização consciente da atividade docente, que compreenda o uso dos artefatos técnicos como mediação cultural intencional, capaz de contribuir para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e para a formação de professores e estudantes críticos, ativos e historicamente situados.

E é na escola onde estão sistematizados os conteúdos elaborados historicamente pela humanidade, ao longo de muitos e muitos anos. Seu papel é fundamental nesse sentido, como

destaca Silva (2021, p. 18), “o processo de formação educacional do ser humano que caminha para a humanização passa, ao nosso ver, fundamentalmente, pela escola. Pois é na escola que se desenvolvem os conhecimentos para além do cotidiano dos sujeitos”.

A incorporação das TE no espaço escolar não pode ser pensada isoladamente das discussões sobre currículo e formação docente. Ambos os campos constituem instâncias centrais de mediação cultural e operam como arenas simbólicas em que se disputam sentidos, racionalidades e projetos de sociedade. Nesse embate, as tecnologias não se inserem de modo neutro, mas carregam consigo valores, linguagens e racionalidades que reconfiguram as finalidades do ensino. A formação docente, nesse contexto, mostra-se fragilizada diante da complexidade das configurações sociotécnicas. Muitos programas formativos ainda operam com a lógica da instrumentalização, limitando-se a ensinar o uso técnico de ferramentas digitais sem considerar os condicionantes históricos, materiais e simbólicos da prática pedagógica. Sousa e Peixoto (2022) evidenciam que as políticas de formação docente, frequentemente, assumem uma racionalidade tecnocrática, reduzindo o papel do professor à aplicação eficiente de recursos, e esvaziando o sentido da docência como atividade cultural e formativa. Tal postura desconsidera que o uso pedagógico das tecnologias exige não apenas domínio técnico, mas, sobretudo, apropriação crítica, ancorada em intencionalidades educativas e em projetos de formação humana. Essa fragilidade formativa compromete a possibilidade de os professores reorganizarem sua atividade de forma consciente e intencional diante das múltiplas determinações que constituem a prática educativa. Ao invés de formar executores de prescrições tecnológicas, é necessário constituir docentes capazes de interpretar, tensionar e disputar os sentidos que as tecnologias assumem no interior das práticas escolares. Isso significa inserir o trabalho com tecnologias em um projeto de formação crítica, no qual o ensino opera como mediação simbólica e o professor se constitui como sujeito ativo da práxis pedagógica.

Portanto, tanto o currículo quanto a formação docente devem ser compreendidos como campos de disputa simbólica e política, atravessados por racionalidades que nem sempre convergem com as finalidades emancipadoras da Educação. A apropriação crítica das tecnologias exige o reconhecimento de que não se trata de “ensinar a usar”, mas de formar para significar. Nessa perspectiva, no cerne da relação entre TE e Educação está a necessidade de afirmar a práxis docente como atividade cultural e historicamente situada, atravessada por múltiplas determinações e orientada por finalidades formativas. Contra as abordagens que reduzem o ensino à aplicação de métodos ou ao uso eficiente de recursos, a THC propõe compreender o trabalho pedagógico como atividade orientadora do desenvolvimento humano. Essa compreensão rompe com a lógica funcionalista das políticas educacionais que atribuem à

tecnologia um papel autônomo ou redentor, e desloca o foco para a organização intencional da atividade pedagógica, na qual o uso de artefatos técnicos está subordinado a finalidades educativas mais amplas. Nesse sentido, o ensino deixa de ser uma adaptação técnica e passa a ser mediação simbólica voltada à formação crítica dos participantes.

Como destacam Sousa e Peixoto (2022), a formação docente deve formar os professores para utilizarem tecnologias se apropriando dos significados que elas assumem no interior das práticas escolares, reconhecendo sua condição de artefatos culturais impregnados de ideologia, linguagem e estrutura social. A práxis docente, nesse horizonte, constitui-se como atividade social orientada, na qual os participantes da Educação atuam sobre o mundo e sobre si mesmos por meio da mediação com signos, as ferramentas e objetos técnicos historicamente produzidos (que podem ser signos e ferramentas concomitantemente).

Ao longo deste capítulo, buscamos evidenciar que a tecnologia não pode ser concebida nem como ferramenta neutra a serviço de finalidades educativas pré-estabelecidas, nem como força autônoma que reconfigura, por si, a organização da escola. Ambas as concepções, o instrumentalismo e o determinismo tecnológico, conduzem à fetichização do objeto técnico e à invisibilização da práxis docente como atividade formativa e culturalmente situada.

Rejeitando essas perspectivas, afirmamos a necessidade de compreender as tecnologias como artefatos culturais historicamente situados, configurados por múltiplas determinações sociais, políticas e simbólicas. Essa compreensão exige que o currículo e a formação docente sejam analisados como campos de disputa, nos quais se negociam os sentidos atribuídos às e se definem os projetos formativos em embate na escola.

Nesse horizonte, a prática pedagógica mediada por tecnologias demanda a reorganização consciente da atividade docente, em que o uso de objetos técnicos se inscreve em finalidades educativas formativas, não adaptativas. A tecnologia, quando apropriada criticamente, opera como mediação simbólica que potencializa o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, desde que ancorada em projetos pedagógicos comprometidos com a transformação da realidade escolar. É nessa direção que se afirma a Educação como práxis, como processo histórico, cultural e coletivo de produção de sentidos, e não como aplicação técnica ou resposta às demandas do mercado digital.

3.4. AMPLIFICADORES CULTURAIS

A incorporação de TE às práticas de ensino tem ampliado o debate sobre seu papel no desenvolvimento dos estudantes e na organização da atividade pedagógica. Entretanto, a simples presença dessas tecnologias não garante sua efetividade formativa, é preciso situá-las em um referencial teórico que lhes atribua sentido e função no processo educativo. Nesse contexto, a THC oferece um arcabouço para compreender como instrumentos e signos, ao serem intencionalmente relacionados à atividade de ensino, tornam-se mediadores potentes na formação das FPS. Destacamos aqui a noção de amplificadores culturais, cuja formulação contemporânea ilumina como recursos tecnológicos podem potencializar a relação entre o estudante e o conhecimento científico.

Assim, a discussão que se segue examina a contribuição dos amplificadores culturais para a prática educativa, articulando as reflexões de Schroeder (2008) às transformações decorrentes das TE. Assim poderemos mostrar que a relação consciente desses artefatos, alinhada aos princípios da THC, pode contribuir na apropriação conceitual e expandir o horizonte da atividade pedagógica. Conforme preconizado por Schroeder (2008, p. 98), [o]s amplificadores culturais compreendem os recursos e as ferramentas culturais que o professor utiliza para mediar as relações dos estudantes com o conteúdo da ciência, promovendo ou facilitando a internalização dos conceitos.

A inserção de tecnologias educacionais no contexto escolar tem sido amplamente discutida e valorizada, especialmente, quando se considera seu potencial para enriquecer o trabalho pedagógico. No entanto, para que a integração de tais tecnologias seja possível, é fundamental que ela esteja alinhada a princípios pedagógicos consistentes e teorias concernentes a esses princípios. Entendemos e defendemos que a THC oferece uma base teórica valiosa para entender como as ferramentas tecnológicas podem ser integradas ao processo educativo como “amplificadores culturais”, mediando a relação entre o conhecimento e o aprendiz. Esta teoria ressalta a importância das relações sociais e dos instrumentos mediadores no desenvolvimento cognitivo, apontando para a necessidade de uma seleção cuidadosa e um uso pedagógico de boa qualidade das tecnologias na sala de aula.

A tese de doutorado de Edson Schroeder (Schroeder, 2008), que investigou o uso de tecnologias educacionais no ensino de conceitos científicos relacionados à sexualidade humana, ilustra como as tecnologias podem ser aplicadas para contribuir na organização do ensino de conteúdos científicos, respeitando os preceitos da THC. Este texto visa a explorar essa interseção, destacando como a implementação consciente de tecnologias educacionais, apoiada

no conceito de amplificadores culturais, pode enriquecer o processo educacional, promovendo tanto o desenvolvimento conceitual quanto a aprendizagem dos estudantes. Os “amplificadores culturais”, conforme descritos na tese, exemplificam um tipo de mediação ao incorporarem recursos tecnológicos ao ensino de conteúdos com vídeos e documentários nas aulas de Ciências (Schroeder, 2008). A ideia de amplificadores culturais nos ajuda a compreender e buscar superar a distância entre o conhecimento científico e a compreensão dos estudantes, facilitando a apropriação de conceitos.

O uso de TE em aulas de Ciências ilustra uma aplicação prática da teoria de Vigotski sobre ferramentas culturais. Os recursos tecnológicos, ao serem utilizados como amplificadores culturais, não apenas apresentam informações, mas podem proporcionar experiências de aprendizado intrinsecamente sociais e científicas. Isto é evidenciado na análise da prática pedagógica da professora envolvida no estudo de Schroeder (2008):

[d]urante as aulas observadas, foi possível notar o uso frequente de modelos anatômicos para explicar o sistema reprodutivo, bem como o emprego de vídeos e documentários que abordavam aspectos da sexualidade humana de maneira científica e educativa (p. 189).

Esta análise sugere que a escolha e a utilização de TE em sala de aula devem ser guiadas por um entendimento claro de como essas tecnologias podem atuar como mediadoras no processo educacional, não apenas como instrumentos de transmissão de informação, mas voltada ao desenvolvimento dos estudantes.

Ao avaliar o uso de tecnologias aplicadas à Educação a partir da teoria de Vigotski, como explorado na tese de Edson Schroeder e complementado pela perspectiva de TE no século XXI de Castro (2020), consideramos que o potencial de mediação pedagógica se expandiu desde a era de Vigotski e Luria. Naquela época, as ferramentas de mediação estavam limitadas aos objetos tangíveis e às relações face a face, dentro de configurações educacionais tradicionais. Entretanto, são incalculáveis as possibilidades pedagógicas com a introdução de abordagens educacionais emergentes (Castro, 2020), como a Educação híbrida, as tecnologias móveis, o aprendizado ubíquo, a realidade aumentada, as plataformas educacionais online, a IA e a RE.

Essas tecnologias emergentes permitem que as relações educacionais transcendam limitações físicas, temporais e espaciais, proporcionando mediações contínuas, móveis, virtuais e ubíquas. Como Vygotski (1931/1995) enfatizava a importância dos signos e ferramentas em uma perspectiva histórica (Castro, 2020; Castro, 2014), a integração dessas tecnologias, pode

ser vista como uma extensão dos conceitos originais. As ferramentas modernas não apenas expandem as funcionalidades das ferramentas tradicionais, mas também introduzem novas formas de pensar sobre as relações dos estudantes com os conteúdos dentro das escolas, das universidades e fora delas.

A evolução das ferramentas educacionais e suas capacidades ampliadas refletem uma mudança na maneira como os educadores podem utilizar princípios e conceitos da THC. E essas tecnologias e abordagens emergentes redefinem o próprio conceito, incorporando a ele as dimensões da interatividade, personalização, adaptação, mobilidade e virtualidade, que eram impensáveis, em termos de implementação educacional, em um passado não muito distante. Soma-se a isso as possibilidades de rompimento com as dimensões físicas e temporais, inimagináveis em termos passados de Educação formal.

Com essas ferramentas, os educadores também têm a oportunidade de criar incalculáveis experiências de ensino. À medida que continuamos a explorar e compreender possibilidades de usos pedagógicos dessas TE, o papel do educador também tende a se expandir, e as estratégias pedagógicas se adaptarão no sentido de suscitar o máximo proveito das capacidades expandidas dessas ferramentas. O que nos espera nas próximas décadas dependerá, em grande parte, da intensidade e das qualidades com as quais essas tecnologias serão integradas aos processos educativos, o que passa diretamente pela formação dos docentes, como já suscitamos aqui.

Consideramos, neste momento histórico, essencial que os educadores e os formuladores de políticas considerem como essas ferramentas podem ser melhor utilizadas para fortalecer e enriquecer a Educação, que tecnologias e abordagens emergentes atuem como amplificadores culturais que expandam os princípios vigotskianos de aprendizado e de desenvolvimento.

Amplificadores Culturais, conforme concebidos na contemporaneidade, transcendem a mera função de mediadores entre o estudante e o conteúdo científico, eles emergem como catalisadores potentes na configuração de processos de compreensão. Esses recursos e ferramentas, intencionalmente integrados por educadores dentro de panoramas educacionais, podem contribuir no sentido de facilitar a compreensão de conceitos e expandir a capacidade de apropriação de conceitos científicos por parte dos estudantes. Com a evolução e a incorporação de tecnologias emergentes, tais como plataformas de realidade aumentada, IA, ambientes de aprendizagem virtual e a própria RE, os amplificadores culturais podem redefinir limites tradicionais da Educação.

3.5. CONCEITOS CIENTÍFICOS E CONCEITOS ESPONTÂNEOS

A compreensão das dinâmicas que permeiam a apropriação de conhecimento pelo ser humano vai além mera absorção de informações empíricas e emerge como um processo dialético, no qual as representações cognitivas são reelaboradas a partir de mediadores culturais. Tal fenômeno revela a importância de explorar as estruturas subjacentes à formação do pensamento, desvelando as intrincadas relações entre os conhecimentos prévios e as elaboradas intelectuais complexas, que se manifestam na trajetória educacional. Nesse contexto, delinear as forças que moldam o desenvolvimento cognitivo se torna um imperativo, uma vez que são essas relações que determinam a capacidade de abstração e sistematização de conceitos pelos indivíduos. A natureza dos conceitos que os indivíduos se apropriam no processo educacional podem refletir tanto a experiência cotidiana quanto a sistematização científica. Essas formas de conceitos, longe de serem mutuamente excludentes, relacionam-se de maneira dialética. Karpov (2019) define os conceitos espontâneos como um resultado

[d]a generalização da experiência cotidiana na ausência do ensino sistemático. Eles são, por consequência, não sistemáticos, não conscientes e frequentemente equivocados. É assim que uma criança de três anos, após ter longamente observado o comportamento de uma agulha, de um alfinete ou de uma moeda mergulhados na água, vai tirar disso a conclusão errônea segundo a qual todos os pequenos objetos afundam (p. 02).

Por outro lado, Karpov (2019) define os conceitos científicos como a representação

[d]a generalização da experiência da humanidade inteira, tal como ela se inscreve na ciência, no sentido mais amplo do termo, que engloba também as ciências naturais e sociais, as quais chamamos ciências humanas. [...] Uma vez adquiridos, esses conceitos transformam os conhecimentos nascidos da experiência cotidiana: os conceitos espontâneos se estruturam e se tornam conscientes (p. 02).

Vygotsky (1934/1982) realizou uma investigação para desenvolver a compreensão dos conceitos científicos. Para essa investigação, partiu de em um estudo comparativo conduzido por Shif (1904-1978)⁹, que objetivava examinar o desenvolvimento paralelo entre os conceitos

⁹ Josefina Ilyinichna Shif (1904-1978) foi uma psicóloga e defectóloga soviética, reconhecida por suas contribuições pioneiras no campo da psicologia especial. Shif iniciou sua carreira científica independente em Leningrado em 1934 e continuou seu trabalho no Instituto de Pesquisa em Defectologia, onde se destacou no estudo do desenvolvimento e da educação de crianças com deficiências, especialmente surdas e com deficiência intelectual. Ao longo de sua carreira, ela publicou mais de 80 trabalhos, incluindo o importante livro “A Aquisição da Linguagem e o Desenvolvimento do Pensamento em Crianças Surdas”, um marco na psicologia dos surdos. Além de suas pesquisas inovadoras, Shif foi uma educadora influente e orientadora de muitos profissionais na área de defectologia, contribuindo significativamente para o avanço dessa ciência na União Soviética (Shiff, 1904-1978, [s.d.]).

cotidianos e os científicos em crianças em fase escolar. Esse estudo buscava testar, de maneira empírica, a hipótese de Vigotski de que os conceitos científicos seguem um caminho de evolução distinto quando comparados aos cotidianos, abordando o ponto central da relação entre trabalho pedagógico e desenvolvimento. Para tanto, a investigação de Shif, conforme relatado por Vygotsky (1934/1982), partiu de algumas premissas fundamentais:

- Os conceitos (ou significados das palavras) se desenvolvem ao longo do tempo;
- Os conceitos científicos também se desenvolvem e não são simplesmente assimilados prontos;
- Não é legítimo generalizar conclusões obtidas do estudo dos conceitos cotidianos para o campo dos conceitos científicos;
- O problema precisa ser estudado experimentalmente (p. 248).

Para a condução do estudo comparativo realizado por Shif, foi concebida uma metodologia experimental específica que envolvia tarefas estruturadas de maneira homogênea, utilizando tanto materiais do cotidiano quanto conceitos científicos. O método empregava séries de desenhos que ilustravam uma sequência lógica de eventos, início, meio e fim (Vygotsky, 1934/1982). Essas séries foram confrontadas com representações gráficas de conceitos científicos abordados nas aulas de ciências sociais. Além disso, foram aplicadas tarefas em que os estudantes precisavam completar frases interrompidas nas palavras “porque” e “embora”. Segundo Vygotsky (1934/1982), também foram realizadas entrevistas clínicas com as crianças envolvidas no experimento, com o intuito de avaliar o nível de compreensão das relações causais e de sucessão nos materiais cotidianos e científicos.

Os resultados obtidos por meio dos materiais usados no experimento de Shif permitiram diversas conclusões a respeito das regularidades gerais do desenvolvimento cognitivo durante a fase escolar, incluindo achados específicos sobre a evolução dos conceitos científicos. A análise comparativa entre diferentes idades, expressa em porcentagens, evidenciou que, quando os programas de ensino são apropriados, o desenvolvimento dos conceitos científicos supera o dos conceitos espontâneos, conforme destacado por Vygotsky (1934/1982). Um exemplo dessa constatação pôde ser observado nas tarefas em que os estudantes completavam frases com as conjunções “porque” e “embora”, onde se notaram diferenças expressivas entre conceitos científicos e cotidianos nos estudantes do segundo e quarto anos. O Quadro 6, a seguir, sintetiza essas conclusões, comparando o desenvolvimento de conceitos científicos e cotidianos em diferentes idades, mostrando a porcentagem de frases completadas com essas conjunções em ambos os cursos:

Quadro 6 – Comparação dos resultados de análise dos conceitos científicos e do cotidiano

Frases com a conjunção “porque”:	
Conceitos científicos:	
Segundo curso: 79,70%	Quarto curso: 81,80%
Conceitos cotidianos:	
Segundo curso: 59,00%	Quarto curso: 81,30%
Frases com a conjunção “embora”	
Conceitos científicos	
Segundo curso: 21,30%	Quarto curso: 79,50%
Conceitos cotidianos	
Segundo curso: 16,20%	Quarto curso: 65,50%

Fonte: (Vygotsky, 1934/1982, p. 249)

O quadro apresentado demonstra que os conceitos científicos atingem um nível de conscientização mais elevado em comparação aos conceitos cotidianos, como demonstrado pelas porcentagens das frases completadas com as conjunções “porque” e “embora”. Os dados indicam um aumento expressivo quanto ao uso consciente de conceitos científicos à medida que os estudantes avançam nos estudos. Isso evidencia que a instrução formal tem um papel essencial no desenvolvimento do pensamento científico, que, por sua vez, reflete incisivamente no desenvolvimento do pensamento espontâneo ou cotidiano (Vygotsky, 1934/1982).

Vygotsky (1934/1982) argumentava que o desenvolvimento dos conceitos científicos ocorre, principalmente, no contexto da instrução escolar, que estrutura e organiza o conhecimento de forma que os estudantes possam avançar de maneira progressiva em seus conhecimentos e em suas zonas de desenvolvimento iminentes, como destacou Castro (2014). O impacto é visível no progresso das capacidades cognitivas, como o pensamento causal e a intencionalidade. Ao fornecer um sistema estruturado do trabalho pedagógico, o professor colabora diretamente com os estudantes, ajudando-os a superar limites do pensamento cotidiano e a adotar um nível mais abstrato e intencional de raciocínio (Vygotsky, 1934/1982).

Essa relação entre os conceitos científicos e cotidianos destaca a importância da Educação formal para o desenvolvimento integral do pensamento da criança. A relação entre o professor e o estudante, baseada no conteúdo programático e na sistematização do conteúdo, prepara e facilita o avanço dos conceitos cotidianos. A instrução orientada desempenha um papel essencial no crescimento cognitivo durante a idade escolar, promovendo uma transição mais fluida do concreto para o abstrato (Vygotsky, 1934/1982).

Dentro de um mesmo nível de desenvolvimento em crianças, conforme o estudo experimental conduzido por Shif e Vygotsky (1934/1982), observaram diferentes pontos fortes e fracos nos conceitos cotidianos e científicos. As crianças envolvidas, estudantes do segundo e quarto anos, apresentaram dificuldades no uso de conceitos cotidianos, especialmente na abstração e no uso arbitrário, resultando em uma aplicação incorreta. Já os conceitos científicos demonstraram fraquezas relacionadas ao verbalismo e à insuficiente concretização, apontadas como os principais obstáculos ao seu desenvolvimento.

A força dos conceitos científicos, para este autor, está na capacidade de serem utilizados de forma voluntária e organizada. No quarto ano, o verbalismo é substituído pela concretização, o que também melhora o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. E o ponto central é entender como os processos do trabalho pedagógico e de apropriação de conteúdos se relacionam com o desenvolvimento interno desses conceitos na mente da criança. Dentro desse contexto, Vygotsky (1934/1982) questionou se ambos os mecanismos coincidem apenas como dois aspectos de um mesmo fenômeno, ou existem relações mais complexas que exigem investigações detalhadas para serem compreendidas.

As pesquisas de Vygotsky (1934/1982), baseadas em experimentos de Shif e de outros psicólogos contemporâneos seus, demonstraram que os conceitos, representados psicologicamente como significados de palavras, residem na transição de uma estrutura de generalização para outra. Qualquer significado de palavra, em qualquer idade, é uma generalização e, quando a criança aprende uma nova palavra associada a um significado, o desenvolvimento desse significado está apenas começando. A palavra, inicialmente, é uma generalização elementar e, conforme a criança cresce, ela avança para formas mais complexas de generalização, culminando na formação de conceitos autênticos e verdadeiros.

Segundo Vigotski (1934/1982), o desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, exige o desenvolvimento de várias funções, como a atenção voluntária, a memória lógica, a abstração, a comparação e a diferenciação. Esses processos psíquicos são complexos e não podem ser aprendidos e apropriados de maneira simples, por isso, a visão de que a criança absorve conceitos prontos durante a instrução escolar é teoricamente inconsistente. Na prática, a inadequação dessa visão também é evidente, a experiência pedagógica demonstra que a tentativa direta de ensinar conceitos frequentemente resulta em verbalismo, onde a criança aprende palavras sem compreender os conceitos subjacentes (Vygotsky, 1943/1982).

Um dos pontos centrais do estudo é que o aprendizado de uma nova palavra não marca o fim do desenvolvimento do conceito correspondente, mas, sim, o início. No momento da apropriação inicial, a nova palavra está no começo de seu desenvolvimento, e seu significado

se desenvolve internamente ao longo do tempo até amadurecer. O desenvolvimento do aspecto semântico da linguagem é fundamental para o desenvolvimento do pensamento e da linguagem da criança. Como afirmou Tolstói, “a palavra quase sempre está preparada quando o conceito está” (Tolstói, 1903, p. 143 Apud Vygotsky 1934/1982, p. 392), contrariando a suposição de que o conceito está pronto quando a palavra é aprendida.

Vigotski (1934/1982) estabeleceu como ocorre a compreensão dos conceitos científicos e que esses ocorrem de forma sistemática no ambiente escolar, em contraste com os conceitos espontâneos, adquiridos no cotidiano. A apropriação dos primeiros exige um pensamento abstrato e elevado, mediado pela relação social e pela atuação do professor. Os estudos de Vigotski sobre a formação e o desenvolvimento de conceitos deixaram uma herança rica para que diversos pesquisadores pudessem explorar como os conceitos científicos podem ser aplicados para aprimorar o trabalho pedagógico em disciplinas como Física, Matemática e outras, em diferentes países e em variados contextos educativos, como sublinha a coletânea internacional de Selau e Castro (2015).

E, para destacar essa herança, veremos, a seguir, algumas pesquisas nas áreas da Física e da Matemática que exploram os conceitos do cotidiano e os científicos. A exemplo disso, temos o trabalho de Araújo (2024) que propôs a investigar a intersecção entre o cotidiano dos discentes e a apropriação dos conceitos científicos no ensino de Matemática, tendo como foco principal a motivação e a eficácia dessa relação para a apropriação de conceitos. O objetivo do autor é compreender se a utilização do cotidiano em sala de aula potencializa a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes, questionando: “[o]s discentes se apropriam dos conceitos científicos quando usamos o cotidiano em sala de aula?” (Araújo, 2024, p. 22).

Para conduzir a pesquisa, Araújo estruturou seu estudo com base na THC, especialmente, na distinção entre conceitos científicos e espontâneos. A metodologia utilizada incluiu entrevistas semiestruturadas com professores de uma escola pública, além da aplicação de uma sequência didática fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica, visando a verificar como o cotidiano influenciava a prática pedagógica e a compreensão dos conceitos científicos. Esse procedimento permitiu que o autor observasse a prática docente e suas implicações na aprendizagem. Conforme Araújo (2024, p. 34), “[o]s resultados obtidos revelam que uma das maiores contribuições de se estudar Matemática na perspectiva do cotidiano é a possibilidade de motivar os discentes quanto à introdução dos conteúdos”.

Os resultados, no entanto, apresentam uma análise mais complexa da relação entre o cotidiano e a apropriação dos conceitos científicos. Embora o cotidiano se mostre eficaz como

recurso de motivação, Araújo (2024) aponta que ele não garante, por si só, a apropriação dos conceitos científicos:

No que se refere ao aprendizado dos conceitos científicos, foi possível observar que, embora as pesquisas apontem para a importância de se relacionar o cotidiano dos estudantes nas aulas de Matemática, muitas vezes, essa relação na prática escolar não traduz de modo efetivo na apropriação dos conceitos científicos (p. 35).

O uso do cotidiano, sem o devido rigor pedagógico, pode limitar a compreensão mais aprofundada dos conceitos, revelando ser insuficiente para assegurar a apropriação efetiva dos conceitos científicos. A conclusão de Araújo (2024, p. 36) enfatiza que a superação de lacunas no aprendizado de conceitos científicos depende de um planejamento pedagógico sistemático: “o professor de Matemática cujo compromisso seja, dentre outros aspectos, a compreensão dos conceitos científicos, precisa estar atento para a importância do planejamento sistemático do ensino”.

Essa visão dialoga diretamente com as ideias de Vygotsky (1934/1982), que argumenta que a transição de conceitos aritméticos para os algébricos ilustra bem a necessidade de planejamento. Enquanto os conceitos aritméticos envolvem a manipulação direta de números e operações básicas, os algébricos requerem que a criança desenvolva abstração e generalização de relações numéricas, o que possibilita a resolução de problemas mais complexos. Esse mecanismo não é uma simples progressão linear, mas uma ascensão a um nível superior de pensamento, no qual novas formas de operar cognitivamente são desenvolvidas e devidamente planejadas. O planejamento sistemático proposto por Araújo (2024) permite transformar a motivação originada nas experiências cotidianas dos estudantes em uma compreensão articulada dos conceitos científicos. A mediação pedagógica atua como um fator chave para que os estudantes desenvolvam capacidades cognitivas que os permitam aplicar esse conteúdo de forma prática e integrada.

O trabalho de Monteiro e Gaspar (2024), por seu turno, visa a investigar a utilização de textos de divulgação científica como elemento didático no ensino de Física, considerando o potencial dessas leituras para fomentar discussões e ampliar a compreensão dos conceitos científicos entre estudantes de Ensino Médio. Fundamentados na THC, os autores partem da premissa de que a relação social é uma ferramenta essencial para a apropriação de conceitos científicos.

A pesquisa a qual se referem teve por objetivo principal analisar como a leitura de textos científicos pode contribuir para a apropriação de conceitos científicos, promovendo, ao mesmo

tempo, relações em sala de aula, estando estruturada em duas etapas distintas. Na primeira etapa, os autores aplicaram um questionário aos estudantes, com o intuito de identificar as preferências e os critérios de escolha para as leituras de textos de divulgação científica, além de avaliar a frequência com que tinham acesso a esse tipo de material. Segundo Monteiro, Monteiro e Gaspar (2024, p. 2), “a análise desta primeira etapa foi elaborada a partir das respostas dadas pelos estudantes e pela professora, as quais indicaram a pertinência de avaliar a atividade de uma maneira mais abrangente”. Contudo, a primeira fase da pesquisa permitiu aos autores estabelecer um ponto de partida para a investigação mais aprofundada, que ocorreu na segunda etapa.

Na segunda fase, a pesquisa passou a observar diretamente as relações em sala de aula, envolvendo aprendizes de diferentes séries do Ensino Médio, tanto de uma escola pública quanto de um particular. O foco dessa etapa foi examinar as relações professor-estudante e estudante-estudante, buscando identificar elementos que potencializassem o uso de textos de divulgação científica na aprendizagem. A análise foi conduzida a partir da observação de como as discussões desencadeadas por esses textos favoreciam o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Monteiro; Gaspar (2024, p. 4) ressaltam que “o processo de relação desenvolvido durante as atividades de leitura evidenciou concepções errôneas que, numa aula tradicional, passariam despercebidas tanto para o professor quanto para os próprios estudantes” (Monteiro; Gaspar, 2024, p. 4). Essa constatação indicou que as atividades baseadas em leitura promovem uma dinâmica que permite ao professor identificar e corrigir pseudoconceitos emergentes no decorrer das discussões. Os resultados da pesquisa sugerem que “a atividade desenvolvida promove tanto o aflorar de pseudoconceitos quanto a evolução deles, em direção a um conceito mais abrangente e sistematizado, resultado da mútua relação entre o conceito científico e espontâneo” (Monteiro; Gaspar, 2024, p. 4). Dessa forma, os textos de divulgação científica, ao apresentarem uma linguagem acessível e contextualizada, facilitam o desenvolvimento de conceitos, desde que acompanhados de um trabalho pedagógico adequado por parte do professor.

Os autores concluíram que, para que os textos de divulgação científica contribuam com o ensino de Física, é fundamental que o professor desempenhe um papel importante na organização das discussões, orientando os estudantes a partir de uma perspectiva que unifique as diferentes definições de situação e promova uma intersubjetividade que permita o avanço na compreensão dos conceitos científicos pelos estudantes. Segundo os pesquisadores, “a utilização adequada desses textos pode tornar a sala de aula um ambiente propício não apenas

para o bom aproveitamento das leituras, mas também dar um novo significado aos papéis assumidos pelo professor e pelos estudantes” (Monteiro; Gaspar, 2024, p. 5).

Já o artigo de Procopio e Freitas (2020), intitulado “Diálogo sobre a Aprendizagem da Física sob o olhar das considerações de Vygotsky”, teve como objetivo discutir os fatores que dificultam a compreensão de conceitos de Física na Educação Superior, especialmente, no que tange à formação de conceitos científicos segundo à perspectiva da THC. A pesquisa buscou explorar a problemática das altas taxas de reprovação e evasão em cursos que envolvem a disciplina de Física, relacionando essas dificuldades à transição entre os conceitos cotidianos adquiridos na infância e os conceitos científicos necessários no ambiente acadêmico.

Os autores desenvolvem análise sobre como os conceitos espontâneos formados durante a vida cotidiana podem provocar a apropriação de conceitos científicos, particularmente, no ensino de Física. Eles afirmam que, embora os conceitos espontâneos formem a base do conhecimento, é na escola que ocorre a reelaboração desses conceitos, transformando-os em científicos, corroborando com a afirmação de Vygotsky (1934/1982, p. 94) de que “um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico”. No entanto, a falta de uma transição entre esses dois tipos de conceitos pode prejudicar a apropriação de conceitos de Física, uma ciência com linguagem simbólica e abstrata que demanda um trabalho pedagógico adequado para ser compreendida.

Os autores concluem que a dificuldade de aprendizagem da Física, vista à luz da THC, está profundamente relacionada à falta de um trabalho pedagógico efetivo na transição entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Portanto, a formação desses conceitos é um mecanismo contínuo e interdependente, e a Física, como ciência que demanda uma abstração complexa, exige práticas pedagógicas constantes para que os estudantes possam superar as barreiras de compreensão.

Com base nos trabalhos analisados, podemos concluir que o papel do professor é central em todos os casos, seja ao utilizar o cotidiano como ponto de partida no ensino da Matemática, como discutido por Araújo, ou ao integrar textos de divulgação científica no ensino de Física, conforme Monteiro, Monteiro e Gaspar (2024). A mediação estratégica e bem planejada, seja por meio da contextualização no cotidiano ou pela exploração de materiais didáticos, é essencial para que os estudantes avancem do conhecimento espontâneo para a compreensão dos conceitos científicos.

A maior parte das pesquisas analisadas se concentrou no ensino de Matemática e de Física. Esse foco, no entanto, não representa um limite, mas uma abertura para o desenvolvimento de investigações em outras áreas do conhecimento. A própria intervenção

pedagógica realizada no presente estudo envolveu docentes de diferentes disciplinas, como História, Química, Biologia e Ciências, demonstrando que a RE possui potencial interdisciplinar. Tal constatação aponta para a necessidade de ampliar o escopo das pesquisas sobre RE, considerando as múltiplas possibilidades de articulação entre tecnologia e conhecimento científico em contextos interdisciplinares.

Além disso, os estudos indicam que os conceitos espontâneos e científicos estão interligados e que o aprendizado se dá pela transição entre eles. Vigotski destacou que os conceitos espontâneos adquiridos pela experiência cotidiana podem ser reorganizados em um sistema mais estruturado, levando ao desenvolvimento dos conceitos científicos. E tanto Araújo quanto os demais autores ressaltam que essa transição não acontece de forma automática; ela exige um trabalho pedagógico contínuo, que deve ser cuidadosamente planejado e executado pelo professor para viabilizar caminhos para a apropriação efetiva dos conceitos complexos pelos estudantes.

Por fim, todos os trabalhos convergem na ideia de que o processo de formação dos conceitos científicos é contínuo e interdependente. Ele demanda uma abordagem pedagógica intencional, que incentive os estudantes a reelaborar seus conhecimentos prévios e aplicá-los a novos contextos.

3.6. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E ROBÓTICA EDUCACIONAL: POSSIBILIDADES TEÓRICO-PRÁTICAS

A inserção das TE no contexto educacional exige uma revisão crítica das práticas pedagógicas vigentes, principalmente, em um contexto de vigência da BNCC, que indica a adoção das tecnologias educacionais como componentes integrais do currículo escolar.

A BNCC valoriza as tecnologias digitais como elementos centrais para o avanço educacional. Embora o documento promova sua integração transversal em várias disciplinas, é fundamental observar que a Lei nº 14.533/2023 instituiu a Educação Digital como componente curricular obrigatório na Educação Básica. Essa legislação prevê o ensino de letramento digital, computação, programação e robótica, indicando que a transversalidade deve ser compreendida como uma fase de implementação ou uma dimensão complementar, e não mais como a única forma de inserção. Nesse contexto legal atualizado, as políticas sugerem que as tecnologias não devem ser empregadas apenas para desenvolver habilidades técnicas; elas também devem servir como facilitadoras de um aprendizado que promova o pensamento crítico e criativo, sendo

essenciais para o cultivo de conhecimentos científicos relevantes ao século XXI, como o pensamento computacional (Brasil, 2018; Brasil, 2023).

Em consonância com essas diretrizes da BNCC, foi instituída a Lei nº 14.533/2023, que cria o Plano Nacional de Educação Digital (PNED), reforçando a centralidade da cultura digital no processo educativo. O PNED está estruturado em cinco eixos fundamentais para o desenvolvimento de habilidades digitais no contexto escolar: pensamento computacional, mundo digital, cultura digital, direitos digitais e tecnologia assistiva (Brasil, 2023). Essa política estabelece diretrizes para uma formação que busque ir além da técnica, apontando para a necessidade da apropriação crítica das tecnologias como instrumentos culturais. Adicionalmente, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) passou, a partir de 2025, a incluir questões relacionadas ao pensamento computacional e resolução de problemas e algoritmos, o que amplia ainda mais a exigência de um ensino intencional que contemple essas dimensões na escola básica (OECD, 2023).

As diretrizes da BNCC, contudo, por si só, atribuem múltiplas potencialidades às tecnologias educacionais no ambiente escolar. Essas ferramentas, segundo esse documento, têm o potencial de enriquecer a qualidade dos processos de ensino, propiciando um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo (Cardim; Moretti, 2024). De acordo com a BNCC, o uso intencional das tecnologias digitais visa promover práticas pedagógicas que ultrapassem a mera memorização, incentivando o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas por meio de recursos computacionais (Brasil, 2018).

No entanto, a implementação de tecnologias educacionais, conforme preconiza a BNCC, enfrenta críticas relevantes. Uma das principais preocupações é a superficialidade com que as tecnologias são integradas aos currículos, sem o suporte de uma base teórica que as garanta (Cardim; Moretti, 2024). Além disso, há uma tendência utilitarista nessa integração, na qual as tecnologias são utilizadas primariamente para adaptar os estudantes às exigências do mercado de trabalho, em vez de fomentar um ensino que promova sua formação crítica e integral (Cardim; Moretti, 2024). Essa abordagem contraria o ideal de uma educação voltada para a humanização do indivíduo, que busca engajar os estudantes com as conquistas culturais da humanidade, de modo a enriquecer sua própria experiência vital (Moretti, 2007).

O Plano Nacional de Educação (PNE) atribui à escola uma função estrutural que visa a promover o desenvolvimento integral dos indivíduos desde a infância. Segundo o PNE, a Educação é definida como a primeira etapa da Educação Básica, configurando-se como base essencial para as aprendizagens subsequentes. A escola, nesse sentido, é um local de transmissão de conhecimento, bem como um espaço que possibilita as vivências iniciais que

irão fundamentar aspectos da personalidade e da vida social dos indivíduos. Conforme o PNE, “as primeiras experiências da vida são as que marcam mais profundamente a pessoa. Quando positivas, tendem a reforçar, ao longo da vida, as atitudes de autoconfiança, de cooperação, solidariedade, responsabilidade” (Brasil, 2014, p. 10).

E a atividade docente é essencial nessa perspectiva, pois é o professor quem atua formal e intencionalmente para proporcionar ao estudante acessar as primeiras experiências e compreender o conteúdo, por meio de instrumentos e signos. Nessa perspectiva, a Educação é vista como uma importante instituição social entre o indivíduo e a cultura, possibilitando o desenvolvimento e a formação dos sujeitos. O desenvolvimento do indivíduo, logo, é resultado da apropriação da cultura, ou seja, do mecanismo pelo qual o indivíduo se apropria das ferramentas culturais e dos signos. As tecnologias, por sua vez, são instrumentos que ampliam as possibilidades de apropriação pelos estudantes, auxiliando o professor em sua atividade pedagógica.

À medida que surgem mais tecnologias com possibilidades de aplicações pedagógicas, os educadores precisam estar atentos aos desafios de incorporá-las a suas práticas. Isso é uma tarefa complexa, especialmente, porque a profissão docente está sendo precarizada (Saviani, 2017; Moura *et al.*, 2019) e o professor atua sob uma carga horária extenuante. Integrar tecnologias inovadoras em um contexto de ensino exige tempo para estudo e formação articulada aos educadores, desde a Educação Básica até a Educação Superior.

Quando a robótica é aplicada com propósitos educacionais, com ênfase no desenvolvimento da criatividade e na apropriação de conceitos científicos, mediando o desenvolvendo apropriação de conceitos para além do conteúdo técnico e empírico, via trabalho em equipe, dessa forma de constitui a RE – como já problematizado na Seção anterior. Segundo Silva e Blikstein (2020), se refere a

[u]m instrumento poderoso para passar da “consciência real” para a “consciência do possível”. Ela nos permite perceber, nas imperfeições do mundo, oportunidades para invenção, criação, construção. Ela nos faz olhar a tecnologia como um instrumento para emancipação e para ajudar o próximo e não para a opressão em escala industrial (p. 23).

A afirmação aborda como a tecnologia, especialmente a RE, pode ser um “instrumento” poderoso para expandir nossa visão do mundo. Embora os autores não mencionem diretamente a THC, vislumbramos semelhanças entre suas ideias e o uso de tecnologias e abordagens como a RE, pois ela representa um conjunto de instrumentos que podem ser usados para expandir as capacidades cognitivas e práticas dos estudantes.

Dentro do campo da RE, podemos considerá-la uma abordagem pedagógica tendo a robótica como Tecnologia Educacional temos um pesquisador que é predominantemente presente em pesquisas da RE. Seymour Papert é reconhecido como um dos principais autores no campo das tecnologias aplicadas à Educação. Entretanto, os modelos de Papert (2020) estão fortemente vinculados ao Construtivismo piagetiano e se baseia na ideia de que os estudantes devem construir seu conhecimento através da exploração e da resolução de problemas, em vez de simplesmente receber informações do professor. É uma abordagem que postula que as crianças “farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (Cynsneiros, 2008).

O “Guia de orientação didática” do PROUCA, por exemplo, possui alicerces construtivistas, segundo os quais, o estudante constrói suas categorias de pensamento e organiza seu mundo. Estudos sobre programas de inserção de tecnologia, como o PROUCA, demonstram que a base pedagógica predominante é o construcionismo (Alves Filho; Echalar, 2022, p. 3), o que, frequentemente, acarreta uma dicotomia na relação entre ensino e aprendizagem (Alves Filho; Echalar, 2022, p. 3). Nessa perspectiva, o ensino pode se diluir “nas necessidades do estudante, conseqüentemente, ensino e aprendizagem são iguados entre si” (Almeida; Grubisich, 2011), e a atividade docente estaria à mercê das questões individuais do estudante (Almeida; Grubisich, 2011). Além disso, ao atribuir à tecnologia a capacidade de inovação pedagógica, corre-se o risco de “fetichização da tecnologia” (Marx, 2017), transformando a função social da mercadoria (tecnologia) em sua função natural e desconsiderando a complexidade do trabalho humano.

Diante dessas premissas, Karpov (2019) levanta preocupações quanto à abordagem da “aprendizagem pela descoberta guiada”, que se assemelha às práticas construcionistas. Ele destaca resultados frequentemente imprecisos, a falta de evidências sólidas de aprendizado e a inadequação da analogia entre estudantes envolvidos na descoberta guiada e pesquisadores científicos. Além disso, a ênfase na aceitação de erros suscita dúvidas quanto à sua contribuição para a efetiva apropriação de conteúdos científicos pelos estudantes (Karpov, 2019). Em contraste, Vigotski (2021) defendia a importância das definições formais e das explicações explícitas fornecidas pelo educador.

Nesse sentido, procedimentos comuns em aulas que se utilizam da RE, como a divisão dos estudantes em funções pré-determinadas (programador, montador, organizador e relator, conforme proposto por Fornaza e Webber, 2014), nos quais o professor apresenta uma problemática a ser resolvida de forma empírica pelos estudantes, tendem a se alinhar a essa abordagem da “descoberta guiada” (Karpov, 2019). O professor, nesse contexto, desempenha

um papel na orientação dos estudantes em direção à resolução de problemas práticos por meio da criação de estratégias e da programação de robôs. Contudo, essa apropriação do conteúdo de forma empírica (Karpov, 2019) é a principal distância que se estabelece entre essa perspectiva e a concepção vigotskiana de conceitos científicos. A “descoberta guiada”, quando excessivamente delegada aos estudantes, “pode ter seus limites, pois delega muita responsabilidade aos estudantes, que nem sempre dominam o conteúdo ao ponto de conseguirem ‘construir a própria aprendizagem’, podendo sequer chegarem ao final da atividade”. Dessa forma, sem uma base teórica do professor, e sem a apropriação intencional dos conceitos científicos implicados na atividade, a RE pode não produzir os efeitos esperados.

A abordagem vigotskiana enfatiza a essencialidade da Educação formal e do professor na passagem do conhecimento acumulado pela humanidade às novas gerações. Ao considerar esses princípios, a RE pode ser ressignificada como prática pedagógica orientada, na medida em que os professores desempenham papel fundamental na orientação dos estudantes na programação, na montagem e fornecendo explicações, definições formais e orientação para que os estudantes desenvolvam ações técnicas e compreendam os princípios subjacentes não somente à robótica, mas, também ao conteúdo que se quer ensinar. Os estudantes, por sua vez, podem trabalhar em grupos, compartilhando suas experiências pessoais e colaborando na solução de problemas, mas que sejam problemas também relacionados à sociedade. A atividade coletiva, nesse contexto, não se reduz à colaboração espontânea, mas se constitui como prática social orientada por motivos culturais, promovendo a internalização crítica e consciente dos conteúdos.

A “descoberta guiada”, na RE, pode ter seus limites, pois delega muita responsabilidade aos estudantes, que nem sempre dominam o conteúdo ao ponto de conseguirem “construir a própria aprendizagem”, podendo sequer chegarem ao final da atividade. Sem uma base teórica do professor, e sem a apropriação dos conceitos científicos implicados na atividade, a RE pode não produzir os efeitos esperados. Aprofundando um pouco mais a discussão sobre os conceitos espontâneos e conceitos científicos, podemos extrair dos ensinamentos de Vygotsky (1934/1982) que a formação dos conceitos científicos se caracteriza por uma sistematização e estruturação do trabalho pedagógico; pela consciência e voluntariedade dos estudantes; pela inter-relação com os conceitos espontâneos; e pela abstração e generalização de conceitos relacionados ao conteúdo abordado.

A sistematização e estruturação dos conceitos científicos são ações que desempenham papel essencial no desenvolvimento cognitivo das crianças. Esses conceitos não surgem de maneira isolada, mas são organizados de forma hierárquica, o que permite uma compreensão

mais profunda e a aplicação lógica deles. Conforme Vygotsky (1934/1982), os conceitos científicos são sistemáticos, ou seja, possuem uma organização hierárquica que facilita tanto a compreensão quanto a operação lógica com eles. Essa hierarquia exige uma estrutura superior, que é essencial para a generalização e a aplicação desses conceitos em diferentes contextos. Essa estrutura não apenas facilita a generalização dos conceitos, mas também permite que eles sejam aplicados em diversas situações. Segundo Vygotsky (1934/1982), a estruturação hierárquica dos conceitos científicos possibilita que as crianças compreendam como diferentes conceitos se inter-relacionam e se complementam, criando uma rede de conhecimentos, auxiliando na transição dos conhecimentos cotidianos para os científicos.

A atuação do professor é fundamental para o desenvolvimento dos conceitos científicos nos estudantes, exigindo estratégias pedagógicas que transcendam a mera transmissão de conhecimento. Vigotski (2021) argumentava que o desenvolvimento desses conceitos está intrinsecamente ligado à capacidade do professor de orientar a instrução de modo a provocar a ZDI do estudante, possibilitando avanços de suas funções psíquicas superiores.

Na perspectiva da THC, é essencial que o professor crie um ambiente de aprendizado colaborativo, onde a relação entre estudante e professor facilite a apropriação de conceitos científicos pelo primeiro. Adaptar a instrução à ZDI dos estudantes, ajustando constantemente as estratégias pedagógicas, garante que o trabalho pedagógico seja desafiador, facilitando o progresso contínuo do aprendizado (Vygotsky, 1934/1982). A compreensão e a aplicação desses princípios pedagógicos são essenciais para que o professor possa efetivamente auxiliar no desenvolvimento dos conceitos científicos pelos estudantes.

Trazendo esses conceitos para nosso estudo, a RE se apresenta como uma abordagem pedagógica inovadora, que se alinha profundamente aos conceitos de mediação e de apropriação de conceitos científicos, conforme formulados por Vigotski. A ZDI, como explica Prestes (2010), é o espaço entre o que o estudante já domina e o que ele pode realizar com o suporte dos professores ou de um colega mais experiente. Segundo a autora, “o bom ensino não se limita a fortalecer o que já está maduro no desenvolvimento da criança, mas deve, necessariamente, atuar naquilo que ainda está por amadurecer” (Prestes, 2010, p. 174).

A robótica, ao propor desafios programados, possibilita que os estudantes se envolvam em atividades que exigem a aplicação e a ampliação de conteúdos de programação, lógica e resolução de problemas, dando aplicabilidade aos conteúdos específicos dos estudantes em seu nível de estudo. Oliveira e Pereira (2020) destacam que essa prática educacional “permite que os estudantes manipulem o mundo físico e construam objetos de conhecimento, facilitando a compreensão de conceitos abstratos” (p. 28). Ao lidar com robôs e sistemas de

programação, a manipulação deixa de ser meramente física e torna-se intelectual, pois opera na ZDI dos estudantes, incentivando o desenvolvimento de raciocínios complexos. A RE, portanto, facilita a apropriação de conceitos científicos, proporcionando aos estudantes a oportunidade de reorganizar seus conhecimentos prévios, promovendo um avanço cognitivo significativo ao relacionar a teoria com a prática.

A abordagem colaborativa é essencial nesse contexto. Brandt (2023) reforça a importância da mediação pedagógica baseada na THC para o desenvolvimento cognitivo, observando que “a intervenção pedagógica voltada ao trabalho colaborativo foi essencial para promover o desenvolvimento das capacidades das professoras e, conseqüentemente, das crianças” (Brandt, 2023, p. 83). Na RE, essa cooperação ocorre entre os estudantes e os educadores, que os orientam através de complexidades crescentes, permitindo-lhes superar limitações e desenvolver os conceitos planejados. A Educação em RE também proporciona abordagens interdisciplinares e promove discussões sobre as relações humano-robô, ampliando o escopo de aprendizado para contextos regionais, nacionais e internacionais (Oliveira; Pereira, 2020, p. 27).

Para Vygotsky (1934/1982), o desenvolvimento cognitivo envolve a apropriação de conceitos científicos, que são sistematizados e transmitidos formalmente, ao contrário dos conceitos espontâneos que emergem das experiências cotidianas. A RE possibilita a criação de um ambiente privilegiado para relacionar esses conceitos científicos às vivências dos estudantes, proporcionando-lhes um contexto tangível no qual aplicam teorias a problemas reais. Essa prática pedagógica ensina conceitos teóricos e técnicos vinculando-os ao cotidiano dos estudantes, que percebem a relevância do conhecimento científico ao aplicá-lo em projetos práticos. Essa abordagem, ao conectar teoria e prática, reforça a importância e a utilidade dos conceitos entendidos, fortalecendo a capacidade dos estudantes de verem a ciência como uma extensão de suas experiências.

A sistematização e estruturação do trabalho pedagógico são pilares fundamentais para o desenvolvimento cognitivo, pois, conforme Vygotsky (1934/1982), permitem que os aprendizes avancem de conceitos espontâneos para conceitos mais estruturados e científicos. Essa estruturação possibilita que os estudantes percebam como diferentes conhecimentos se inter-relacionam, promovendo uma compreensão holística.

Ao implementar práticas pedagógicas baseadas na RE, que enfatizam a estruturação e a sistematização do conteúdo, os educadores facilitam uma compreensão mais aprofundada e interligada dos conceitos científicos. Esse mecanismo, como observado por Oliveira e Pereira

(2020), é especialmente eficaz quando os robôs são utilizados para ilustrar conceitos abstratos com aplicações tangíveis e práticas.

A RE pode atuar como uma poderosa abordagem pedagógica, proporcionando o desenvolvimento dos estudantes ao integrá-los em uma rede de conhecimento científico vinculada ao mundo ao seu redor. Por meio dessas experiências práticas, os estudantes percebem a ciência como uma parte fundamental de suas vidas, adquirindo uma compreensão profunda e duradoura dos conceitos que, aplicados ao seu cotidiano, evidenciam a relevância do aprendizado científico. A RE proporciona a abstração dos conceitos científicos, promovendo uma Educação transformadora.

A eficácia da instrução educacional reside na capacidade de adequá-la ao nível de desenvolvimento cognitivo e emocional dos estudantes. Conforme destacado por Vygotsky (1934/1982), é fundamental que os educadores realizem avaliações contínuas do desenvolvimento dos estudantes para ajustar metodologias, conteúdos e estratégias de trabalho pedagógico que correspondam às suas necessidades. A compreensão sobre o desenvolvimento dos profissionais da educação é profundamente interligada aos processos formativos, que, segundo Libâneo (2018) e Saviani (2012), ultrapassam a formação inicial para se tornarem um contínuo ao longo de toda a carreira docente. Esse movimento formativo contínuo, na perspectiva histórico-cultural, encontra-se fundamentado em conceitos que abarcam a complexidade dos fenômenos humanos, entre os quais se destacam os conceitos de "sentido" e "significado", tão essenciais à atividade docente.

Segundo Vigotski (1996),

[a] diferença, que é fundamental, é o predomínio do sentido de uma palavra sobre seu significado – uma distinção que devemos a Paulhan. Segundo ele, o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. É um todo complexo, fluido e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas de sentido, a mais estável e precisa. Uma palavra adquire o seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera o seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações do sentido. O significado dicionarizado de uma palavra nada mais é do que uma pedra no edifício do sentido, não passa de uma potencialidade que se realiza de formas diversas da fala (p. 125).

Nesse contexto, refletir sobre o sentido e o significado das formações contínuas se torna relevante. pois, “os processos formativos dos professores não se encerram com a conclusão do curso de Pedagogia, mas são intrínsecos a toda sua trajetória profissional” (Saviani, 2012; Libâneo, 2018).

É nesse escopo que se indaga como os profissionais atribuem sentido e significado às suas vivências formativas, elemento que transcende a prática educativa para se situar na compreensão mais ampla dos processos de desenvolvimento humano e cultural. Tal atribuição é mais complexa do que o simples entendimento das técnicas e práticas aprendidas, pois, como se observa, “essas necessidades não parecem terem sido minimamente ‘atendidas’” pelas formações continuadas, denotando a lacuna entre o conteúdo ofertado e as demandas reais da prática educativa (Brant, 2023, p. 92). Desse modo, a distinção entre sentido e significado emerge como uma necessidade de compreensão linguística e como um elemento que permite ao docente interpretar e ressignificar suas experiências e conhecimentos adquiridos.

Essa atribuição de sentido e significado na prática pedagógica se revela um fenômeno complexo e multifacetado, especialmente no âmbito da formação continuada de professores. Conforme apontado por Costas e Ferreira (2011, p. 215), o significado de uma palavra, tal como os conceitos apropriados na formação docente, “se constrói em acordo com as situações vivenciadas”, o que permite uma compreensão comum, dotada de estabilidade e valor social. No entanto, o sentido atribuído a essas práticas é dinâmico e pessoal, pois, como observado, “não tem a estabilidade de um significado, pois mudará sempre que mudarem os interlocutores, os eventos” (Costas; Ferreira, 2011, p. 216), o que traduz uma experiência singular para cada professor, mediado pelas circunstâncias e pelas relações diárias na prática pedagógica.

O significado representa uma compreensão socialmente compartilhada, enquanto o sentido é “algo pessoal” (Brandt, 2023, p. 93). Essa distinção torna-se ainda mais relevante ao considerarmos a perspectiva histórico-cultural da Educação, na qual o trabalho docente assume um papel colaborativo e orientador, como enfatiza Silva (2021, p. 79): “a função da escola, assim como o trabalho docente do professor, é guiar a apropriação da cultura acumulada aos estudantes, de forma colaborativa, entre pares”.

Esta concepção está alinhada ao pensamento de Vigotski e seus seguidores, que defendem o ensino como um processo de cooperação, em que a aprendizagem ocorre por meio da interação e do compartilhamento de conhecimentos e experiências entre os pares. Na prática pedagógica, tal colaboração não se limita aos estudantes, mas estende-se entre os próprios professores, configurando o que Damiani (2008) destaca como uma abordagem colaborativa entre docentes. Essa colaboração, reforça o sentido atribuído à prática docente e também permite que os professores reavaliem e ressignifiquem continuamente o significado das suas práticas e objetivos no cenário educacional.

A sistematização e estruturação do trabalho pedagógico, especialmente ao incorporar a RE, configura-se como um recurso transformador para o desenvolvimento cognitivo e científico

dos estudantes, proporcionando a compreensão de conceitos científicos e o desenvolvimento de sentidos atribuídos a esses conceitos na experiência educativa. A transição de conceitos espontâneos para científicos, conforme Vygotsky (1934/1982), exige que os estudantes atribuam significado estável e socialmente compartilhado ao conhecimento científico, enquanto o sentido é desenvolvido pessoalmente, adaptando-se às experiências individuais e ao contexto vivenciado.

Ao utilizar práticas pedagógicas estruturadas com RE, os educadores tornam conceitos abstratos tangíveis, oferecendo aos estudantes uma experiência concreta que permite reconfigurar o sentido desses conceitos à luz de sua aplicabilidade no cotidiano. Essa abordagem possibilita que a ciência seja percebida como relevante, promovendo uma compreensão científica que é ao mesmo tempo profunda e pessoal, ancorada na prática e essencial para uma formação transformadora e holística.

4. PERCURSO INVESTIGATIVO

Este percurso investigativo delinea os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, explicitando as justificativas que fundamentaram cada escolha. A pesquisa intencionou planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica formativa de caráter multidisciplinar, voltada a professores do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Velho, Rondônia, visando ao uso da RE como abordagem didática por esses docentes, com base primordialmente em preceitos de L. S. Vigotski.

Para tal, adotamos a pesquisa do tipo intervenção pedagógica, conforme os padrões estabelecidos por Damiani *et al.* (2013) e Castro (2021a), envolvendo instrumentos de coleta de dados como questionários mistos, entrevistas semiestruturadas, encontros formativos e observação participante para a sua avaliação e de seus efeitos.

No desenvolvimento desta investigação, optamos pela abordagem dialética, com base em Marx e Engels (2010) e estruturada metodologicamente a partir de Asbahr (2011) e Castro (2024). Epistemologicamente, a obra de Vigotski, que se fundamenta no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels, visa elucidar os mecanismos de desenvolvimento humano por meio das relações sociais, conforme amplamente discutido na literatura especializada (Asbahr, 2011; Castro, 2024). A escolha do método dialético (Asbahr, 2011) para a análise dos dados reforça o compromisso com uma abordagem que reconhece a complexidade das relações e transformações sociais subjacentes ao processo educacional.

O *lócus* selecionado para a realização da pesquisa se justifica pelo interesse manifestado pela própria escola e endossado pela Secretaria de Educação do Estado de Rondônia (SEDUC/RO). Os participantes serão os docentes¹⁰ que expressaram interesse em participar da proposta de desenvolvimento formativo oferecida como parte da presente investigação.

Acreditamos que a perspectiva da THC, integrada às práticas de RE, além de suscitar propostas de abordagem didática diferenciadas para o ensino, também tende a promover a interdisciplinaridade e a tornar o ensino mais atrativo, alinhando aspectos didáticos, epistemológicos, históricos e culturais na constituição de práticas pedagógicas voltadas ao desenvolvimento dos estudantes.

¹⁰ A proposta inicial era contemplar apenas professores de Matemática e áreas afins, como a Física. Mas o interesse de professores de outras áreas nos pareceu válido e rico do ponto de vista de uma formação interdisciplinar.

4.1. O LÓCUS E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A gênese de Porto Velho está intrinsecamente ligada à construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, obra monumental iniciada em 1907 e concluída em 1912. Esta ferrovia, projetada com o propósito de facilitar o escoamento de produção de insumos da Amazônia, surge no contexto do ciclo econômico da borracha, quando a demanda mundial por esse insumo se encontrava em seu ápice, conforme relata Garcia (2009). A construção da ferrovia consolidou um núcleo urbano e possibilitou que, em 2 de outubro de 1914, Porto Velho fosse formalmente instituída como município, assumindo, mais tarde, em 1943, o papel de capital do então recém-criado Território Federal do Guaporé (IBGE, 2023).

Figura 3 - Mapa de Rondônia/Brasil



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2022).

O desenvolvimento subsequente de Porto Velho foi impulsionado pela exploração mineral, com destaque para a cassiterita, além da expansão pecuária no estado de Rondônia. Essas atividades econômicas favoreceram um intenso movimento migratório, atraindo pessoas de diversas regiões do Brasil, especialmente, na segunda metade do século XX, o que contribuiu para a diversificação demográfica e cultural do município, conforme estudos de Silva e Cavalcante (2020).

Porto Velho, além de capital de Rondônia, consolidou-se como o principal centro econômico do estado. Conforme dados do IBGE, o Produto Interno Bruto (PIB) de Porto Velho, em 2021 alcançou a marca de R\$ 17,3 bilhões, situando-o entre as economias mais relevantes da Região Norte do Brasil. O PIB per capita registrado foi de aproximadamente R\$ 36.541, indicando um padrão de renda superior à média estadual (IBGE, 2021).

Figura 4 – Município de Porto Velho/RO



Fonte: Prefeitura de Porto Velho¹¹ (03/02/2024)

No contexto dos indicadores sociais, Porto Velho apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,736, conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2023), o que a posiciona na faixa de alto desenvolvimento humano. Contudo, estudos mais recentes apontam que essa classificação não reflete as desigualdades internas da capital, marcada por contrastes socioespaciais significativos e pela persistência de condições de vulnerabilidade social (Silva; Cavalcante, 2020; PNUD, 2023).

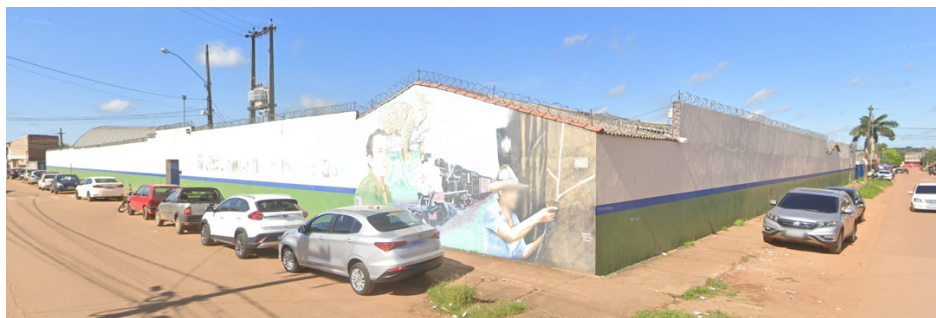
A análise do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) evidencia que grande parte da população de Porto Velho ainda vive em áreas com baixa infraestrutura urbana, especialmente nas regiões Sul e Leste da cidade, onde predominam ocupações irregulares e escassez de serviços básicos. Essas condições reforçam a necessidade de políticas públicas integradas e sustentáveis que promovam equidade territorial e melhoria da qualidade de vida, superando as desigualdades que persistem mesmo diante dos avanços econômicos e demográficos do município (Silva; Cavalcante, 2020; PNUD, 2023).

O referido município possui 62 (IBGE, 2023) escolas públicas que ofertam turma de Ensino Médio. Segundo os dados mais atuais do Censo Escolar, são 1.159 (IBGE, 2023) professores de ensino médio atuantes nas escolas de Porto Velho da Rede Estadual de Educação de Rondônia, representadas pela 5ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE). Em 2024, foram registrados 20.218 estudantes matriculados em turmas de 1º, 2º e 3º Anos do Ensino Médio em escolas públicas de Porto Velho.

A escola escolhida para essa pesquisa se deu pelo interesse da própria escola, situada na Zona Sul de Porto Velho. Para preservar seu anonimato, denominamo-la Escola Estadual X.

¹¹ Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/44566/evento-na-fiesp-seminario-porto-velho-oportunidades-investimentos-tera-programacao-com-diversos-palestrantes>. Acesso em: 23 de out. 2024.

Figura 5 – Fachada da Escola Estadual X



Fonte – Google. *Google Street View*¹² (2024)

Segundo seu Projeto Político Pedagógico (PPP Escola X, 2024), foi fundada em 05 de abril de 1989, completando 36 anos em 2025. Conta, segundo dados do INEP (2023), com 51 professores e 50 técnicos administrativos em seu quadro. Em 2023, tinha 1214 estudantes matriculados, distribuídos entre 29 turmas de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental II, nove turmas da Educação de Jovens a Adultos (EJA) e nove turmas de 1º a 3º ano de Ensino Médio.

Para compreender melhor o contexto em que essa pesquisa foi desenvolvida, é relevante mencionar que a escola está localizada no bairro Cidade do Lobo, uma região periférica de Porto Velho (Escola X, 2024). O fato de estar situada em uma área de baixa renda resulta em desafios decorrentes do perfil socioeconômico dos estudantes (INEP, 2023). A maioria pertence a famílias com recursos limitados, o que leva parte deles a trabalhar para contribuir com o sustento doméstico. Além disso, grande parte desses estudantes enfrenta dificuldades para acessar recursos educacionais e tecnológicos fora da escola, diferentemente do que ocorre com alunos oriundos de famílias com melhores condições econômicas. Em uma consulta prévia realizada em 2023, observou-se que o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da escola é de 4,0, valor abaixo da média nacional de 5,0 e inferior à média municipal de Porto Velho, que é de 5,3 (Porto Velho, 2022; IDEB, 2021).

Identificamos que a escola oferece oportunidades de enriquecimento por meio de programas extracurriculares e excursões, com o objetivo de ampliar as experiências dos estudantes. Contudo, observamos, por meio dos dados do Indicador de Distorção idade-série (INEP, 2022), que a escola apresentava alta taxa de distorção idade-série, segundo a qual 33 em cada 100 estudantes estavam com atraso escolar de dois anos ou mais em 2022, sugerindo que a escola possuía um número considerável de estudantes acima da idade preconizada para os três anos do Ensino Médio. Essa situação pode ser atribuída a fatores como repetência, retenção ou

¹² Disponível em: <https://maps.app.goo.gl/rdwbi7ZhYffYvehb8>. Acesso em: 22 out. 2024.

transição de escolas com padrões acadêmicos mais baixos. A alta taxa de distorção idade-série na escola é uma preocupação dessa instituição, segundo nos fora informado pela gestão. Os estudantes mais velhos poderiam se sentir isolados e frustrados, além de apresentarem dificuldades para acompanhar o conteúdo, o que aumenta a probabilidade de evasão escolar.

A infraestrutura da escola, de acordo com dados do INEP (2022), conta com dependências acessíveis, incluindo sanitários com acessibilidade; oferece alimentação e água filtrada; e possui diversas dependências, tais como sanitários internos, biblioteca, cozinha, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de leitura, quadra de esportes, sala da direção, sala de professores e sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Em relação aos serviços, a escola não possui água tratada fornecida pela rede pública, contando com água de poço artesiano; e não participa de um sistema de tratamento de esgoto da rede pública e possui fossa. Quanto ao tratamento do lixo, não utilizam o método de queima, estando integrada aos sistemas de coleta periódica e coleta seletiva para reciclagem. A energia elétrica é fornecida pelas distribuidoras de energia, não havendo gerador ou outras fontes disponíveis.

Com relação à tecnologia, a escola conta com acesso à internet banda larga, não possui aparelho de DVD nem antena parabólica, mas conta com seis impressora e dois retroprojetores/projetores. O Laboratório de Informática contém 16 computadores e há outros dez computadores na escola para serviço administrativo. Recentemente, a escola recebeu conjuntos de RE da SEDUC/RO. Contudo, apesar da posse desses recursos, a instituição enfrenta desafios na implementação efetiva da RE devido à falta de formação específica a seus professores. Além disso, constatamos, durante a pesquisa, que os kits de RE tinham como base a plataforma Arduino. No entanto, também integram outros dispositivos e interfaces menos difundidos, o que representa um obstáculo adicional à apropriação crítica por parte dos professores. Esses componentes não possuíam ampla documentação disponível, restringindo-se a manuais de montagem e a guias “didáticos” fornecidos pela fabricante. Essa limitação comprometia a aproximação dos docentes em relação às possibilidades pedagógicas dos kits, exigindo mediação pedagógica intencional.

Diante dessa situação, a escola buscou apoio para a realização da pesquisa que intencionávamos desenvolver em seu ambiente escolar. Reconhecendo a importância de explorar todo o potencial dos kits e das atividades relacionadas à RE, a parceria estabelecida entre a escola e esta pesquisa ganhou força. Além do interesse mútuo, a instituição vislumbrou uma oportunidade de inovar suas práticas por meio da RE, visando a contribuir para a formação de parte de seu quadro docente e uma possível melhora da qualidade do ensino ofertado.

Em 2022, na conversa com a gestão da escola, decidiram que os participantes da pesquisa seriam os docentes de Matemática e Física do Ensino Médio. No entanto, professores de outros componentes se voluntariaram, resultando em seis participantes: dois de Matemática, uma de Química, uma de Biologia e dois de História. O Quadro 7 apresenta dados gerais do perfil dos professores participantes de pesquisa, que estão identificados com nomes fictícios ao longo da tese e em qualquer publicação dela derivada:

Quadro 7 – Perfil dos professores participantes da pesquisa

Identificação	Idade	Gênero	Formação inicial	Pós-graduação	Tempo de atuação
BB8	37	Feminino	Ciências Biológicas	Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática	13 anos
R2D2	50	Masculino	Matemática	Especialização em Metodologia Ativas; Especialização em Docência e Gestão da Educação a Distância	15 anos
Wall-E	55	Masculino	Matemática	Especialização em Metodologia Ativas; Especialização em Docência e Gestão da Educação a Distância	6 anos
Eva	58	Feminino	Licenciatura Química	Não possui	27 anos
C-3PO	27	Masculino	História	Mestrado em História Ambiental	6 anos
Sputnik	50	Masculino	História	Mestrado em História da Amazônia	15 anos

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Como é possível perceber no Quadro 7, o grupo de professores que participou da pesquisa apresenta perfil caracterizado pela maturidade e pela diversidade etária e em seus processos formativos, com idades variando entre 27 e 58 anos, indicando uma faixa etária predominante de profissionais com larga vivência no ensino. Tal composição é equilibrada quanto ao gênero, com a presença de três mulheres e dois homens.

A formação acadêmica inicial dos participantes abrange áreas correlatas, como Ciências Biológicas, Matemática e Química, destoando no caso dos professores de História. Quanto à formação continuada, verificamos que cinco professores possuem especializações e até mesmo o título de mestrado, abrangendo campos variados, como Ensino de Ciências e Matemática, Gestão Escolar, Metodologias Ativas e Educação Especial. A diversidade na formação, configurou um ambiente promissor para a incorporação dos fundamentos da THC.

O tempo de atuação desses profissionais, que oscilava entre seis e 27 anos, contribuiu para a heterogeneidade do grupo, mesclando a experiência de professores como Eva, com seus

27 anos de trajetória, com o olhar renovado docentes como Wall-e e C-3PO, ambos com seis anos de atuação. Ao longo da pesquisa, a experiência acumulada e as novas abordagens puderam dialogar e se complementar. Passamos, a seguir, ao tipo de pesquisa aplicada desenvolvido

4.2. PESQUISAS DO TIPO INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Nos últimos anos, diversos tipos de pesquisas aplicadas têm sido adotados por pesquisadores que buscam gerar conhecimento pedagógico a partir de contextos específicos e concretos, em diferentes realidades (Gil, 2017; Damiani *et al.*, 2013; Pimenta; Franco, 2014; Thiollent, 2018; Castro, 2021a). Uma dessas abordagens é a pesquisa do tipo intervenção pedagógica, concebida e desenvolvida por Damiani *et al.* (2013), tendo como objetivo gerar conhecimento aplicado à Educação a partir de uma prática concreta e teoricamente fundamentada. Conforme Castro (2021a),

[b]aseados nessa perspectiva, defendem o uso do termo intervenção para denominar pesquisas na área pedagógica que se associem a mudanças introduzidas em processos educacionais, com base em um dado referencial teórico e com o propósito de melhorar tais processos, avaliados ao final (p. 1).

A intervenção pedagógica é caracterizada pela introdução de mudanças em processos educacionais, com base em um referencial teórico e com o propósito de melhorá-los, sendo avaliada ao final. Para implementar esse tipo de pesquisa, segundo seus idealizadores (Damiani *et al.*, 2013), é preciso planejar, ser criativo e dialogar com a teoria, constituindo dois momentos metodológicos: o método da intervenção e o método de avaliação da intervenção.

As pesquisas do tipo intervenção pedagógica, conforme destacado por Damiani *et al.* (2013) e Castro (2021a), seguem um processo organizado em quatro fases: Diagnóstico, Planejamento, Implementação e Avaliação da intervenção. No Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR, a fase adicional “Diagnóstico” foi incluída como etapa anterior ao Planejamento. Essa fase envolve a aproximação com a secretaria de Educação, escola, equipes gestoras e professoras – de acordo com as orientações metodológicas de Castro (2021a). Vamos, a seguir, às fases da intervenção pedagógica levada a cabo para a presente pesquisa.

4.2.1. DIAGNÓSTICO

O Diagnóstico desempenha um papel fundamental na compreensão da realidade da escola, pois, conforme Castro (2021a),

[i]nstitucionaliza e sistematiza o processo de aproximação dos pesquisadores com o lócus e os participantes futuros das investigações, contribuindo com a implementação e a posterior avaliação da intervenção (p. 3).

O diagnóstico prévio consistiu justamente na aproximação com a Escola Estadual X, ainda em 2022, quando ficou acertado que ela receberia a pesquisa. Esse momento foi essencial para entender as necessidades, desafios e características do seu contexto educacional, aspectos fundamentais para planejar a intervenção às demandas específicas da instituição, definir os objetivos, engajar os professores e prever possíveis efeitos da intervenção. Mais recentemente, em 25 de outubro de 2024, após o exame de qualificação desta tese de doutoramento, foi realizada uma visita prévia para definir as datas da realização do processo formativo e confirmar os professores que participariam.

Durante o processo de diagnóstico, identificamos que a escola não dispunha de alguns insumos, principalmente baterias, e, para viabilizar as condições objetivas para a realização da intervenção, estabelecemos uma articulação estratégica com a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Porto Velho (CATANORTE). Situada na comunidade de Vila Princesa, área adjacente ao antigo lixão da cidade, a cooperativa atua não apenas na gestão de resíduos, mas também como agente de inclusão socioprodutiva em um contexto de luta por reconhecimento e valorização da classe trabalhadora (Catanorte, 2020; TVMPT, 2024). Composta por 53 cooperados ativos (Catanorte, 2019), a organização enfrenta o desafio de superar a invisibilidade social e a falta de políticas públicas efetivas, buscando transformar a percepção do resíduo de "lixo" em "material reciclável" gerador de renda e sustentabilidade (TVMPT, 2024).

Sob a ótica do Materialismo Histórico-Dialético, compreendemos que a RE em uma escola pública periférica não poderia se sustentar na dependência exclusiva de kits comerciais, cuja aquisição é limitada pela escassez de recursos. Era necessário reconhecer o potencial dos resíduos eletrônicos como fonte de instrumentos psicológicos e técnicos. Para tal, antes do início da intervenção pedagógica com os docentes, realizamos uma ação formativa específica com os cooperados da CATANORTE.

Essa etapa prévia consistiu na instrução técnica dos catadores para a identificação, triagem e extração segura de componentes eletrônicos com potencial pedagógico (motores DC,

sensores, cabos e, crucialmente, baterias de lítio). Para mediar esse processo de aprendizagem, elaboramos e utilizamos o “Manual de Coleta de Materiais Recicláveis para Robótica Educacional: Um guia para catadores de materiais recicláveis”, material didático que compõe o Anexo VII desta tese. O manual serviu como instrumento de mediação, permitindo que os trabalhadores ressignificassem objetos descartados (brinquedos quebrados, eletrônicos antigos) como fontes de componentes tecnológicos valiosos.

A intencionalidade dessa ação preparatória se revelou fundamental durante a fase de implementação da intervenção com os professores. Conforme veremos na análise dos dados (Seção 5) em que nos deparamos com uma contradição material crítica: a escola possuía os kits de robótica, mas carecia de fontes de energia adequadas (baterias) para conferir autonomia aos robôs, limitando os experimentos à bancada. Nesse momento dialético, a parceria com a CATANORTE se materializou como uma solução concreta. Graças à formação prévia realizada com o suporte do Manual (Anexo VII), os cooperados foram capazes de fornecer baterias de lítio recuperadas de equipamentos descartados, que, após testes de viabilidade realizados com multímetros por esse pesquisador, supriram a necessidade energética dos protótipos construídos pelos professores.

Esse movimento elucidou que a RE, quando despida da lógica mercadológica, permite a articulação entre diferentes esferas da produção humana. O componente recuperado pelo catador deixou de ser "sucata" (valor de uso negativo) e, ao ser inserido na atividade pedagógica, adquiriu novo sentido (Leontiev, 2004), se tornando em um meio material indispensável para a apropriação de conceitos científicos pelos professores. A formação prévia dos catadores, portanto, não foi uma ação assistencialista, mas uma etapa estruturante do método investigativo, garantindo que as condições materiais da pesquisa fossem asseguradas pela organização solidária do trabalho e não apenas pela compra de insumos.

Concretizadas as aproximações iniciais, iniciamos o planejamento da intervenção.

4.2.2. PLANEJAMENTO

Após o diagnóstico, foi elaborado o planejamento para a implementação da intervenção pedagógica, que se deu ao longo de doze semanas. Cada semana correspondeu a uma etapa interventiva, conceito aqui proposto para caracterizar fases com começo, meio e fim, articuladas à mediação docente intencional e à apropriação crítica de conceitos científicos, conforme os princípios da THC.

Essas etapas visaram a articular a RE a conteúdos escolares, por meio da organização de atividades orientadas, com base na proposta metodológica de Castro (2021a). Inspirado na

lógica de trabalho colaborativo, segundo pressupostos de Damiani (2008) em relação com a robótica, e não em abordagens tecnicistas, cada etapa interventiva contou com um rodízio de funções entre os professores participantes, tendo em vista a diversificação da experiência vivida e a produção de sentido em diferentes dimensões da atividade.

O Quadro 8, a seguir, sintetiza as etapas interventivas planejadas, aqui organizadas já na etapa de implementação da intervenção, visto que já ocorreram.

4.2.3. IMPLEMENTAÇÃO

Consequente ao planejamento, implementamos a intervenção propriamente dita, planejadas no momento anterior. Nove encontros tiveram 3 horas e quatro encontros tiveram 4 horas, todos realizados em uma sala de informática disponibilizada pela escola para a nossa intervenção pedagógica formativa. Todas as etapas interventivas estão aqui descritas em pormenores (Quadro 7), conforme preconizam Damiani *et al.* (2013):

Quadro 8 - Etapas interventivas

Etapas interventivas	Encontros	Período aproximado	Descrição
1ª Etapa interventiva – Introdução aos Conceitos e Planejamento da Intervenção	1º e 2º encontros	1ª e 2ª semana	- Apresentação da THC e da robótica educacional; - Discussão dos objetivos da intervenção e expectativas dos professores; - Levantamento dos conteúdos escolares a serem trabalhados.
2ª Etapa interventiva – Introdução às Ferramentas e Prototipação	3º ao 5º encontro	3ª a 5ª semana	- Oficinas de montagem inicial dos kits de robótica; - Introdução à lógica de programação e ao ambiente de codificação; - Atividades práticas em duplas com exploração dos componentes, sensores e comandos básicos; - Identificação de dificuldades técnicas (fiação, baterias, conexões) e busca de soluções coletivas.
3ª Etapa interventiva – Desenvolvimento de Experimentos e Aplicação Prática	6º ao 9º encontro	6ª a 9ª semana	- Montagem e programação dos robôs voltada para conteúdos escolares; - Desenvolvimento de experimentos com relação à Matemática, História, Química e Biologia; - Programação de comandos específicos e integração de sensores; - Discussão coletiva sobre erros, ajustes e reelaboração das práticas.
4ª Etapa interventiva – Conclusão, Apresentação e Avaliação	10º ao 12º encontro	10ª a 12ª semana	- Finalização dos experimentos e preparação dos protótipos; - Apresentação dos projetos pelos grupos (professores participantes); - Avaliação coletiva, aplicação de questionário e roda de conversa; - Reflexão crítica sobre a intervenção: contribuições, desafios e possibilidades de continuidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024/2025).

O percurso formativo foi estruturado em quatro etapas interventivas: os Encontros Iniciais (1 a 3), dedicados ao diagnóstico, à planeamento e à exploração dos fundamentos teóricos da robótica, em uma perspectiva histórico-cultural; a fase de Implementação (Encontros de 4 a 9), focada no contato prático e na apropriação dos artefatos robóticos; e a etapa final, de Articulação Curricular e Avaliação (Encontros 10 a 12), na qual os conteúdos escolares foram integrados às propostas pedagógicas e a experiência foi avaliada.

Para alcançar esses objetivos e promover apropriação da robótica pelos professores participantes, a intervenção foi cuidadosamente concebida com uma abordagem que visou à compreensão aprofundada dos princípios subjacentes à robótica, à THC e à programação. Em síntese, mostramos, explicamos e problematizamos possibilidades de como aplicar a RE de forma contextualizada em suas disciplinas. Além disso, a IA foi integrada como um “Amplificador Cultural” às explicações, fornecendo suporte na análise de erros e na aquisição crítica dos conhecimentos relacionados à programação. Abaixo, descreveremos, resumidamente, como ocorreu a implementação da intervenção.

O Encontro 1, realizado em 25 de fevereiro de 2025, com duração de três horas, na sala de informática da Escola Estadual X, focou na organização inicial da intervenção pedagógica. O objetivo foi apresentar a proposta geral da proposta, os objetivos da formação em RE com base na THC, a estrutura dos encontros, as expectativas dos participantes e o alinhamento de materiais. A escola passava por reformas estruturais, mas a gestão escolar apoiou a proposta, permitindo a participação dos professores dentro do seu horário de trabalho.

A sala de informática não possuía computadores em funcionamento devido às reformas. No entanto, os professores participantes dispunham de computadores pessoais funcionais, fornecidos pela SEDUC/RO ou pela escola, os quais já utilizavam para planejamentos e atividades pedagógicas.

Nesse encontro, os professores foram informados de que, ao final da formação, deveriam desenvolver uma experiência didático-pedagógica com kits de RE articulada a conteúdos curriculares do Ensino Médio de suas respectivas disciplinas. Houve, também, o primeiro contato com os kits de robótica da SEDUC/RO que estavam armazenados na escola. R2D2 e Walle-E relatam que já haviam tentado usar, mas as formações anteriores pontuais não tiveram continuidade, resultando em insegurança e uso limitado dos recursos. O formato da carga horária e a periodicidade dos encontros foram definidos: 40 horas de formação, distribuídas em encontros de três a quatro horas, com adaptação do cronograma conforme necessário.

Após a exposição da estrutura da formação, os participantes demonstraram surpresa e dúvida a respeito da proposta. Os professores C-3PO e Eva expressaram que a proposta parecia inatingível. O professor C-3PO questionou: “*onde um professor de História vai programar?*”. O momento inicial demonstrou o compromisso dos docentes e o interesse em compreender a formação, com diálogo entre o pesquisador e os professores.

O Encontro 2, em 27 de fevereiro de 2025, na sala de informática, teve como objetivo apresentar os fundamentos teóricos da THC, com ênfase na mediação e na distinção entre conceitos espontâneos e científicos. A atividade se baseou em material elaborado para a formação. A aula foi conduzida com explicações e exemplificações progressivas, iniciando com a pergunta “O que compreendemos como desenvolvimento humano?” e com a introdução de que o desenvolvimento psíquico é historicamente constituído, mediado por instrumentos e signos sociais, como a linguagem (Vygotsky, 1934/1982; Castro, 2014).

Foram apresentados os conceitos de mediação, conceitos espontâneos e científicos, experiência vivida e abstração. O papel do ensino escolar foi definido como a promoção da ascensão do empírico, depois, ao teórico e, por fim, ao concreto pensado (Damiani *et al.*, 2023; Asbahr, 2011; Castro, 2024). Referenciais relacionados a esses conceitos foram lidos e debatidos coletivamente. Durante a exposição, os professores mantiveram postura atenta. Ao final, comentários de todos os professores indicaram a novidade que era essa abordagem teórica para, e expressões dos participantes sinalizaram uma reorganização do pensamento em relação a essa teoria. Eva, BB8 e Sputnik relataram que, apesar de Vigotski ser por eles reconhecido, nunca haviam se apropriado dos fundamentos da THC de forma sistematizada como a eles foi apresentado na formação.

Os docentes Eva, BB8 e Sputnik relataram que, em formações anteriores, a teoria era mencionada de forma genérica, sem base conceitual, sem considerar a mediação simbólica ou o papel da escola. A articulação entre essa base teórica e o trabalho com TE, como a RE, foi recebida como algo novo. Wall-E e C-3PO afirmaram não terem pensado sobre a relação entre a THC e o uso pedagógico de tecnologias. A compreensão de que a robótica poderia ser reconhecida como artefato cultural e instrumento psicológico de mediação da cultura científica também despertou interesse.

Diante dessas reações, a apresentação e discussão da abordagem teórica contribuiu para deslocar a percepção da tecnologia somente como recurso técnico, permitindo aos professores reconhecê-la como suporte simbólico que pode ampliar a apropriação de conceitos científicos pelos escolares. Essa recepção indicou o início de uma reorganização no modo como os professores pensam a relação entre ensino, tecnologia e desenvolvimento.

O Encontro 3, ocorrido em 04 de março de 2025, na sala de informática, procurou aprofundar a relação entre a RE e fundamentos da THC, com ênfase na intervenção pedagógica como possibilidade de reorganização do ensino. O encontro iniciou com a retomada da RE como mediação simbólica da cultura científica, seguida da explicação das quatro fases da intervenção pedagógica: diagnóstico, planejamento, implementação e avaliação (Damiani *et al.*, 2013; Castro, 2021a). Cada fase foi discutida em seu papel específico na prática educativa. Um exemplo prático foi apresentado, envolvendo a montagem e a programação de robôs para o ensino de circuitos elétricos, com divisão de tarefas entre programador, montador e relator. Os professores demonstraram curiosidade sobre a organização do ensino com base em fases articuladas, um formato novo para todos eles. Foi relatado que a intervenção pedagógica estruturada dessa forma era novidade, e a clareza dos objetivos de cada fase demonstrava a intencionalidade do ensino. A abordagem foi recebida pelo grupo, que reconheceu que a robótica, integrada a um projeto educativo com base teórica, pode efetivar uma mediação da cultura científica.

O Encontro 4, em 06 de março de 2025, iniciou o contato com os artefatos próprios da robótica, apresentando o Arduino. Foi explicado o que é o Arduino, seu caráter aberto e seu uso na Educação. Os professores manusearam a placa, o que, para BB8, Sputnik e C-3PO, representou um primeiro contato prático. Cada professor teve acesso individual a um kit Arduino. Observamos reações iniciais de receio em relação ao objeto técnico. BB8, Sputnik e C-3PO relataram que já haviam ouvido falar do Arduino, mas que não o conheciam fisicamente. A manipulação foi orientada pelo pesquisador, destacando os componentes fundamentais da placa: microcontrolador, portas de entrada e saída, alimentação USB e comunicação serial33.... BB8 perguntou: “*Professor, cabe quantos programas nele?*”. Sobre as portas, Sputnik indagou: “*Professor, então, por exemplo, se for um sensor de linha, é digital?*”. C-3PO perguntou: “*E o botão, professor?*”.

Em seguida, trabalhamos a instalação do Arduino IDE (*offline* e *online*) e a estrutura básica de programação (*setup()* e *loop()*), além de comandos simples para portas digitais. O primeiro experimento foi a ativação de um LED no pino 13 da placa, com os professores escrevendo e testando seu código. A proposta buscou que os professores participantes compreendessem o sentido do que escreviam, montavam e executavam, estabelecendo conexões entre ação e pensamento. Durante o experimento, todos os professores demonstraram compreensão diante do resultado da programação. A percepção de que um comando escrito por eles provocava uma ação visível (o acendimento do LED) produziu experiências com forte carga de sentido. Wall-E questionou: “*Professor, mas dá para programar para ele parar*

sozinho depois de um tempo?”. Eva perguntou: “E por que usar milissegundos e não segundos?”.

Durante as atividades práticas de programação com Arduino, os participantes se depararam, de forma recorrente, com erros de sintaxe, lógica e execução, situação inerente ao processo de apropriação de uma nova linguagem simbólica. Esses erros não foram tratados como falhas a serem eliminadas rapidamente, mas como momentos privilegiados de mediação pedagógica, nos quais se tornava possível explicitar a relação entre ação externa, pensamento teórico e reorganização consciente da atividade. Nesse contexto, a IA foi introduzida de maneira intencional, não como dispositivo de resolução automática de problemas, mas como artefato cultural auxiliar, atuando como amplificador cultural no processo de compreensão dos códigos e dos conceitos envolvidos na programação.

Especificamente, foi utilizado um modelo de IA voltado à análise e interpretação de códigos de programação (*Code Interpreter/Codecs*), integrado ao ambiente de trabalho dos professores. A mediação pedagógica enfatizou que esse tipo de IA não deve ser utilizado para “substituir” o raciocínio do participante, mas para tornar visíveis as causas dos erros, explicitar relações lógicas e favorecer a formação de esquemas orientadores da ação. Assim, os professores foram orientados a dialogar com a IA de forma reflexiva, buscando compreender por que o erro ocorreu, quais conceitos estavam implicados e como aquele erro se relacionava com a lógica geral do programa, e não apenas a obter um código “funcionando”.

Nesse processo, introduziu-se explicitamente o conceito de prompt como forma discursiva de mediação simbólica, isto é, como a maneira pela qual o participante organiza a linguagem para orientar a ação da IA. Os prompts foram compreendidos não como comandos técnicos isolados, mas como expressões do pensamento em elaboração, exigindo clareza conceitual, descrição do contexto do problema e explicitação das intenções do programador. Ao aprender a formular prompts adequados, os professores passaram a reorganizar também o próprio pensamento sobre o código, antecipando hipóteses, identificando variáveis relevantes e refletindo sobre a estrutura lógica do programa.

A IA, portanto, não foi utilizada para corrigir mecanicamente os erros, mas para ensinar a analisar o erro, transformando-o em fonte de desenvolvimento teórico. O erro de programação passou a operar como elemento desencadeador da reflexão, permitindo que os participantes compreendessem a lógica interna da linguagem computacional e se apropriassem criticamente do código com o qual estavam trabalhando. Esse movimento evidencia que a apropriação da programação ocorreu mediada por signos e instrumentos culturais, favorecendo a passagem da

tentativa empírica para uma ação consciente e voluntária, orientada pela compreensão dos princípios que estruturam o funcionamento do sistema.

A mediação com IA também provocou questionamentos críticos por parte dos professores, como expresso na indagação de Eva: “*Mas, professor, a IA é confiável 100%?*”. Tal questionamento foi incorporado ao processo formativo como oportunidade para discutir os limites históricos e epistemológicos da IA reforçando que ela não substitui o pensamento humano, mas atua como instrumento psicológico auxiliar, cuja eficácia depende da mediação pedagógica, da criticidade do usuário e da finalidade educativa que orienta seu uso. Dessa forma, a IA foi apropriada como parte da atividade pedagógica orientada pelo sentido (Leontiev, 2004), contribuindo para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos participantes e para a compreensão da programação como linguagem culturalmente situada, e não como mera técnica.

Listamos abaixo alguns exemplos de prompts que utilizamos:

- Prompt para compreender a causa do erro: Estou programando um Arduino e este código está apresentando um erro. Não quero apenas a correção. Explique qual é a causa do erro, que conceito de programação está envolvido e porque esse erro ocorre.
- Prompt para relacionar o erro ao conceito científico: Este erro ocorreu ao tentar controlar um motor com PWM. Explique como esse erro se relaciona com o funcionamento do motor e com os conceitos físicos envolvidos
- Prompt para aprendizagem a partir do erro: Explique o que este erro revela sobre a lógica do programa e o que eu preciso compreender para não o cometer novamente em outro código.
- Prompt para reorganização da ação futura: Com base neste erro, quais princípios de programação eu devo considerar ao escrever um novo código semelhante.
- Prompt metacognitivo (orientação do pensamento): Explique este problema como se estivesse ensinando a alguém que está começando a programar, destacando o raciocínio passo a passo.

As reações durante a atividade foram diversas. C-3PO disse: “*Caramba, eu estou programando!*”. Já Sputnik relatou que não imaginava aprender a programar naquele momento da carreira. A professora Eva, por sua vez, estabeleceu uma relação entre o LED e conceitos de sua área, mencionando a invenção do LED azul e sua conexão com materiais semicondutores. Ela explicou a emissão de luz por liberação de elétrons e a função de materiais

prismáticos. E relatou sua intenção de usar essa experiência com o LED para mediar conteúdos de Química, como estrutura eletrônica, emissão de luz e espectro eletromagnético. O encontro foi encerrado com a percepção de que a barreira entre professores com a manipulação dos circuitos e a programação começava a ser superada.

Adiante na intervenção pedagógica, os Encontros 5 e 6, em 11 e 18 de março de 2025, foram planejados para explorar o funcionamento e a programação do sensor ultrassônico *HC-SR0450*. No Encontro 5, explicamos o princípio físico do ultrassom, como o sensor envia um pulso e mede o tempo de retorno do eco para calcular distâncias. Foi introduzida a equação da Velocidade ($v=d/t$), relacionando o experimento à Física. Em seguida, apresentamos o circuito eletrônico básico com a *protoboard*, usada para conectar o Arduino ao sensor, o que representou um aumento na complexidade da montagem. A função de cada pino do sensor (*Trigger*, *Echo*, VCC e GND) foi explicada, e os professores realizaram a montagem guiada. R2D2 perguntou se o sensor era analógico ou digital e este momento foi dedicado à compreensão do funcionamento do sensor e à estruturação do circuito físico, sem programação. Todos eles montaram corretamente o circuito.

No Encontro 6, retornamos o circuito para a programação do sensor. O Arduino IDE foi usado para escrever o código que acionava o *Trigger*, aguardava o retorno do *Echo* e realizava os cálculos de distância. A programação foi orientada, detalhando cada linha. Wall-E demonstrou compreensão sobre o cálculo para conferir a distância entre o sensor e o objeto: “Ah, por isso divide por 2!”. Para enriquecer a experiência, o sensor de ultrassom foi combinado com o LED anterior e, na sequência, foi montada uma simulação de sensor de estacionamento, onde o LED acendia ao se aproximar um objeto, demonstrando o uso conjunto de sensores e atuadores. Compartilhamos, por fim, a história de uma menina de Porto Velho que ganhou a FEBRACE¹³ com um projeto de boné para deficientes visuais usando um sensor ultrassônico.

Com o aumento da complexidade das atividades, a percepção dos professores sobre a robótica foi se ampliando. BB8, Sputnik e C-3PO, Eva, R2D2 e Wall-E expressaram surpresa ao controlar diferentes dispositivos em resposta a estímulos físicos. Observaram o fenômeno da velocidade do som em tempo real e se impressionaram. BB8, por sua vez, relacionou o sensor ao eco e métodos de navegação por sonar, ampliando as possibilidades de aplicações pedagógicas interdisciplinares e o diálogo entre os professores sobre adaptações curriculares se intensificou. O aumento de complexidade trouxe desafios na programação de dois dispositivos,

¹³ Feira Brasileira de Ciências e Engenharia - promovida anualmente pela Universidade de São Paulo (USP), por meio da Escola Politécnica (POLI-USP), e tem como objetivo incentivar o protagonismo científico e tecnológico de estudantes da educação básica e técnica.

mas todos os grupos executaram o experimento. Entendemos, naquele momento, que atividade fortaleceu a confiança dos professores e contribuiu para o desenvolvimento da lógica de pensamento envolvida na programação.

No Encontro 7, em 01 de abril de 2025, os participantes compreenderam o papel dos motores na RE, focando no motor de corrente contínua (DC) e no servomotor. A aula começou com uma explicação conceitual sobre o funcionamento desses dispositivos, destacando que o servomotor é um motor DC modificado por engrenagens. Foram apresentadas as diferenças entre servomotores de 180° e 360°. Em seguida, os professores conectaram o servomotor ao Arduino, utilizando também o sensor de ultrassom e o LED, simulando uma cancela automática acionada pela aproximação da mão ao sensor.

A complexidade das conexões eletrônicas aumentou com o uso simultâneo de três componentes, exigindo atenção. A maior parte do tempo foi dedicada à montagem do circuito. Todos os grupos executaram a atividade. A programação funcional e os movimentos precisos do motor foram observados. Um professor comentou: “É impressionante ver que o que eu escrevo no código realmente acontece! Parece mágica, mas agora entendo que é lógica”.

Além da prática, foi realizada uma exploração guiada sobre os fundamentos do motor DC, com diagramas e vídeos. Foram apresentados componentes (bobina, escovas, ímãs, eixo, comutador) e explicado como a corrente elétrica gera movimento rotacional. Em seguida, os participantes refletiram sobre as possibilidades pedagógicas interdisciplinares dos motores, com base na BNCC. A professora BB8 associou o funcionamento dos motores à contração muscular por impulsos elétricos, relacionando o Arduino ao sistema nervoso humano: “*É como se estivéssemos vendo um músculo robótico responder ao cérebro eletrônico!*” e associou o sensor de ultrassom ao mecanismo de orientação de morcegos e corujas. O professor de Matemática, R2D2, relatou que abordava proporcionalidade e velocidade de rotação com gráficos e imagens, mas observou a possibilidade de trazer o conteúdo para a prática com um robô real: “*Agora, faz sentido usar isso na minha aula. Não é só teoria, é o conceito funcionando na frente do aluno*”. Já a professora de Química, EVA, relatou que explicava o efeito *Joule* com termômetro. No encontro, ela buscou um termômetro para verificar a variação de temperatura no motor após funcionamento prolongado. Ela explicou que o aquecimento era resultado da resistência elétrica dos fios e afirmou que pretendia reproduzir a experiência com seus alunos em sala de aula. O encontro terminou com nossa percepção de maior segurança dos professores quanto à manipulação de artefatos tecnológicos e na integração pedagógica.

Os Encontros 8 e 9, em 08 e 22 de abril de 2025, abordaram o controle de motores por PWM e Ponte H (L298N). O objetivo foi demonstrar como os robôs em RE dependem da

regulação de potência e sentido de rotação, aplicáveis em diversas áreas curriculares. No Encontro 8, explicamos o PWM, utilizando analogias como a abertura de uma torneira para representar pulsos elétricos, e foram apresentados gráficos de onda quadrada ilustrando a variação do ciclo de trabalho e seu impacto na velocidade do motor ou brilho do LED. A programação no Arduino usou comandos *analogWrite*, e os professores testaram valores diferentes. Conexões com a matemática (frações, porcentagens, proporções, funções periódicas) e com Física e Química (efeito *Joule*, consumo energético) também foram exploradas.

No Encontro 9, a Ponte H foi explicada como circuito de controle de sentido de rotação e velocidade de motores, a ponte L298N, seus terminais e esquema de ligação foram apresentados. Diagramas mostraram como transistores atuam como chaves eletrônicas para definir o fluxo da corrente e a direção do giro. Os robôs foram montados com ponte H e motores, programando movimentos com variações de velocidade. Essa prática intensificou a compreensão do uso de códigos comentados e a reflexão sobre aplicações pedagógicas. Um aluno questionou: “Professor, essa torrezinha aqui é um condensador?” se referindo ao transistor na placa.

A discussão interdisciplinar foi um aspecto desses encontros. Os professores de Matemática, Química e Biologia, Wall-E, Eva e BB8, respectivamente, identificaram relações com eletroquímica, corrente elétrica, efeito *Joule*, fluxo de energia, sinapses e controle motor. BB8 comparou a ponte H novamente ao sistema nervoso: “*A ponte H age como uma sinapse, conectando dois polos e definindo a ação do músculo, que, no caso do robô, é o motor*”. Ela também destacou:

Sistemas biológicos de controle e movimento permitem trabalhar o conceito de que o robô responde a estímulos elétricos da mesma forma que os músculos respondem no corpo humano. Também dá para fazer analogias entre a ponte H e as sinapses neurais, para estudar o sistema nervoso (BB8, Transcrição da Intervenção, 2025).

Eva sugeriu uma atividade prática para testar condutividade elétrica e dissipação de calor, retomando o efeito *Joule*. Ela também se aprofundou nas implicações da energia: “*Num artigo que eu estava lendo, o autor fazia justamente essa comparação: o tipo de energia que o corpo biológico consome e o tipo de energia que um corpo elétrico, como o robô, consome. E aí fazer a discussão dos efeitos colaterais*”.

Os professores de História, Sputnik e C-3PO, manifestaram interesse. Sputnik comentou: “*Com isso aqui, dá para falar sobre a Revolução Industrial, sobre o surgimento da*

robótica, sobre a corrida espacial, sobre o Sputnik... Agora faz sentido!”. Essa reação iniciou um diálogo sobre o uso da RE para temas históricos, sociais, culturais e éticos. Foram promovidas reflexões sobre possibilidades pedagógicas via BNCC, como debates sobre automação no trabalho, impacto das máquinas, e relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Atividades como linhas do tempo da automação e criação de robôs com recicláveis foram propostas pelos professores, Sputnik e C-3PO. Esses encontros fortaleceram o entendimento dos professores sobre o funcionamento técnico dos motores e expandiram sua visão sobre a conexão dos conteúdos de RE com o currículo e a realidade social.

Os Encontros 10 e 11, em 29 de abril e 13 de maio de 2025, foram estruturantes para a experiência final. Os professores demonstravam domínio dos componentes trabalhados, da lógica da RE e começaram a integrar esses conhecimentos em suas áreas, planejando como os robôs poderiam mediar conteúdos escolares da BNCC por meio do ensino. A primeira parte do Encontro 10 analisou propostas interdisciplinares elaboradas pela equipe de mediação pedagógica da escola, que participou em parte dessa atividade. Wall-E compartilhou sua ideia para o uso no ensino da Matemática, ele, ao analisar a atividade sobre PWM e análise gráfica de velocidade, comentou: *“Sempre trabalhei gráficos com dados prontos em apostilas, mas agora eu mesma posso gerar os dados com os estudantes. Eles vão ver o gráfico nascer de um experimento real”*. E o professor R2D2 reforçou a motivação: *“Sim, é fantástico. Porque usar só para ‘andar e pronto’ não faz sentido. O professor já tem muita coisa para planejar. Aí vem a escola e diz: ‘Participe da OBR’, e o professor pensa que não vai contribuir com sua disciplina. Mas se contribuir, aí sim motiva”*.

A professora de Química reconheceu o potencial da robótica para demonstrar processos invisíveis, afirmando que *“o efeito Joule é sempre algo abstrato para os alunos. Se eu mostrar a variação de temperatura no motor funcionando, isso muda tudo”*. Ela usou seu termômetro de laboratório para testar a temperatura do motor. A professora de Biologia, BB8, estabeleceu uma analogia entre circuitos robóticos e sistemas biológicos, destacando a atividade sobre sinapses eletrônicas: *“essa ideia de comparar o Arduino ao cérebro e os motores aos músculos faz todo sentido. Vai ser muito mais fácil explicar impulsos nervosos agora”*. Ela também propôs aprofundar o tema com um debate sobre próteses biônicas e tecnologias assistivas. O professor de História Sputnik, por sua vez, verbalizou uma reconfiguração do seu entendimento sobre a RE, assim afirmando: *“Nunca imaginei que eu usaria robótica para discutir Revolução Industrial ou Indústria 4.0. Mas agora vejo que um robô pode ser a ponte entre o passado e o presente tecnológico”*. Ele sugeriu que os estudantes montassem um robô simples e relacionassem a substituição da força humana pela automação, gerando um debate crítico. Já o

professor R2D2 provocou: *“mas por que não mudar a proposta da competição, para que cada escola traga algo aplicado, por exemplo, na agricultura, em vez de só percorrer trajetos?”*, referindo-se à OBR.

A professora BB8, salientou os desdobramentos ambientais das tecnologias, especialmente, ao analisar a proposta sobre energia e sustentabilidade – exatamente em um momento que surgiu um desafio logístico na intervenção: a falta de baterias apropriadas para alimentar os robôs, pois a escola tinha apenas pilhas comuns e baterias de 9 volts, insuficientes para o funcionamento simultâneo dos motores. A parceria com a Catanorte, possibilitou a coleta de baterias reutilizáveis de brinquedos descartados, mediante a observação de que muitos brinquedos eram descartados com baterias novas. BB8, ao pensar sobre a experiência, destacou: *“isso aqui é ciência viva. Estamos reaproveitando energia que seria descartada, transformando lixo em conhecimento. Isso dá outro sentido à sustentabilidade na escola”*. Para a solução integral dessa limitação, contudo, também foram adquiridos apenas os suportes para as baterias. Os testes indicaram que o material coletado era de boa qualidade, permitindo a montagem de protótipos funcionais. O episódio serviu como gatilho para a construção de uma nova lógica de consumo e reaproveitamento de tecnologias.

O Encontro 11 foi dedicado à montagem final do robô, integrando circuitos, sensores e motores. A proposta era construir um protótipo para a OBR que também pudesse ser utilizado como suporte didático para atividades de ensino. Essa articulação resultou das ponderações dos professores, que reconheceram o empenho dos estudantes na OBR e projetaram formas de canalizar essa energia para suas aulas regulares na Escola Estadual X. O professor de Matemática, Wall-E, afirmou: *“se os alunos se dedicam tanto para a OBR, por que não aproveitar isso nas disciplinas? A robótica não precisa ser algo à parte. Ela pode ser parte da escola”*. Com os robôs montados, os docentes visualizaram o uso da RE como prática pedagógica.

O Encontro 12, em 03 de junho de 2025, foi o encerramento formal do ciclo formativo. A atividade iniciou com uma roda de conversa com os participantes e os convidados: professor Rafael Fonseca de Castro (orientador da presente pesquisa e líder do Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR), professor Lisandro José Alvarado-Peña (pesquisador internacional vinculado ao GP HISTCULT UNIR, pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIR) e a professora Adriana (pesquisadora internacional vinculada ao GP HISTCULT UNIR, mestranda do Programa Move La América da CAPES, também vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIR). Na primeira parte do encontro, os professores apresentaram os robôs construídos e as propostas pedagógicas desenvolvidas com

base na BNCC. As apresentações foram colaborativas, abordando aprendizagens, desafios e conexões interdisciplinares. Houve demonstração prática do funcionamento dos robôs, com projetos integrando sensores, motores, LED e programação lógica para simular situações cotidianas. Um robô acionava uma “cancela” ao detectar um objeto; e outro foi usado para demonstrar velocidade e aceleração.

Os professores foram incentivados a explicar como os conceitos de suas áreas (matemática, química, biologia, história e ciências) poderiam ser trabalhados pedagogicamente pela robótica. A avaliação focou nos sentidos atribuídos às experiências por eles vividas. Durante a conversa, os professores compartilharam suas impressões e sobre a apropriação teórica e prática dos conteúdos. Após a demonstração, houve uma escuta das impressões dos professores, com falas sobre trajetórias pessoais e as possibilidades didáticas da RE.

A professora de Química, Eva, destacou que a formação a mostrou como resolver problemas e compreender “*o porquê das coisas*”, referindo-se ao material que a escola já possuía: “*a apostila até vinha com instruções, mas a gente não sabia o porquê das coisas. Aqui, nós aprendemos o porquê, o como resolver, o que fazer quando algo dá errado*”. Ela também mencionou a importância da prática e da preparação para aplicar conhecimentos em sua disciplina. O professor de Matemática, R2D2, por seu turno, relatou tentativas anteriores sem sucesso de usar os kits de robótica na Escola Estadual X. Ele diferenciou ter o material de saber usá-lo: “*eu pegava o material e tentava seguir a apostila. Mas eu mesmo não sabia. Então a gente e os alunos ficavam só testando, fazendo errado, tentando acertar*”. E sobre a formação, ele disse: “*A programação era um bicho de sete cabeças, mas hoje a gente consegue entender o que cada parte do código faz. Isso fez toda a diferença*”.

Já o outro professor de Matemática, Wall-E, observou que os estudantes careciam de conteúdo prático após a pandemia: “*tem aluno do terceiro ano que não entende nem o básico de aceleração ou velocidade. Com o robô, eu consigo mostrar isso funcionando em tempo real*”. Ele destacou como a RE o permitiu visualizar conceitos abstratos da física: “*é diferente você falar de corrente elétrica e ver um motor girar com ela. Ou ver a bateria descarregando e entender o que é potencial elétrico. Isso muda tudo*”. O professor de História, C-3PO, expressou surpresa por participar de uma formação originalmente para professores de exatas: “*Chamaram os professores de Matemática, e muitos desistiram. Aí eu vim, e estou aqui, encantado. Porque eu nunca imaginei que poderia usar robótica na minha área*”. Ele planeja usar os robôs para discutir a Revolução Industrial, automação do trabalho e transformações culturais com seus estudantes: “*a gente pode debater se a robótica tira ou não empregos. Podemos mostrar para os alunos que esse debate já existia desde as máquinas a vapor até os*

algoritmos de hoje”. A professora de Biologia, BB8, também comentou que desejava trabalhar com robótica, mas ainda não sabia por onde começar: *“a vontade era grande, o material a gente até tinha, mas não sabia por onde começar”*. Ela destacou o aprendizado em identificar e solucionar erros de programação com o uso de IA como um dos maiores ganhos.

Depoimentos coletivos abordaram o impacto da formação, especialmente, a diferença entre escolas públicas e privadas no acesso à robótica. Sputnik assim declarou: *“Nossos alunos são muito carentes disso. E a escola pública precisa que eles deixem de ser só consumidores de tecnologia e passem a ser produtores”*, e acrescentou: *“eles precisam estar atrás da tela, não só na frente olhando. Precisam saber como aquilo ali funciona. E agora a gente sabe como ensinar isso”*.

O terceiro momento do encontro foi uma roda de apreciação, agradecimentos e avaliação da intervenção. Com a presença dos professores-pesquisadores convidados (Rafael, Lisandro e Adriana), houve discussão sobre os sentidos da formação, desafios, transformações e perspectivas de continuidade. Rafael descreveu o percurso dos professores e como a formação extrapolou o conteúdo técnico. Mencionou que os *insights* dos professores na formação contribuíram para sua pesquisa, ajudando-o a encontrar possibilidades de aprofundar a robótica como prática pedagógica crítica. Agradeceu aos envolvidos e reafirmou seu compromisso de suporte contínuo nas práticas pedagógicas individuais dos professores, estimulando-os a aplicar os conhecimentos adquiridos em suas salas de aula.

A professora Adriana parabenizou o grupo, mencionando a profundidade da formação: *“esse movimento que vocês participaram é inédito no Estado. A gente está cansado de formações em auditórios cheios, que servem para tirar foto, mas não produzem transformação real. Aqui, foi diferente”*. Ela também observou que a vontade dos professores de disporem de mais tempo e de continuarem aprendendo, um sinal de envolvimento genuíno. Ela ainda comentou: *“O que vem como ponto negativo geralmente é: ‘gostaria de ter mais tempo, de ter feito mais encontros’. Mas, isso, na verdade, é um elogio”*.

O investigador Lisandro contextualizou a experiência em um movimento global de inovação educacional e sustentabilidade. Ele compartilhou experiências da Colômbia, onde escolas desenvolvem muros verdes, plantas purificadoras e sensores ambientais feitos pelos estudantes: *“o que vi aqui hoje me lembrou Medellín, uma cidade que se transformou por meio da Educação. Desde os muros verdes até os sensores de umidade criados por estudantes, tudo começou nas escolas”*. Ele também lembrou um educando com deficiência que desenvolveu um robô e se tornou engenheiro eletrônico, afirmando: *“a robótica é presente, é futuro, mas mais do que isso: ela é ferramenta de inclusão e de descoberta do potencial humano”*. Ele

concluiu com um chamado à continuidade: “*Cada estudante e cada professor pode inovar à sua maneira. O importante é não parar. É seguir sonhando, criando, transformando*”.

Após a apresentação do percurso investigativo da presente pesquisa, com a descrição das etapas interventivas, a seguir, na próxima Seção, trataremos das análises dos dados (avaliação da intervenção e de seus efeitos).

5. ANÁLISE DE DADOS (AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO)

Na presente Seção, analisamos a dialética do processo formativo e dos resultados da intervenção pedagógica em RE com docentes de uma escola pública estadual de Ensino Médio de Porto Velho/RO. O movimento analítico buscou evidenciar as conquistas (superações) e os limites da intervenção empreendida, identificando as possibilidades de reorganização consciente da prática pedagógica e o desenvolvimento de abordagens didáticas – em um contexto concreto e historicamente determinado.

A fase de avaliação da intervenção pedagógica, conforme preconizado para pesquisas desse tipo (Damiani *et al.*, 2013; Castro, 2021a), utilizou-se de dados oriundos de instrumentos de coleta aplicados antes, durante e após a intervenção – incluindo questionários mistos, entrevistas semiestruturadas e observações registradas em áudio e vídeo dos encontros formativos descritos na Seção 4. A diversidade de elementos coletada permitiu uma leitura multidimensional acerca da formação desenvolvida na escola, essencial à análise dialética da realidade investigada (Marx; Engels, 2010; Asbahr, 2011).

A sistematização e a análise dos dados foram conduzidas sob o prisma do Materialismo Histórico-Dialético, que concebe a realidade como um processo em constante transformação, mediado pela práxis e pelas contradições sociais e educativas. A organização da análise dialética seguiu quatro etapas, conforme sistematizado por Asbahr (2011) e Castro (2024), buscando promover o movimento de ascensão do abstrato ao concreto: 1. Identificação do perfil dos participantes; 2. Observação das singularidades que permitam estruturar eixos analíticos; 3. Definição da unidade de análise e identificação das abstrações auxiliares; 4. Análise propriamente dita, com retorno ao concreto pensado.

O movimento de análise dos dados iniciou pela verificação da realidade aparente, buscando a apreensão de determinações concretas do contexto investigado. O primeiro passo consistiu na identificação do perfil dos sujeitos participantes da pesquisa, docentes da Escola X. O propósito central dessa etapa preliminar foi a compreensão da situação social de desenvolvimento desses professores, englobando suas condições objetivas e subjetivas, nomeadamente, sua formação inicial, a historicidade de sua vinculação ao trabalho docente e os desafios estruturais da Educação Escolar.

Após a apreensão das singularidades do perfil docente, procedemos à segunda etapa do processo analítico dialético: a observação da totalidade empírica que possibilitou a estruturação da organização analítica dos resultados da intervenção pedagógica. A percepção das

contradições da atividade docente e do movimento dialético que se estabeleceu no processo da intervenção possibilitou a sistematização da unidade de análise que denominamos **Relação entre a formação e o trabalho pedagógico do professor de Ensino Médio com a Robótica Educacional**. Então, para entender o movimento dialético, estabelecemos três eixos analíticos. A estruturação da unidade de análise, dos eixos analíticos e de suas respectivas abstrações auxiliares, seguindo o rigor metodológico preconizado por Asbahr (2011) e Castro (2024), está consubstanciada no Quadro 9:

Quadro 9 - Organização analítica da intervenção pedagógica

Unidade de análise	Eixos analíticos	Abstrações auxiliares
Relação entre a formação e o trabalho pedagógico do professor de Ensino Médio com a Robótica Educacional	Contexto da formação para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho/RO	Formação inicial e continuada recebida pelos professores
		Conhecimentos dos professores sobre RE e sobre a Teoria Histórico-Cultural
	Trabalho pedagógico com RE no Ensino Médio de uma escola pública de Porto Velho/RO	Prática pedagógica dos professores de Ensino Médio
		Trabalho pedagógico com conceitos científicos
		Desafios, limites e perspectivas para o uso a RE como abordagem didática
	Avaliação da intervenção pedagógica	Avaliação da intervenção e de seus efeitos sobre os participantes

Fonte: elaborado pelo pesquisador, conforme Castro (2024) e adaptação de Asbahr (2011).

O primeiro eixo analítico, “Contexto da formação para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho/RO”, em que nos concentramos na análise das determinações históricas e materiais que condicionaram a formação dos docentes participantes da pesquisa antes e durante a intervenção pedagógica na Escola X, foi suportada pelas abstrações auxiliares: ‘Formação inicial e continuada recebida pelos professores’ e ‘Conhecimentos dos professores sobre RE e sobre a Teoria Histórico-Cultural’.

No segundo eixo, “Trabalho pedagógico com RE no Ensino Médio de uma escola pública de Porto Velho/RO”, aprofundamos a análise da práxis docente reconfigurada e à inserção da RE no processo de ensino da Escola X mediante três abstrações auxiliares: ‘Prática pedagógica dos professores de Ensino Médio’, ‘Trabalho pedagógico com conceitos científicos’ e ‘Desafios, limites e perspectivas para o uso a RE como abordagem didática’.

O terceiro eixo, por fim, “Avaliação da intervenção pedagógica”, apresenta e discute o balanço crítico e dialético da intervenção formativa realizada, em sua totalidade, mediante a abstração auxiliar ‘Avaliação da intervenção e de seus efeitos’.

Começamos a análise pela compreensão e discussão do primeiro eixo analítico.

5.1 CONTEXTO DA FORMAÇÃO PARA O TRABALHO PEDAGÓGICO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL E EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE PORTO VELHO

O Eixo Analítico 1, intitulado “*Contexto da formação para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho/RO*”, é dedicado à investigação das condições formativas dos docentes antes, durante e após a intervenção pedagógica, alicerçada na premissa histórico-cultural de que a eficácia da tecnologia reside em sua intencionalidade (Sousa; Peixoto, 2022).

A análise estrutural desse eixo se estabelece em duas abstrações auxiliares: a primeira, focada na ‘Formação inicial e continuada recebida pelos professores’, buscou diagnosticar a qualidade da formação docente, tanto inicial quanto continuada, a partir de suas próprias percepções; enquanto a segunda abstração examinou o nível de apropriação dos conceitos de RE e da THC, segundo eles próprios. A articulação dialética entre essas abstrações visou a confrontar o cenário formativo e prático hegemônico da racionalidade instrumental, que reduz a tecnologia a um recurso funcional e neutro, com a perspectiva da THC, que exige a ressignificação do uso de tecnologias aplicadas à Educação como mediação simbólica e amplificadora cultural. Essa abordagem permitiu identificar, por um lado, as contradições estruturais da formação docente e, por outro, os indícios de reorganização consciente da atividade pedagógica promovida pela intervenção formativa desenvolvida.

5.1.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA RECEBIDA PELOS PROFESSORES

A formação inicial do docente transcende a mera aquisição de conhecimentos pontuais ou o desenvolvimento de habilidades isoladas, configurando-se em um processo essencial da aprendizagem que guia o desenvolvimento das FPS, como salientava Vygotski (1935/1991). A aprendizagem, quando organizada corretamente, é um fator poderoso capaz de direcionar e agrupar os processos de desenvolvimento, em contraste com a ideia de que o desenvolvimento ocorreria apenas pela maturação orgânica. A formação, portanto, não se reduz a esperar que as

capacidades amadureçam para iniciar o ensino, mas a incitar o desenvolvimento, movendo-o para frente, como preconizou Elkonin (2024), com base nos estudos basilares de Vigotski.

O papel da aprendizagem é o de despertar no indivíduo uma série de processos internos de desenvolvimento que seriam impossíveis de surgir sem essa intervenção formativa, dizia Vigotski (2021). Segundo ele, a aprendizagem genuína deve, necessariamente, orientar-se para o desenvolvimento de amanhã. No contexto da formação docente, isso implica que o professor não deve apenas adquirir conhecimentos, mas deve alcançar um estágio superior no qual a atividade mental se torna voluntária e conscientemente controlada, transformando-se em uma FPS. A formação, na concepção de Vigotski (2021), precisa levar o professor a atentar ao modo como estrutura seu próprio pensamento, convertendo o conhecimento de uma forma espontânea para um conhecimento para si.

Na compreensão de Saviani e Duarte (2012), a exigência de apropriação do conhecimento na formação docente expressa o trabalho educativo como a produção intencional e direta, em cada indivíduo, da humanidade historicamente produzida pelo conjunto dos seres humanos. Para esses autores, a formação inicial deve, portanto, centrar-se na socialização dos conceitos científicos, artísticos e filosóficos em suas formas mais desenvolvidas. Ainda segundo Saviani e Duarte (2012), lutar por essa socialização constitui um componente essencial na luta contra o capital, assegurando que o conhecimento erudito não permaneça como um privilégio para poucos.

Segundo Vigotski (2021), o professor, ao longo de sua formação, precisa dominar as bases do conhecimento em suas formas mais complexas, evitando uma compreensão que reduza o ensino a meros hábitos motores ou a uma atividade puramente muscular, como se observa na crítica ao ensino da escrita quando esta se restringe à caligrafia.

Considerando esses aspectos, a partir das respostas à oitava questão do questionário implementado antes da intervenção (Anexo III), sobre sua *“formação inicial”*, percebemos como já apresentado quadro 7 da subseção 4.1, trata-se de um grupo heterogêneo de professores, de diferentes áreas do conhecimento: História, Matemática, Biologia e Química. Essa pluralidade de conhecimentos, a nosso ver, possibilita a comparação e a diferenciação de conceitos, levando o participante à realização de atos mentais próprios e ao reconhecimento consciente da extensão e dos limites desses conceitos.

Conforme assinalava Vigotski (2021), essa heterogeneidade disciplinar impulsiona a formação a ultrapassar os limites da mera especialização, exigindo uma diferenciação quanto à natureza das relações estudadas, aspecto fundamental para a estruturação do pensamento científico. Nessa mesma direção, Saviani e Duarte (2012) defendem que a diversidade presente

no coletivo constitui tanto um reflexo quanto uma condição para que o processo formativo alcance o propósito de desenvolver o ser humano em sua totalidade, superando a unilateralidade da apropriação de conhecimentos e habilidades.

No mesmo questionário, os professores participantes da pesquisa responderam pergunta referente à formação continuada em nível “*pós-graduação*” (questão 9 do Anexo III). As respostas evidenciam um considerável nível de qualificação acadêmica entre os participantes da pesquisa. Todos os seis professores possuem formação em nível de pós-graduação, três com título de Mestrado e três com Especialização (considerando que dois docentes acumulam ambas as titulações). No grupo de mestres, o professor Sputnik, com Mestrado em História da Amazônia; C-3PO, com Mestrado em História Ambiental; e BB8, com Mestrado em Ciências da Matemática. Entre os docentes com especialização, Wall-E e R2D2 possuem duas especializações cada, sendo uma em Metodologias Ativas e Tecnologias Educacionais e outra em Docência e Gestão da Educação a Distância. A professora Eva possui Especialização em Metodologia do Ensino Superior – como apresentado no Quadro 7, na subseção 4.1.

De acordo com Echalar *et al.* (2020), esse panorama revela que os participantes apresentam trajetórias formativas consolidadas, ainda que distintas, configurando uma heterogeneidade de percursos acadêmicos que, no âmbito de um trabalho coletivo, atua como fonte de conflitos produtivos capazes de ampliar horizontes. Os mesmos autores ressaltam que o potencial contributivo para o desenvolvimento interdisciplinar das práticas pedagógicas se fortalece na busca intencional por um trabalho verdadeiramente coletivo, que articula os sentidos individuais aos significados sociais e fundamenta a práxis docente na unidade entre teoria e prática.

Tal diversidade formativa constitui um elemento crucial para a apreensão do modo como os docentes realizam a apropriação crítica dos fundamentos teóricos e práticos, em articulação com a THC. A apropriação, entendida como um par dialético com a objetivação, implica a transferência da atividade social que está contida no objeto para o sujeito. Conforme destacam Echalar *et al.* (2020), a apropriação crítica dos conhecimentos historicamente acumulados representa o vetor que torna possível identificar a racionalidade objetiva histórica docente, expressa no trabalho pedagógico. Esse movimento possibilita a apreensão da realidade em sua complexidade multifacetada e dinâmica, favorecendo a superação da racionalidade instrumental.

Entretanto, quando iniciamos o aprofundamento das análises, deparamo-nos com algumas contradições, a exemplo nas respostas à Questão 10 do mesmo “*Recebeu, na graduação, formação direcionada ao uso pedagógico de tecnologias?*”. Nas respostas,

percebemos a contradição também observada por Sousa (2019), que revela que a mera acumulação de títulos, quando desvinculada de um projeto formativo voltado ao uso intencional da tecnologia, acaba por reforçar a tendência à instrumentalização e à limitação determinada pela racionalidade técnica. O registro unânime de “não” pelos seis participantes (Sputnik, C-3PO, Wall-E, R2D2, BB8 e Eva), perante a questão sobre a formação para o uso pedagógico de tecnologias na graduação, configura um dado relevante, indicando o fracasso estrutural da formação inicial em preparar o docente para as demandas do século XXI.

De acordo com Azeredo, Pizzollo e Bitencourt (2018), essa carência está diretamente relacionada à crítica de que a formação docente vigente se mostra superficial e carece de um acompanhamento efetivo. Já Sousa e Peixoto (2022) destacam que a ausência de uma mediação cultural intencional na formação inicial conduz a uma visão tecnocêntrica da tecnologia, na qual o artefato é compreendido como algo neutro e meramente funcional, ignorando que seu uso pedagógico requer uma apropriação crítica sustentada por intencionalidades educativas.

A fragilidade da formação inicial se manifestou na inação do docente diante da tecnologia, mesmo em áreas afins, reforçando a carência de uma base crítica. A Professora Eva, por exemplo, mesmo sendo especialista, expressou a incapacidade de agir quando confrontada com o uma TE: *“Como que nós vamos fazer isso se a gente não sabe nada sobre aquilo? Não foi me passado nada. Não sei nada sobre isso”* (Eva, Transcrição da Intervenção, 2025). Essa inabilidade é um sintoma da falha do sistema em oferecer uma formação que integre o técnico ao pedagógico. Já o Professor Sputnik reforça esse diagnóstico ao relatar: *“Eu não me imaginava fazendo um curso de robótica, sendo professor de história e aplicando isso, né? [...] foi um primeiro contato que eu tive com programação...”* (Sputnik, Transcrição da Avaliação, 2025).

A dificuldade de um professor de História em conceber o uso da programação em sua disciplina, conforme o contexto das oficinas, ilustra o quão distante está a formação inicial da visão do uso intencional de TE. Tais relatos confirmam que a carência formativa impede o desenvolvimento da consciência pedagógica necessária para que o professor domine a tecnologia. E nos referimos aqui à concepção de poder usar a programação; e não que na formação de um professor de História se deva ensinar linguagem de programação de computadores.

A fragilidade da formação adquire contornos mais preocupantes quando a formação continuada, mesmo em níveis de pós-graduação (*Lato sensu* e *Stricto sensu*), falham em promover a necessária reorganização consciente da atividade pedagógica, que deveria superar as lacunas da formação inicial.

Adiante, quando os professores foram questionados na pergunta 11 do questionário aplicado antes da intervenção, “*Recebeu, na formação continuada, formação direcionada ao uso pedagógico de tecnologias?*”, percebemos mais fortemente a fragilidade da formação continuada, tendo em vista o fato de cinco participantes (Sputnik, C-3PO, R2D2, BB8 e Eva) terem respondido “não”. Apenas Wall-E afirmou ter recebido, mas a avaliou como “Muito evasiva”. Essa insuficiência evidencia “que as políticas públicas, desenvolvidas no âmbito do sistema educacional brasileiro, que se aplicam à formação inicial e continuada de professores para uso das tecnologias, não têm sido suficientes” (Oliveira, 2019, p. 112). O diagnóstico de carência é reforçado pela percepção dos docentes de que as iniciativas anteriores se limitavam à superficialidade, como nessa fala de R2D2:

Aqui, nas escolas do governo, eles não conseguiram nem dar o curso de robótica para os professores, entendeu? Eu participei de um curso que foi só uma palestra. Aí vai ter continuidade [...] Até hoje. Ela participou de um curso também, foi outra palestra, não fizemos nada (R2D2, Transcrição da Intervenção, 2025).

A experiência “evasiva” de Wall-E sugere que a formação anterior se limitou à instrumentalização, sem promover a apropriação de fundamentos teórico-críticos voltados à prática pedagógica. Essa limitação é claramente descrita pela professora Eva, que demonstra a ineficácia das instruções que professores da Escola X receberam para utilizarem os materiais e equipamentos de robótica que chegaram na escola. Segundo BB8, a “formação” se resumia a disponibilização de uma “*A apostila com orientações para você montar*” (BB8, Transcrição da Intervenção, 2025). Sem a compreensão do porquê e do como resolver problemas, a prática se torna uma tentativa e erro esvaziada de sentido, culminando em uma paralisia pedagógica diante do desafio técnico. Como aponta Souza (2019), essa inação, mesmo diante da disponibilidade do material, evidencia que a fragilidade da formação continuada está na falta de um planejamento sistemático e intencional, capaz de promover a apropriação de conceitos e a reorganização consciente do psiquismo. Na ausência dessa mediação intencional, o artefato robótico perde seu sentido pedagógico, convertendo-se em um fim em si mesmo, um objeto fetichizado.

As análises das respostas referentes à formação inicial e continuada revelam um quadro de insuficiência formativa no que diz respeito ao uso pedagógico de TE. Tanto o percurso da formação inicial quanto as experiências de formação continuada dos docentes não contemplaram, de maneira efetiva, os fundamentos necessários à apropriação crítica desses recursos, segundo suas próprias percepções. Mesmo entre aqueles que participaram de

capacitações voltadas à RE, observamos que tais processos foram marcados por ações pontuais, de caráter instrumental e desprovidas de base teórica e desconectadas de intencionalidade pedagógica.

Contudo, ao analisarmos as respostas às questões do questionário pós-intervenção (Anexo IV), notamos mudança na percepção dos professores quanto a suas práticas, especificamente, com relação às possibilidades de uso pedagógico via RE. Quando os professores foram perguntados, na pergunta 2 do questionário pós-intervenção, “*Você se sente mais preparado(a) para aplicar atividades de Robótica Educacional? Por quê?*”, as respostas indicam um sentimento de preparo para aplicar atividades em RE e a contribuição da formação recebida, evidenciando novos sentidos atribuídos à tecnologia e à própria atividade docente.

Conforme estudou Leontiev (2004), o conceito de sentido constitui uma categoria epistemológica crucial para a compreensão do desenvolvimento da psique, distinguindo a conduta superior humana da reação elementar. O sentido não se restringe à mera resposta motora ou causalidade periférica, mas sim designa a finalidade teleológica e organizadora que precede e orienta a atividade. Ele emerge quando a reação se resolve internamente, adquirindo a função de excitante interno para novas reações, o que Marx define como a duplicação da experiência na consciência, permitindo a antecipação dos resultados do trabalho. Para a análise do Reflexo (RE), o sentido confere a coerência necessária à conduta, pois a introdução de organização e ordem na experiência herdada é, em essência, a atribuição de sentido. No âmbito pedagógico, o sentido manifesta-se como o objetivo orientador (fim último) que, ao ser compreendido antecipadamente pelo aluno, garante que o esforço não seja infrutífero ou estéril, superando a “perplexidade habitual dos alunos” resultante de um trabalho desprovido de finalidade clara. Portanto, o sentido organiza previamente o RE, transformando o movimento caótico hereditário em uma conduta consciente e intencional.

A percepção de preparo para o uso pedagógico a RE só foi possível mediante a realização de uma formação intencional *in loco* para os docentes, contrariando as iniciativas de formações continuadas expositivas desenvolvidas por secretarias de Educação, em auditórios, para muitos professores, sem conexão com as necessidades das comunidades escolares e, muitas vezes, por serem muito genéricas, não abordando conteúdos específicos necessários à prática cotidiana. Cinco participantes Sputnik, C-3PO, Wall-E, R2D2 e BB8, manifestaram-se positivamente sobre o seu preparo. O relato de BB8, ao mencionar o “*conhecimento adquirido dos componentes e suas diferentes aplicações*”, ainda que o termo “componentes” possa ser mais adequadamente substituído por “unidades estruturais”, evidencia que a apropriação da estrutura funcional do instrumento técnico ocorreu em relação à sua capacidade de aplicação e

transferência estrutural para novas situações. Essa aquisição configura uma forma de mediação, a qual, conforme o próprio Vigotski (2021) salientava, para se consolidar no plano das funções psíquicas superiores, requer o desenvolvimento do caráter consciente e voluntário no manejo do signo/instrumento, superando a mera reprodução mecânica da funcionalidade pedagógica. Como destacava Vygotsky (1982), a validade dessa apropriação se manifesta na generalização e na aplicação flexível, ou transferência, da função do instrumento em diferentes esferas da atividade docente. Essa transformação na percepção de competência é evidenciada pela fala de uma professora, que resume o movimento de superação da prática anterior: “*Professor, eu senti que dá para a gente trabalhar. Porque antes era muito teoria. Agora, percebo que dá para levar para a prática*” (BB8, Transcrição da Avaliação, 2025).

Como indicam Echalar *et al.* (2020), ainda que Sputnik tenha destacado sentir “*mais teórico que prático*”, essa ênfase no aspecto teórico evidencia um avanço em direção ao pensamento teórico, essencial para a superação do pensamento empírico e da racionalidade instrumental. Tal movimento dialético, ao converter a insegurança inicial em consciência de novas possibilidades de atuação sob a sustentação de um referencial teórico (a THC), demonstra que o ensino operou como uma atividade orientadora do desenvolvimento, demandando a superação do uso meramente técnico da tecnologia.

As falas dos professores confirmam o caráter transformador da experiência vivida com sentido, como destacaram Vigotski (1996) e Leontiev (2004). Um dos professores de História, Sputnik, também atestou essa transformação em termos de possibilidades para seu campo disciplinar: “*Para mim, foi transformador. Eu nunca tinha pensado em usar robótica em História. Agora, vejo muitas possibilidades*” (Sputnik, Transcrição da Avaliação, 2025). De modo similar, a Professora Eva superou a percepção de distância que antes mantinha com possibilidades de uso da robótica em suas práticas pedagógicas: “*Também penso assim. Antes parecia distante, agora, vejo que dá para aproximar os conteúdos*” (Eva, Transcrição da Avaliação, 2025).

A superação do desafio técnico, que inibia a aplicação da RE, também contribuiu para o sentimento de preparo, evidenciando que a apropriação da “lógica” do artefato (pensamento teórico) facilitou o uso prático, conforme relatou o professor Wall-E: “*No começo, parecia difícil, mas, depois que a gente entendeu a lógica do Arduino, vimos que não é impossível*” (Wall-E, Transcrição da Avaliação, 2025). Essa apropriação leva à ressignificação da tecnologia como elemento da cultura e da práxis, transformando a insegurança inicial em consciência de novas possibilidades de atuação, o que é um indício de que a formação promoveu a mediação cultural intencional acerca do uso pedagógico da RE.

A mesma mudança percebemos nas respostas à questão 3 do questionário de avaliação da intervenção, que indagava: “*A formação contribuiu para a prática pedagógica?*”. Os seis participantes responderam “Sim, com certeza”. Como indicam Echalar *et al.* (2020), esse resultado transcende uma avaliação superficial de satisfação, revelando que a formação se configurou como um *locus* de criação cultural, crítica e transformadora da própria prática pedagógica. E a natureza dessa transformação foi capturada pelas falas dos docentes tanto na resposta a esta pergunta recém mencionada do questionário pós-intervenção (Anexo IV), como no momento da reflexão final, no último encontro do processo formativo. A mudança de percepção dos professores demonstra a superação da visão abstrata e meramente teórica da tecnologia, transformação percebida pelos docentes, ao referirem termos como “*Novos conceitos, um novo olhar*” (C-3PO) e “*Estimulando a criar aulas práticas*” (BB8), que sugerem possibilidades de reorganização intencional da atividade docente. Essa reorganização é a manifestação prática do conceito de vivência (Vigotski, 1996) com sentido (Leontiev, 2004), pela qual a RE adquire valor formativo ao ser articulada a finalidades humanizadoras. Sob a perspectiva de Sousa e Peixoto (2022), a unanimidade observada evidencia que a mediação cultural efetivada a partir da intervenção pedagógica formativa possibilitou aos docentes assumirem o papel de participantes de uma prática cultural intencional, rompendo com a passividade técnica e instituindo novos motivos para o uso da RE em suas disciplinas.

A análise dos instrumentos pré e pós-intervenção referenciais para a abstração auxiliar 1 deste primeiro eixo analítico apresenta elementos de que a formação docente, tanto em nível inicial quanto continuado, é constituída por lacunas no que tange à apropriação crítica de TE e aos conhecimentos teórico-práticos necessários a seu uso pedagógico. Essa carência se manifesta na ausência de preparo, unânime entre os docentes participantes da pesquisa, para o uso pedagógico de TE e na dissociação entre a qualificação acadêmica e essas fragilidades práticas. Em nítido contraste, os resultados pós-intervenção evidenciam que a formação sistemática e intencional, ancorada nos princípios da THC, pode promover a reorganização consciente da atividade pedagógica. Os participantes se sentiram mais preparados e reconheceram o caráter transformador da intervenção, indicando a superação da visão tecnicista para uma compreensão da RE como possibilidade didática para a mediação pedagógica.

A ausência de sentido pedagógico, característica da instrumentalização criticada, também é atestada pelo professor Wall-E, que afirmou “*usar só para andar e pronto não faz sentido. O professor já tem muita coisa para planejar. Aí vem a escola e diz: Participe da OBR, e o professor pensa que não vai contribuir com sua disciplina*” (Wall-E, Transcrição da Intervenção, 2025). Essa percepção demonstra falta de compreensão sobre possíveis conexões

entre o aparato técnico e o currículo antes da intervenção empreendida. Em oposição a esse cenário, os resultados pós-intervenção atestam a reorganização consciente da atividade pedagógica. A superação da visão tecnicista é clara, com cinco dos seis participantes se sentindo preparados para atuarem com a RE como possibilidade didática, com produção de sentido para eles. O Professor de História, Sputnik, por exemplo, confirma o caráter transformador da intervenção. E a Professora Eva, que antes se sentia “*paralisada*” ao entrar em contato com qualquer iniciativa com robótica, após a intervenção pedagógica, dá sinais de capacidade para promover o uso pedagógico da RE em sua prática.

Por fim, a apropriação do pensamento teórico pela “*lógica do Arduino*” é vista como o fator que torna superável o desafio técnico. A articulação dessas falas reforça que a intervenção atingiu seu objetivo de promover a apropriação crítica, transformando a RE em possibilidade didática para a mediação simbólica entre os professores participantes, mesmo em diferentes áreas do conhecimento, como, principalmente, o caso dos dois profissionais que trabalham com a disciplina de História, tendo em vista que as experiências mais usuais com robótica estão ligadas ao ensino de Matemática e conteúdos afins a essas duas áreas.

Diante das contradições expostas e da análise das trajetórias formativas dos sujeitos participantes, sistematizamos o movimento dialético de transformação da consciência docente no Quadro 10. Este quadro sintetiza a superação da alienação inicial em direção a uma apropriação preliminar, porém significativa, da Robótica Educacional como instrumento mediador.

Quadro 10 - Movimento dialético da formação docente: contradições e superações

Professor	ANTES da intervenção pedagógica	DEPOIS da intervenção pedagógica
Sputnik	Não receberam formação em tecnologia na graduação.	“Para mim, foi transformador. Eu nunca tinha pensado em usar robótica em História. Agora, vejo muitas possibilidades.”
C-3PO		Manifestou mudança de olhar sobre o trabalho pedagógico, destacando: “Novos conceitos, um novo olhar”.
R2-D2		Expressou sentimento de maior preparo para o trabalho pedagógico com robótica: “Sim, com certeza”.
BB-8		“Professor, eu senti que dá para a gente trabalhar. Porque antes era muito teoria... percebo que dá para levar para a prática”.
EVA		“Antes parecia distante, agora, vejo que dá para aproximar os conteúdos”.
Wall-E	Teve contato com formação continuada em tecnologia, porém caracterizada como “ muito evasiva ”, sem relação efetiva com a prática pedagógica.	“No começo, parecia difícil, mas depois que a gente entendeu a lógica do Arduino, vimos que não é impossível”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A leitura dialética dos dados apresentados no Quadro 10 revela que o estado inicial dos professores (“Antes”) não se configura como uma lacuna individual de competências, mas como a materialização de um contexto histórico de precarização da formação docente. O relato do professor Wall-E, ao classificar sua formação anterior como “muito evasiva”, e a constatação geral da ausência de preparo na graduação (Sputnik), corroboram as análises de Saviani (2007) e Moura et al. (2019), que denunciam como a precarização do trabalho e da formação impõe barreiras objetivas à apropriação de novos instrumentos culturais.

O cenário diagnosticado confirma que a formação docente existente tende a ser superficial e não possui acompanhamento adequado, conforme criticam Azeredo, Pizzollo e Bitencourt (2018), resultando em uma prática pedagógica desprovida de intencionalidade no uso das tecnologias. A angústia revelada por Eva (“antes parecia distante”) e a inércia inicial do grupo refletem o que Oliveira (2019, p. 112) aponta como a insuficiência das políticas públicas para a formação tecnológica, as quais, frequentemente, limitam-se a uma “racionalidade tecnocrática” que instrumentaliza o professor sem lhe oferecer as bases teóricas para o domínio do objeto.

Contudo, o movimento evidenciado na coluna “Depois” demonstra a negação dessa precarização por meio da intervenção formativa fundamentada na THC. Ao superarem a visão da tecnologia como algo “distante” ou “difícil”, os docentes não apenas adquiriram uma técnica, mas reorganizaram sua consciência sobre a própria atividade. A fala de BB-8, ao perceber que “dá para levar para a prática”, e de Sputnik, ao vislumbrar “muitas possibilidades”, indicam que a formação atuou como mediação cultural efetiva, permitindo que a RE deixasse de ser um fetiche técnico para se tornar um instrumento de trabalho pedagógico com sentido pessoal e significado social.

A seguir, passamos à abstração auxiliar dois deste primeiro eixo analítico, na qual discutiremos os conhecimentos dos docentes participantes da pesquisa sobre RE e THC.

5.1.2. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 2 - CONHECIMENTOS DOS PROFESSORES SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL E SOBRE A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Esta abstração se dedica ao escrutínio dos conhecimentos teóricos e conceituais dos professores acerca da RE e da THC, buscando apreender o processo de apropriação e objetivação de tais conhecimentos em sua articulação, ou não. Sua intenção é apresentar e discutir seus conhecimentos acerca desses dois campos antes e após a intervenção pedagógica. Investigações sobre essa possibilidade de articulação, como já amplamente discutido ao longo

desta tese, faz-se necessário em função da preponderância do Construtivismo (ou Construcionismo) em pesquisas *Stricto sensu* sobre robótica em estudos educacionais.

A partir das respostas obtidas por meio dos instrumentos de pesquisa aplicados pré e pós-intervenção, é possível delinear concepções iniciais marcadas por uma compreensão fragmentada e predominantemente instrumental das tecnologias educacionais, aspecto que dialoga com o que afirmam Echalar *et al.* (2020). Essa perspectiva tecnocêntrica, ao separar as dimensões técnicas e simbólicas do artefato, como explicam Sousa (2019) e Sousa e Peixoto (2022), favorece o processo de alienação metabólica ao capital, reduzindo o trabalho docente a uma sequência de tarefas predeterminadas, movimento também discutido por Echalar *et al.* (2016).

As transformações observadas após a vivência formativa foram contrastadas com a compreensão de caráter instrumental. E essa análise buscou evidenciar que a formação, quando sustentada por uma mediação intencional, torna-se imprescindível para a reorganização da atividade docente e para a superação da racionalidade instrumental, movimento que, à luz das reflexões de Echalar *et al.* (2020), aponta para o avanço em direção à consciência da práxis. No entanto, como previamente apontado por Castro (2020) no que se refere às lacunas na formação inicial de professores nos currículos de cursos de Pedagogia da Região Norte do Brasil relacionadas ao uso pedagógico de TE, e por Silva e Castro (2022) acerca de iniciativas inócuas de formação continuada na Rede Municipal de Educação de Porto Velho, na abstração anterior, deparamo-nos com um longo caminho quando o tema é formação de professores para o uso pedagógico, crítico, transformador voltado ao desenvolvimento psíquico de tecnologias aplicadas à Educação.

Adiante com a segunda abstração deste primeiro eixo de análise, a pergunta número 12 do primeiro instrumento pré-intervenção (Anexo III) foi: “*Recebeu, na graduação, formação sobre as contribuições da Teoria Histórico-Cultural para a Educação?*”. A análise das respostas dos participantes estabeleceu um ponto de partida para a compreensão da base teórica prévia sobre esse referencial. Essa questão visou a conhecer o grau de apropriação dos professores sobre princípios da THC, alicerce epistemológico da intervenção pedagógica desenvolvida.

O diagnóstico revelou um quadro de falta de conhecimento dos fundamentos da THC na formação em nível de graduação dos docentes. Dos seis participantes, quatro, Wall-E, BB8, Eva e C-3PO, declararam não terem recebido qualquer formação sobre a THC na formação inicial. Sputnik relatou ter recebido apenas uma formação “*superficial de caráter introdutório*”,

o que sugere uma apropriação fragilizada e não sistematizada dessa teoria. Apenas um participante, R2D2, afirmou ter recebido tal formação.

O reduzido conhecimento da THC por parte dos participantes, corroborado pela prevalência de respostas negativas, aponta para a necessidade de discussões acerca da inclusão dessa referencial nas diferentes licenciaturas, para além do curso de Pedagogia, visto sua riqueza conceitual e potencial de aplicação prática na Educação, como vem sendo destacado por centenas de pesquisadores, de diferentes países e em contextos diversos, como é possível verificar na coletânea internacional de Selau e Castro (2015). A ausência da compreensão de que as TE, como a RE, atuam como um “amplificador cultural”, ideia discutida por Schroeder (2008), faz com que os docentes corram o risco de percebê-la apenas em sua funcionalidade técnica. Essa limitação leva ao processo descrito por Souza (2019) como “fetichização do objeto técnico”, no qual o artefato digital passa a ser tratado como um fim em si mesmo, ocultando as contradições materiais e as condições reais do fazer docente, análise também sustentada por Alves Filho e Echalar (2022).

Ainda mais preocupante é a falta de base teórica para embasar suas práticas pedagógicas. E, no caso da THC, a falta de conhecimento acerca das relações entre aprendizagem e desenvolvimento, fragiliza a atividade docente. O uso pedagógico de tecnologias, incluindo o caso da robótica, deve estar inserido em um planejamento de ensino voltado à aprendizagem de conteúdos escolares que, apreendidos pelos estudantes, conduzira-os ao desenvolvimento intelectual (Vigotski, 2021; Elkonin, 2024). Para tal, ao docente que não apenas o domínio do conteúdo da disciplina que ministra, mas das relações entre a abordagem didática escolhida, os instrumentos utilizados e os níveis de desenvolvimento de seus estudantes.

As lacunas continuam sendo salientadas na formação continuada, quando os professores responderam à pergunta 13 do questionário pré intervenção: “*Recebeu alguma formação continuada baseada na Teoria Histórico-Cultural?*”. As manifestações indicam quase total falta de acesso a esse referencial também na formação continuada dos docentes participantes da pesquisa. Dos seis participantes, cinco (Sputnik, C-3PO, Wall-E, BB8 e Eva) responderam não terem recebido nenhuma formação continuada embasada nesse constructo teórico. Apenas um docente, R2D2, indicou ter recebido tal formação, classificando-a como “*Sim, boa*”. Este panorama reitera o quadro de falta de formação teórica, já diagnosticada na formação inicial, consolidando a percepção de que a práxis pedagógica desses professores se desenvolve em um contexto em que conceitos centrais da THC são limitados ou inexistentes, como vimos evidenciando em inúmeras pesquisas no estado de Rondônia (Santos, 2021b; Silva, 2021; 2025; Brandt, 2023; Lopes, 2024).

A escassez de formação continuada em THC reflete um contexto de políticas educacionais que privilegiam a instrumentalização técnica e bases construtivistas nos currículos das escolas e nos processos formativos dos docentes (como destacamos nas cinco pesquisas acima destacadas), em vez de promover uma transformação efetiva das práticas pedagógicas. Segundo Sousa e Peixoto (2022), a formação docente, que deve ser um processo contínuo, frequentemente, fragmenta-se, não atendendo às demandas de uma educação socialmente referenciada. No contexto da RE, a ausência de um referencial teórico consistente, como o oferecido pela THC, amplia o risco de que os artefatos robóticos sejam inseridos na escola sob a lógica de racionalidade instrumental, o que reduz a robótica a uma tecnologia funcional e neutra, e não a um artefato cultural historicamente situado, como discute Madureira (2021) ou voltada ao desenvolvimento intelectual dos educandos, como defende Castro (2020).

A RE, na perspectiva histórico-cultural, só adquire valor formativo quando articulada a projetos pedagógicos, conforme Sousa (2019), que promovam a reorganização consciente da atividade docente. O desconhecimento da THC na formação continuada impede que os professores percebam a RE como mediação simbólica capaz de possibilitar a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes e o seu consequente desenvolvimento psíquico. Quando o docente não está preparado, a potencialidade da RE como amplificador cultural se esvai na tentativa de resolver problemas de forma empírica, delegando excessiva responsabilidade ao estudante e comprometendo a sistematização do conteúdo, como afirma Karpov (2019).

Adiante, a partir das respostas dos professores à questão 22 do questionário pré-intervenção, também percebemos desconhecimento da conceituação básica da RE, quando assim indagados: “*O que você entende por Robótica Educacional?*”. Quatro professores associaram a RE a uma função utilitária no ambiente de ensino, Sputnik, C-3PO, BB8 e Wall-E, definindo-a pelo seu potencial aplicativo. Sputnik referiu “*Utilização de 'máquinas' para facilitar o processo de ensino-aprendizagem*” e BB8 “*Uso de tecnologias para aplicar conteúdos didáticos*”. São definições que enquadram a RE, primariamente, como um recurso funcional. Essa visão ressoa com a crítica, apoiada por Sousa (2019), de que a tecnologia é tratada como ferramenta neutra, configurando a fetichização do objeto técnico. Embora a RE possua um conjunto de processos que utiliza artefatos robóticos como mediação, a ausência da dimensão cultural e histórica enfraquece o potencial da RE como abordagem pedagógica, conforme aponta Luso Soares Madureira (2021) em suas análises críticas.

C-3PO, por sua vez, respondeu “*Levar o aluno a entender parte da teoria na prática*”, enquanto Wall-E “*Estudo da tecnologia robótica com os alunos*”. C-3PO e Wall-E aproximam a RE do campo prático. A tentativa de conectar “*teoria na prática*” tangencia a potencialidade

da RE para favorecer a apropriação de conceitos científicos. Entretanto, são definições iniciais que podem permanecer restritas ao campo da experiência empírica, o que não assegura a apropriação de conceitos científicos sistematizados, um processo que, como explicou Vygotsky (1934/1982), requer a mediação intencional do professor. R2D2 corrobora essa limitação ao relatar experiências anteriores em que a falta de sentido pedagógico reduzia a atividade à técnica:

Ano passado, trabalhei robótica junto com o professor de Física. Nós aprendemos juntos, meio na marra. Pedimos para os meninos montarem veículos que andassem. Eles montaram, mas depois perguntavam: 'E agora, professor?' Ai ficava sem sentido (R2D2, Transcrição da Intervenção, 2025).

Já o participante Sputnik exemplifica o superficialismo conceitual em relação à RE ao afirmar que: “foi um primeiro contato que eu tive com programação, que eu não... eu sabia, né, dessas várias linguagens, mas, para mim, era tudo estereotipado, era tudo estilo Matrix: nossa, vários números verdes na tela preta, né?” (Sputnik, Transcrição da Intervenção, 2025). O uso do termo “estereotipado” ilustra a carência de apropriação do sistema simbólico da programação, sendo percebido como um aparato culturalmente distante dos professores da escola básica.

A conceituação de EVA, por seu turno, “Entendo que faz parte da indústria 4.0. Revolução digital”, insere a RE em um discurso de adaptação às exigências do mercado e à racionalidade neoliberal. É notável, ainda, a resposta de R2D2 “nada”, de um docente que sequer consegue elaborar uma conceituação para a RE.

Em síntese, o conjunto de respostas evidencia que as concepções iniciais dos docentes sobre a RE estão, predominantemente, pautadas em uma lógica funcionalista ou tecnocrática. Tal diagnóstico valida a necessidade da intervenção formativa com referencial teórico claro, cujos objetivos devem permear a transformação dessa compreensão instrumental, de modo que os professores possam assumir a RE como um elemento da práxis educativa, orientado pela intencionalidade de promover a apropriação crítica dos conceitos científicos e o desenvolvimento cognitivo dos escolares.

Contudo, percebemos uma mudança na compreensão acerca da RE quando, na pergunta número 1 do questionário pós-intervenção, assim questionamos: “Após a intervenção, como você define Robótica Educacional?”. As respostas evidenciam um processo de apropriação crítica e heterogêneo entre os seis participantes. A transformação mais evidente ocorreu com R2D2, tendo em vista que sua concepção inicial era um absoluto vácuo conceitual. Após a

intervenção, R2D2 define a RE como “*um grande auxílio nas aulas para situações-problema*”. Esta definição insere a RE no campo da atividade orientadora do desenvolvimento, reconhecendo que o artefato robótico serve como ferramenta para a resolução de problemas.

Eva apresentou uma notável alteração no foco ideológico. Sua definição prévia era a da racionalidade tecnocrática. No pós-intervenção, no entanto, Eva definiu a RE como “*Importante, que pode ser aplicado em várias áreas*”. Essa mudança demonstra a superação da lógica capitalista em favor do reconhecimento do valor pedagógico e do potencial interdisciplinar da RE. Essa fala reforça a intenção de usar a RE para estabelecer relações entre a teoria e a prática, uma premissa fundamental da THC.

BB8 partiu de uma visão genérica e instrumental, mas, em sua nova definição, “*Aplicação de conhecimento de programação para construção de robôs didáticos*”, alcança maior especificidade e certa densidade teórica. A inclusão da palavra “*programação*” indica que BB8 reconhece a RE como um sistema de signos que exige abstração e generalização, essenciais para a formação do pensamento teórico (Vigotski, 2021).

Em contraste, as respostas de três participantes revelam uma reorganização superficial ou ambivalente. Sputnik, inicialmente, focava na eficiência da máquina. Na pergunta de contraponto, ele define a RE como “*a utilização da robótica para fins demonstrativos de como a tecnologia se faz presente no cotidiano*”. Embora mencione o cotidiano, a ênfase em “*fins demonstrativos*” sugere que a RE é vista, primariamente, para o desenvolvimento de conceitos espontâneos, sem evidenciar a intencionalidade pedagógica necessária para promover a apropriação de conceitos científicos sistematizados ou o desenvolvimento dos educandos.

C-3PO nos parece que regrediu em clareza conceitual. Sua definição inicial sobre “*entender parte da teoria na prática*” era mais dialética do que a pós-intervenção: “*Mais uma ferramenta para explorar o conhecimento dos alunos*”. O uso de “*ferramenta*” sem qualificação e o termo “*explorar*” podem remeter à crítica da tese à aprendizagem pela descoberta guiada, que, segundo Karpov (2019), delega muita responsabilidade aos estudantes, que nem sempre dominam o conteúdo. Wall-E, por fim, em nosso entendimento, demonstrou a menor evolução crítica. Sua definição, após todo o processo formativo, passou de “*estudo da tecnologia robótica com os alunos*” para “*instrumento de ensino moderno*”. A manutenção da palavra “*instrumento*” e a inclusão do adjetivo “*moderno*” reforçam a racionalidade tecnicista.

As respostas, no geral, revelam progresso em relação ao entendimento dos professores sobre a RE. Indicativo de que, a nosso ver, sugere que, quando a abordagem ocorre de forma intencional em uma formação, promovendo um movimento de tomada de consciência que (re)organiza o conhecimento sobre determinado conteúdo entre os participantes, os resultados

tendem a ser positivos. A superação do vácuo conceitual de R2D2 e do foco tecnocrático Eva, bem como a inclusão do conceito de programação na definição de RE de BB8, são evidências do entendimento da RE como possibilidade pedagógica voltada à apropriação de conceitos científicos pelos estudantes a partir de suas práticas pedagógicas. Por outro lado, a persistência de definições pautadas em termos como “*ferramenta*”, por C-3PO, e “*instrumento moderno*”, por Wall-E, indica que a superação da fetichização do objeto técnico é um desafio contínuo no que se refere à formação continuada de nossos professores.

Quando questionados por meio da pergunta de número 5 do questionário pós-intervenção, “*Você conseguiu identificar elementos da Teoria Histórico-Cultural na formação realizada? Se sim, quais?*”, foram obtidas respostas de quatro participantes Sputnik, C-3PO, BB8 e Eva. Os dois participantes que não responderam, R2D2 e Wall-E, refletem as complexidades intrínsecas à formação continuada, onde a reorganização consciente da atividade exige tempo e vivência, conforme análise crítica de Castro (2014). A ausência de respostas por parte dos professores não indica falha individual, mas evidencia que o processo formativo pode não ter garantido condições suficientes para a apropriação consciente dos conceitos da THC, como também observa Oliveira (2019).

A identificação dos elementos da THC por parte dos docentes, após participarem da intervenção formativa, revela uma compreensão incipiente dos princípios básicos desse referencial. Sputnik destaca, em sua resposta, “*a parte de se apropriar daquilo que faz sentido para minha prática em sala de aula*”. O conceito de apropriação, central na THC, não se resume a uma mera absorção passiva, mas a um processo ativo de tornar próprio o conhecimento, transformando-o e integrando-o à individualidade, conforme apontam estudos de Souza (2019). O “*fazer sentido*” que se configura como o componente individual e subjetivo da estrutura da consciência, está diretamente interligado ao motivo da ação, que é o estímulo artificial que impele o sujeito a agir, conforme definiu Leontiev (2004). Tal dinâmica entre o sentido e o motivo é fundamental, conforme estabelecem Sousa e Peixoto (2022), pois o sentido não apenas se relaciona à experiência da prática social, mas é psicologicamente determinado pelo motivo da atividade. Isso é confirmado pelo relato de Sputnik, que, inicialmente, não se imaginava trabalhando com RE: “*é como a gente falou, né? Eu não me imaginava fazendo um curso de robótica e aplicando isso, né?*” (Sputnik, Transcrição da Intervenção, 2025).

C-3PO, por sua vez, articulou explicitamente dois conceitos basilares da THC ao citar a “*possibilidade de transformar e influenciar o desenvolvimento do aluno, Linguagem*”. A noção de transformação da atividade e a influência no desenvolvimento situam a RE no campo da atividade orientadora do desenvolvimento, na qual o ensino intencional atua na ZDI do

estudante (Vygotski, 2021). A menção à linguagem reitera a função da RE como mediação simbólica, visto que um dos princípios vigotskianos básicos, de mediação, concebe que o aprendizado é mediado por signos e ferramentas, sendo a linguagem o signo preponderante do pensamento, conforme analisado por Castro (2014) a partir de estudos sobre a atividade mediadora em Vygotski (1931/1995).

O participante BB8, em sua resposta a essa questão, revela uma compreensão processual da relação tecnologia-conhecimento: “*quando entendemos o funcionamento dos componentes, nos apropriamos de suas aplicações*”. Essa fala sugere certo movimento dialético entre o aspecto prático e o aspecto teórico-cultural em um processo educativo. Essa apropriação indica o uso da RE como ferramenta mediadora que, ao se tornar parte do sistema de atividade do professor, permite a apropriação de conceitos científicos pelos aprendentes e a superação da lógica instrumental no ensino. Essa percepção é confirmada por esse mesmo professor, quando ele reconhece que o “*diferencial da formação*” está em aprender para que serve (o sentido pedagógico) e a capacidade de resolver problemas (conforme fala anterior de BB8).

Por fim, Eva, ao responder que “*sim, a aplicação da robótica em diversas áreas*”, afirma identificar elementos da THC quando afirma dizendo “*sim*”. Entretanto, embora a professora afirme que conseguiu identificar elementos da THC na formação, os elementos que ela destaca em sua resposta, “*a aplicação da robótica em diversas áreas*”, não menciona diretamente um conceito da teoria. Esse distanciamento conceitual, contudo, permite uma leitura mediada: ao reconhecer a aplicação da robótica como elemento formativo, ela demonstra uma compreensão incipiente do papel dos artefatos culturais na organização do ensino. A robótica, enquanto TE, constitui um instrumento material que, ao ser relacionado à prática pedagógica, depende da ação consciente do professor para adquirir função mediadora. Segundo Leontiev (2004), é responsabilidade do docente organizar o meio social educativo, estruturando condições e selecionando instrumentos que possibilitem a apropriação do conhecimento. Assim, ainda que sua resposta permaneça no plano empírico, a associação feita pela professora aponta para a dimensão instrumental da mediação: ao incorporar o artefato tecnológico, o professor assume a função de orientar a atividade de estudo, regulando intencionalmente o processo educativo.

As respostas da pergunta demonstram que a intervenção formativa, ancorada na THC, promoveu em quatro dos seis participantes uma identificação conceitual dos princípios epistemológicos subjacentes à RE na perspectiva da THC. A menção explícita à apropriação, à linguagem, ao desenvolvimento do aluno e à aplicabilidade interdisciplinar sinaliza que a RE foi percebida pelos docentes como um processo de mediação simbólica e cultural. Essa tomada

de consciência e o direcionamento da atenção voluntária para os elementos teórico-críticos da THC são passos essenciais para a reorganização consciente da atividade docente.

O Eixo Analítico 1, dedicado a investigar o contexto da formação de professores para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho, estabeleceu uma análise entre o cenário formativo hegemônico e a intervenção pedagógica orientada pela THC. A problematização dos dados pré e pós-intervenção evidenciou contradições lacunas na formação docente e a subsequente reorganização consciente a partir da formação propiciada na intervenção pedagógica promovida, resultando em avanços na definição dos professores sobre RE e no conhecimento dos mesmos sobre a THC.

A análise das Abstrações Auxiliares 1 e 2 confirmou a crítica de que a formação docente existente, tanto inicial quanto continuada, padece de uma lacuna estrutural no que tange à apropriação crítica e à formação teórico-prática para o uso pedagógico das TE. Primeiramente, o déficit formativo foi evidenciado pelo registro unânime dos seis participantes quanto à inexistência de formação específica para o uso pedagógico de tecnologias durante a graduação. Essa carência dialoga com a crítica apresentada por Azeredo, Pizzollo e Bitencourt (2018), que apontam a superficialidade e a falta de acompanhamento efetivo na formação docente. A insuficiência também se manifesta na formação continuada, classificada como “*muito evasiva*” por Wall-E e reduzida a “*palestra*” por R2D2. Tais resultados corroboram com as análises de Oliveira (2019), que reforçam a tendência das políticas educacionais em priorizar a instrumentalização técnica em detrimento de processos formativos direcionados. Ou coadunam os estudos e problematizações de Castro (2020) acerca da pouca (ou nenhuma) carga horária dedicada ao trabalho formativo para o uso pedagógico de TE nas licenciaturas. Nossos professores não são formados para usarem pedagogicamente essas tecnologias.

Em segundo lugar, os dados aqui apresentados e discutidos evidenciam a contradição entre a qualificação acadêmica (materializada em titulações) dos participantes e o déficit formativo em termos de conhecimentos mínimos tanto da RE quanto da THC. Apenas um docente relatou ter recebido formação continuada fundamentada nessa abordagem teórica, e essa discrepância reforça a tese de que a mera acumulação de títulos acadêmicos não assegura a reorganização consciente da atividade docente, mantendo o trabalho pedagógico dos professores limitados às limitações impostas pela racionalidade técnica. Esse quadro analítico dialoga com o que discute Sousa (2019), ao afirmar que o desafio consiste em deslocar os docentes da condição de simples especialistas em conteúdo para a de participantes capazes de produzir sentido em sua própria práxis.

A fetichização do objeto técnico e a ausência de sentido pedagógico também foi identificada nas respostas ao questionário pré-intervenção (Anexo III), com manifesta predominância de concepções de caráter funcionalista ou tecnocrático acerca da RE. A maioria dos professores vinculava a RE a uma finalidade utilitária ou aplicativa, como expressou BB8, ao mencionar o “*uso de tecnologias para aplicar conteúdos didáticos*”. Essa compreensão reduz a robótica a um recurso funcional e neutro, caracterizando o processo que Sousa (2019) e Madureira (2021) descrevem como fetichização do objeto técnico.

A ausência da dimensão cultural e histórica esvazia o potencial pedagógico da RE (Madureira, 2021), e a falta de sentido pedagógico é explicitada pelos relatos de vivências anteriores, segundo os quais a orientação recebida pelos professores quando chegaram os kits de robótica na Escola X se limitou à disponibilização de uma apostila direcionada apenas à montagem de robôs, como destacou BB8: “*a apostila só vem te dando umas orientações para você montar*”. O professor R2D2, ao relatar o insucesso da montagem de veículos, sintetiza essa ausência de intencionalidade: “*E agora, professor? Ai ficava sem sentido*” (R2D2, Transcrição da Intervenção, 2025). A percepção da RE como “*Instrumento de ensino moderno*”, mas palavras de Wall-E, ou inserida na lógica da “*Indústria 4.0*”, como expresso por Eva, reforça a racionalidade tecnicista nas concepções dos professores.

A intervenção formativa, que assumiu a dupla tarefa de prover o domínio técnico-prático da RE e o arcabouço teórico da THC, demonstrou ser um locus de criação cultural, crítica e transformadora da prática pedagógica, com semelhanças ao que é proposto por Echalar *et al.* (2020). O consenso dos seis participantes, que responderam “*Sim, com certeza*” sobre a contribuição da formação para suas práticas pedagógicas, é indício do alcance teórico-prático da intervenção, atestando possível superação da visão tecnicista para uma compreensão da RE como mediação pedagógica, voltada ao ensino de conteúdos científicos e ao desenvolvimento psíquicos dos escolares.

Os resultados pós-intervenção, por fim, atestam a reorganização consciente do psiquismo docente, conforme demonstrado pela apropriação dos conceitos da THC e pela mudança de foco entre os docentes participantes da pesquisa. Vejamos, uma breve síntese, a seguir.

- Superação do vácuo conceitual e do tecnicismo: o professor R2D2 superou o vácuo conceitual inicial ao redefinir a RE como “*um grande auxílio nas aulas para situações-problema*”. Eva, que antes focava na racionalidade tecnocrática (“*Indústria 4.0*”), alterou o foco para o valor pedagógico dessa abordagem, redefinindo a RE como “*Importante, que pode ser aplicada em várias áreas*”, reconhecendo seu potencial educativo e interdisciplinar.

- Entendimento da RE como possibilidade mediação simbólica: a menção explícita de C-3PO à “*possibilidade de transformar e influenciar o desenvolvimento do aluno, linguagem*” evidencia a inserção da RE no campo da atividade orientadora do desenvolvimento, em que o ensino intencional opera na ZDI do estudante, perspectiva discutida por Vigotski (2021) e discutida no Brasil por inúmeros autores, como Prestes (2010) e Castro (2014). Essa compreensão encontra sua gênese em Vygotsky (1934/1982) e respaldo em Castro (2014), ao reiterar a linguagem como o signo preponderante ao desenvolvimento psíquico humano.

- Vivência com sentido e pensamento teórico: o movimento de superação da dicotomia teoria-prática apresenta indícios, como na expressão de BB8: “*Professor, eu senti que dá para a gente trabalhar. Porque antes era muito teoria. Agora percebo que dá para levar para a prática*”. Sputnik, que inicialmente não se imaginava trabalhando com RE, assim atestou: “*Para mim, foi transformador. [...] Agora vejo muitas possibilidades*”. O professor Wall-E, por sua vez, atribui a superação do desafio técnico à apropriação da “*lógica do Arduino*” (pensamento teórico), que torna o problema “*não impossível*”. A fala de Sputnik, ao destacar a importância de “*apropriar-se daquilo que faz sentido para minha prática em sala de aula*”, expressa a vivência concreta do conceito de apropriação, atribuindo-lhe um significado pessoal e social, uma compreensão que dialoga com as reflexões de Sousa e Peixoto (2022).

A fim de visualizar a totalidade do movimento de transformação das concepções docentes, sistematizamos, no Quadro 11, a síntese comparativa entre o estado inicial de conhecimento, caracterizado por lacunas conceituais e visões tecnocêntricas, e a nova qualidade de compreensão alcançada após a mediação formativa.

Quadro 11 – Movimento dialético dos conhecimentos sobre RE e THC

Professor	ANTES da intervenção pedagógica	DEPOIS da intervenção pedagógica
Sputnik	Conhecimento superficial e introdutório sobre a Teoria Histórico-Cultural (THC). Compreensão limitada da Robótica Educacional, associada de forma genérica à facilitação do ensino.	Passou a compreender a Robótica Educacional como parte da apropriação daquilo que faz sentido para sua prática em sala de aula.
C-3PO	Conhecimento inicial considerado “bom”, porém, superficial, sem aprofundamento teórico na THC ou articulação com a prática pedagógica.	Reconheceu a possibilidade de a Robótica Educacional transformar e influenciar o desenvolvimento do aluno, destacando o papel da linguagem.
Wall-E	Ausência de compreensão conceitual sobre Robótica Educacional, associando-a a máquinas para facilitar o ensino-aprendizagem.	Passou a compreender a Robótica Educacional como um instrumento de ensino moderno, com potencial pedagógico.
R2-D2	Declarou não possuir conhecimento prévio (“Nada!”) sobre Robótica Educacional ou sobre a THC.	Reconheceu a Robótica Educacional como um grande auxílio nas aulas, especialmente para o trabalho com situações-problema.
BB-8	Compreensão fragmentada, associando Robótica Educacional à aplicação de conteúdos didáticos e à Indústria 4.0, sem base pedagógica clara.	Demonstrou compreensão de que, ao entender o funcionamento dos componentes, ocorre a apropriação de suas aplicações pedagógicas.

EVA	Conhecimento parcial, percebendo a necessidade de entender parte da teoria para aplicação prática, porém sem clareza conceitual consolidada.	Reconheceu a Robótica Educacional como importante e aplicável em diversas áreas do conhecimento.
-----	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise dialética dos dados apresentados no Quadro 11 revela que a condição inicial dos sujeitos (“Antes”) materializava a hegemonia da racionalidade instrumental na formação docente. A ausência de conhecimentos prévios relatada por R2-D2 (“Nada!”) e a associação imediata da RE à “Indústria 4.0” por BB-8 e Eva evidenciam o que Sousa (2019) e Madureira (2021) denunciam como a fetichização do objeto técnico. Nesse estado inicial, a tecnologia era compreendida como um fim em si mesma ou uma força autônoma de modernização, desprovida de sua dimensão de artefato cultural historicamente situado. A superficialidade teórica apontada por Sputnik e C-3PO confirma a crítica de Oliveira (2019) às políticas de formação que priorizam a instrumentalização técnica em detrimento da apropriação de fundamentos científicos.

Contudo, o movimento evidenciado na coluna “Depois” demonstra a negação dessa alienação inicial por meio de uma intervenção pedagógica intencional. A mudança qualitativa na consciência dos professores não ocorreu pela simples manipulação dos kits (empirismo), mas pela mediação teórica que permitiu ressignificar o objeto. A fala de C-3PO, ao destacar o “papel da linguagem” e a influência no “desenvolvimento do aluno”, sinaliza a superação da visão tecnicista em direção à compreensão da RE como sistema de signos e ferramenta psicológica (Vigotski, 2001).

Observa-se, portanto, a reorganização consciente da atividade pedagógica. Ao passar de uma compreensão fragmentada para o reconhecimento da RE como elemento que “faz sentido” para a prática (Sputnik) e auxilia em “situações-problema” (R2-D2), os docentes operam a transição do *significado* social (a robótica como inovação de mercado) para o *sentido pessoal* (a robótica como instrumento de trabalho pedagógico), conforme as categorias de Leontiev (2004). A intervenção atuou, assim, como um amplificador cultural (Schroeder, 2008; SILVA, 2025, p. 97), permitindo que os professores se apropriassem não apenas da técnica, mas da intencionalidade pedagógica necessária para converter a tecnologia em mediação simbólica voltada ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores.

O Eixo Analítico 1 demonstrou que a RE, na ausência de mediação cultural intencional, reduzida à instrumentalização, não se materializa enquanto TE aplicada à Educação e voltada à aprendizagem de conteúdos científicos escolares, tampouco, ao desenvolvimento dos estudantes. Contudo, quando alicerçada em alguns dos princípios basilares da THC, transforma-se em um

amplificador cultural de mediação simbólica, propiciando a apropriação crítica dos conceitos científicos pelos docentes e a necessária reorganização consciente de sua atividade pedagógica.

5.2. TRABALHO PEDAGÓGICO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE PORTO VELHO/RO

O Eixo Analítico 2 se dedica a analisar o trabalho pedagógico mediado pela RE na Escola X de Porto Velho/RO. O propósito central reside em examinar como os docentes compreendem, organizam e desenvolvem suas práticas, os sentidos que atribuem à docência e as contradições dialéticas emergentes no uso da RE como abordagem didática.

A investigação, cabe lembrar, fundamenta-se na THC, que concebe o trabalho pedagógico como o vetor essencial para a apropriação do conhecimento científico e para o desenvolvimento das FPS dos estudantes, conforme postulado por Silva (2021) e Castro (2014). Buscamos analisar se a atividade docente ultrapassa a mera execução de tarefas programadas, incorporando o preparo teórico-metodológico e o estabelecimento consciente de objetivos, conforme requer a THC (Sousa, 2023; Lopes, 2024; Vigotski, 2021). A perspectiva analítica está voltada à materialização da *práxis* docente, examinando se a inserção da RE pode ser utilizada para fomentar o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes ou, ao contrário, se a atividade se restringe à reprodução e/ou à memorização mecânica (Silva, 2025; Echalar *et al.*, 2020; Schroeder, 2008).

Assim, o Eixo Analítico 2 analisa o movimento dialético entre o singular da experiência pedagógica e o universal da racionalidade objetiva histórica, caracterizando as práticas de ensino dos professores e identificando os desafios (como a carência de base teórica e as limitações estruturais) e as potencialidades da RE para promover um ensino que articule conscientemente o conteúdo historicamente acumulado com a experiência concreta dos estudantes (Sousa, 2023; Silva, 2021).

5.2.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO

Dedicamos essa abstração à análise da prática pedagógica dos professores do Ensino Médio participantes da pesquisa, especialmente, no contexto mediado pela RE, que constitui um ponto de estudo para a THC (Silva, 2021; Castro, 2014). Esta abstração auxiliar, então, examina as estratégias empregadas pelos docentes e a racionalidade que fundamenta seu

trabalho em sala de aula. A investigação se estrutura a partir da questão central que interroga a própria conceituação que os professores atribuem a suas aulas, buscando desvelar as bases conceituais de sua atuação.

Na perspectiva da THC, e com base nos estudos de Sousa (2023), a atividade profissional docente transcende a mera execução de tarefas programadas, exigindo preparo teórico-metodológico e o estabelecimento consciente de objetivos. Conforme Oliveira (2019), a ausência de um embasamento teórico leva o ensino a ser orientado pela lógica do cotidiano, destituído da intencionalidade, pensamento crítico e planejamento inerentes à atividade complexa da Educação. O trabalho pedagógico, em sua plenitude, deve ser guiado pelo princípio da articulação consciente entre o saber historicamente acumulado e a experiência concreta do estudante, conferindo sentido pleno ao conhecimento veiculado, como postulado por Vigotski (2021).

A pesquisa, ao buscar caracterizar a prática docente, evidencia um problema estrutural recorrente no campo educacional: a persistente dicotomia entre teoria e prática. Silva (2021) aponta que essa separação é um sintoma da formação que falha em promover a integração consciente do trabalho. Essa fragmentação impede a constituição de uma práxis autêntica, limitando o professor ao verbalismo ou a uma atividade meramente instrumental e técnica, conforme enfatiza Silva em estudo complementar Silva (2025).

A inserção da RE como abordagem mediadora impõe um desafio à práxis docente. Sua aplicação exige que o professor supere a visão tecnocêntrica e compreenda o potencial da RE para catalisar o processo de apropriação conceitual. A valorização de atividades como montagem e programação, evidenciada na experiência com a RE, dialoga com o postulado segundo o qual o conhecimento se faz na ação, demandando subsídios essenciais para uma *práxis* emancipadora, como defende Sousa (2023).

A tentativa de conjugar o pensamento conceitual à experiência prática, manifestada pelos professores, indica um movimento que, embora incipiente, está em consonância com a busca por uma intencionalidade pedagógica, conforme estudos de Silva (2021; 2025). A ênfase na contextualização e no debate reflete o esforço dos docentes para transcender um ensino puramente expositivo e mecânico, impulsionando a superação do verbalismo.

Portanto, a análise das percepções e caracterizações da prática docente no contexto da RE permite examinar o movimento dialético entre o singular da experiência pedagógica e o universal da racionalidade objetiva histórica, buscando compreender a materialização da práxis e as condições de possibilidade para a emancipação do sujeito-professor (Echalar *et al.*, 2020). O objetivo analítico reside em determinar se a apropriação da RE está sendo utilizada para

fomentar o desenvolvimento do pensamento teórico, ou, conforme Silva (2025), se essa atividade se restringe à reprodução e à memorização mecânica, características que denotam um processo alienante.

Dessa forma, passamos a analisar a primeira questão dessa abstração, na qual, na pergunta 17 do questionário aplicado antes da intervenção, questionamos: “*Como você caracteriza suas aulas?*”. A apreensão do real, nesse ponto, revelou percepções distintas sobre as atividades de ensino entre os participantes e que os professores caracterizaram suas aulas em um espectro que varia entre “*a exposição dialogada*”, a “*tentativa de integração entre teoria e prática*”, o “*equilíbrio entre o conceitual e o experimental*” e a “*atualização dos conteúdos em relação à realidade dos estudantes*”. Contudo, a ausência de resposta por parte de dois docentes R2D2 e Wall-E e a diversidade nas autoavaliações dos que a responderam Sputnik, C-3PO, BB8 e Eva manifestam dificuldade em delinear uma práxis pedagógica embasada em um sistema teórico coerente.

O professor Sputnik respondeu a essa questão assim: “*expositiva, conversada*”. Essa resposta evidencia foco na modalidade didática e na comunicação verbal, mas o viés dialogado sugere uma tentativa de romper com o modelo puramente tradicional. Já o professor C-3PO resumiu sua abordagem como “*dinâmicas, com teoria e prática*”. A declaração mostra o esforço de unir teoria e prática, promovendo um ensino que integra o pensamento conceitual à experiência acerca do experimento. Apesar do avanço, persiste o desafio de superar a divisão entre teoria e prática, um problema recorrente, também identificado por Silva (2021) na formação docente. Segundo a autora, tanto a formação quanto as discussões escolares alternam entre valorizar a teoria e priorizar a prática, mantendo essa dicotomia no cotidiano pedagógico.

A professora BB8 descreveu suas aulas como “*conceituais versus atividades práticas*”. Essa resposta também revela intenção de fazer coexistirem teoria e prática, indicando uma busca por equilíbrio entre trabalhar pedagogicamente com conceitos e realizar experimentos. Eva, por sua vez, mencionou que ministra “*aulas atualizadas com a realidade*”, o que evidencia esforço em relacionar conceitos científicos (Vygotsky, 1934/1982) ao contexto contemporâneo dos estudantes, com foco na relevância do conteúdo para a vida cotidiana e para o mundo atual.

A heterogeneidade observada nas respostas dos professores à questão 17 do questionário aplicado antes da intervenção mostrou, assim como também sugere a análise de Silva (2021), uma indefinição subjacente ao direcionamento das políticas de formação que orientam esses profissionais. A diversidade de concepções expressas pelos participantes pode ser interpretada como resultado de processos formativos desalinhados teoricamente e sem clareza quanto aos

objetivos pedagógicos, além de indicar lacunas no planejamento e na implementação dessas políticas.

A THC sustenta que a atividade profissional docente exige um preparo teórico-metodológico fundamentado em conhecimentos científicos, selecionados de forma consciente e com objetivos previamente definidos, conforme discutido por Oliveira (2019). Quando os docentes não conseguem explicitar a base conceitual de sua prática (evidenciada na variedade não sistematizada das respostas), tendem a guiar o ensino pela lógica da vida cotidiana, em vez de se orientarem pela intencionalidade e organização do ensino.

A inexistência de uma fundamentação teórica leva o docente a estruturar suas práticas a partir de referências do cotidiano, conforme observa Oliveira (2019), o que limita o desenvolvimento de uma ação pedagógica sistematizada e consciente. O caráter eclético evidenciado nas respostas à questão 17 do questionário aplicado antes da intervenção revela a carência de princípios estruturantes capazes de orientar o ensino de forma sequencial e de potencializar o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. Essa análise converge para a compreensão de que práticas escolares baseadas no espontaneísmo tendem a não promoverem o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

A dificuldade em definir um referencial teórico, expressa nas respostas dos participantes, configura-se como entrave epistemológico ao exercício docente, pois, sem uma base conceitual definida, o trabalho pedagógico tende a perder intencionalidade e profundidade. Docentes que optam por não adotar referenciais teóricos, concentrando-se apenas em práticas, acabam por limitar o potencial formativo de suas ações, pois o pensamento teórico, ao dialogar com a prática, uma organização do ensino voltada ao trabalho pedagógico com conceitos científicos e o desenvolvimento psíquico dos aprendentes, como argumenta Telma Lopes (2024). Além disso, o planejamento pedagógico corre o risco de se tornar fragmentado, comprometendo a qualidade do processo de ensino e o consequente desenvolvimento dos estudantes, conforme aponta Sousa (2023).

A ausência de uma definição teórica, evidenciada nas respostas, constitui um entrave epistemológico tanto para a emancipação docente quanto para a autonomia dos estudantes. De acordo com Sousa (2023), a THC, em particular, destaca como um referencial capaz de favorecer o desenvolvimento intelectual dos aprendentes, além de potencializar o aprimoramento das práticas pedagógicas dos professores. Na análise de Santos (2021b), a organização intencional do ensino, fundamentada em princípios bem delineados, é essencial para garantir que o professor disponha de diretrizes que orientem sua atuação, possibilitando a materialização de um ensino sequencial e planejado.

A análise dialética das respostas à questão 17 do questionário aplicado antes da intervenção, que revelou diversidade e falta de unidade na caracterização das aulas, articula-se diretamente com a crítica da THC ao ecletismo pedagógico, como aponta Souza (2019), e à necessidade imperativa de que a práxis seja sustentada por um referencial teórico consciente, o qual deve ser apropriado pelos docentes em um processo contínuo de transformação.

Adiante, a questão 18 do questionário aplicado antes da intervenção versava o seguinte: “*Quais recursos você mais utiliza em suas aulas?*”. As respostas revelaram preferência por materiais tradicionais e por ferramentas de apoio didático básicas, com pequenas variações entre os participantes. Em geral, o uso desses recursos parece bastante ligado às rotinas tradicionais de sala de aula, com menções frequentes a livros, apostilas e data shows. Apenas um participante descreveu os recursos utilizados de forma detalhada.

O professor Sputnik indicou que utiliza “*livros e apostilas*”. Essa resposta evidencia uma prática centrada em referências textuais impressas, o que indica adesão a materiais didáticos tradicionais, frequentemente associados a rotinas convencionais de sala de aula. Já o professor C-3PO respondeu que utiliza “*data show*”. Essa fala revelou uma transição para o uso de recursos audiovisuais e digitais, sinalizando uma modernização da forma de mediar o conteúdo escolar, embora não especifique como esse recurso se insere na dinâmica da sua aula.

Essa prevalência de recursos tradicionais e a falta de detalhamento ou diversificação, conforme revelado pelas respostas, coadunam com a crítica da THC à manutenção de práticas pedagógicas que não se alinham à complexidade do desenvolvimento do pensamento científico. O uso predominante de materiais didáticos convencionais e o foco em rotinas de sala de aula podem ser sintomas de uma formação inicial que negligencia a integração teoria e prática.

Na concepção de Oliveira (2019), a ausência de uma fundamentação teórica, que apoie o trabalho docente sob uma perspectiva desenvolvimental, pode resultar em práticas pedagógicas limitadas didaticamente. Essa limitação sugere a necessidade de um embasamento teórico para que as ações dos educadores promovam avanços didáticos no contexto escolar e a consequente apropriação dos conteúdos pelos educandos.

Dando sequência, o professor R2D2 indicou que utiliza “*livro didático e data show*”, revelando uma mescla entre o recurso tradicional e o digital básico, mas a concisão da resposta limita a compreensão do nível de exploração didática de ambos. O professor Wall-E, por sua vez, respondeu que utiliza “*quadro branco, pincel, projetor, multimídia e livro de matemática*”, demonstrando um repertório mais amplo de ferramentas, que inclui tanto os instrumentos básicos de exposição quanto recursos multimídia. Essa diversificação dos suportes indica maior integração entre os diferentes instrumentos.

O uso de materiais prontos, como livros e apostilas (como mencionado por Sputnik), pode caracterizar um ensino mais voltado à transmissão de informações do que à organização de atividades que promovam o desenvolvimento. Tais práticas tendem a reforçar a racionalidade técnica da formação, marcada pela “ênfase a metodologias para aprendizagem dos estudantes de base construtivista, centradas no aprender a aprender” conforme apontamento de Silva (2025, p. 148).

A professora Eva manifestou que utiliza “*livros e apostilas*”, e essa fala reforça, assim como Sputnik, a centralidade dos materiais impressos como principal recurso de apoio à sua prática, o que é coerente com a tendência de predomínio dos recursos tradicionais, representados pelos livros e apostilas, mencionados por metade dos participantes.

Nos parece que a prevalência de práticas sem o devido embasamento teórico, exemplificada pela descrição limitada dos recursos didáticos utilizados pelos professores participantes da pesquisa, pode levar a um ensino que não favorece a passagem do pensamento empírico ao teórico. A falta de clareza nas respostas, ou o foco nos recursos básicos, sem a devida intencionalidade pedagógica, é um indicador de que o espontaneísmo e o trabalho individualizado predominam entre os professores investigados.

As respostas à questão 18 do questionário, por fim também relevam hegemonia de recursos tradicionais e dificuldade em articular teoricamente o uso de recursos mais inovadores. Isso sugere que, embora o discurso docente (como os de C-3PO e Wall-E) comece a incorporar tecnologias, a prática permanece ancorada em suportes básicos.

A análise das respostas à pergunta 19, “*Você utiliza tecnologias em suas aulas?*”, adiante no questionário aplicado antes da intervenção, mostrou que todos os participantes afirmaram empregar algum recurso tecnológico em sua prática docente, embora a natureza e a amplitude desse uso variem entre eles. As respostas abrangem desde a utilização de equipamentos básicos de apresentação, como o data show, até menções mais pontuais a dispositivos digitais e instrumentos específicos da área de conhecimento. Essa diversidade nos sinaliza diferentes níveis de incorporação tecnológica nas aulas e distintas compreensões do que se entende por tecnologia no contexto educacional pelos professores.

O professor Sputnik falou que utiliza “*projektor, IA e notebook*”. Esta resposta mostra que ele emprega tecnologias de apresentação, mas é único ao mencionar explicitamente o uso de IA, o que sugere interesse em explorar recursos emergentes. Essa busca é um aspecto positivo da prática docente, mas deve ser articulada a uma intencionalidade pedagógica a partir de um referencial teórico-metodológico. A inclusão de IA no discurso revela preocupação com a atualização, em contraste com o ecletismo formativo geral percebido, o que configura um

dilema entre a necessidade de acompanhar a sociedade tecnológica e a falta de base teórica e de formação continuada voltada ao uso didático de TE.

O professor C-3PO disse que utiliza “*notebook e data show*”, indicando uma abordagem tradicional quanto ao uso de tecnologias, voltada à apresentação de conteúdos e ao apoio visual, sem detalhar como esses instrumentos são utilizados no processo de ensino. Já a professora BB8 respondeu que utiliza “*data show, projetor, slides*”, também com foco em tecnologias de apoio visual e expositivo, comuns em práticas pedagógicas convencionais, mas que, na perspectiva da THC, podem não ser suficientes para o desenvolvimento do pensamento teórico se não forem utilizadas como instrumentos de mediação intencional. Assim como Eva e Wall-E, que responderam utilizar “*data show e projetor*”, indicando que a função primordial dos recursos tecnológicos é o suporte à exposição de conteúdo. O professor R2D2, por seu turno, respondeu “*sim, uso as tecnologias. Livro didático*”. Uma resposta contraditória, pois, ao afirmar que utiliza tecnologias, ele as alinha imediatamente ao recurso mais tradicional, o livro didático, sem especificar o uso de uma TE.

Em suma, as respostas indicam que o uso de tecnologias é majoritariamente para fins de apresentação, e não necessariamente para promover uma atividade de estudo que exija apropriação conceitual por parte do estudante. A dependência da tecnologia como mera ferramenta de exposição visual, sem um planejamento intencional para transformá-la em instrumento de mediação, pode ser uma representação da formação docente recebida por esses professores. Pesquisas na área apontam que a carência de uma base teórica definida entre os professores, em sua ampla maioria, ecléticos, ou mesmo sem conseguir sequer indicar uma base que os oriente, observado em estudos recentes com professores de diferentes municípios do estado de Rondônia (Brandt, 2023; Lopes, 2024, Sousa, 2023; Santos, 2021b; Silva, 2021; Silva, 2025).

Embora haja reconhecimento da importância das TE por parte dos professores, a falta de formação direcionada dificulta seu uso pedagógico efetivo e criativo. Recentemente, Lopes (2023, p. 121), em uma pesquisa sobre o uso pedagógico de TE na Educação Infantil (EI), identificou que docentes atuantes nesta etapa nunca tiveram “*um trabalho formativo com tecnologias que completasse uma lacuna da sua formação*”, situação que se estende do Ensino Fundamental ao Ensino Médio.

Apesar de todos afirmarem usar tecnologia, as respostas rasas dos participantes, com pouca descrição das estratégias utilizadas, limitam a nossa compreensão de como suas práticas se concretizam no cotidiano. Essa ausência de detalhamento na descrição do uso das TE está em contraste com o potencial transformador que a THC atribui aos conhecimentos culturais,

pois, sem uma intencionalidade, a prática se torna dispersa, conforme também indicou a pesquisa recente de Sousa (2023).

Silva (2021) elenca que o ensino baseado na THC exige que o professor seja o organizador do meio educativo e utilize instrumentos mediadores, como a RE, por exemplo, para orientar e promover o desenvolvimento. Se a tecnologia é reduzida à mera função de projetar slides (BB8, Eva, R2D2), seu potencial de mediação e de desenvolvimento do pensamento teórico é subaproveitado, comprometendo a eficácia do ensino, o que evidencia a importância de uma abordagem dialética que conecte teoria e prática, conforme aponta Sousa (2023).

A análise das respostas à pergunta 19, “*Você utiliza tecnologias em suas aulas?*”, na sequência do questionário aplicado antes da intervenção, reforça que a incorporação da tecnologia está em estágio inicial e é predominantemente instrumental, mesmo todos tendo respondido que sim. Já as respostas à pergunta 21, “*Quais estratégias desenvolve para superar essas dificuldades?*”, revelam a predominância de abordagens centradas na prática e na participação dos estudantes. Embora as respostas apresentem diferentes níveis de detalhamento e clareza, é possível identificar que a maioria dos docentes recorre a abordagens baseadas em atividades concretas, discussões e contextualizações para enfrentar os desafios do processo de ensino.

O professor Sputnik elencou que procura “*apresentar, a partir da contextualização histórica, os conceitos trabalhados*”. Essa resposta mostra uma tentativa de aproximar os conteúdos da realidade e da temporalidade dos fenômenos estudados, tornando-os compreensíveis aos educandos. Essa estratégia de vincular o conteúdo à realidade ecoa a necessidade de uma prática consciente, capaz de promover a ascensão do conhecimento cotidiano ao científico, uma vez que o ensino deve ser planejado para que o professor possa, conforme estudos de Silva (2025, p. 199), “*colaborar para que o conhecimento cotidiano do estudante seja ampliado, tornando-o em conhecimento científico*”.

O professor C-3PO respondeu que utiliza “*debate e atividades práticas*”. Essa fala demonstra preocupação em envolver os estudantes por meio da argumentação e do diálogo, associando o pensamento à experimentação em sala de aula. Ambos revelam uma valorização da participação dos estudantes, ainda que em formatos distintos, um voltado à contextualização teórica e o outro à dinamização da aula. As respostas dos professores R2D2 e Wall-E, indicam uma ênfase na prática, mas com diferentes graus de clareza.

O professor R2D2, por sua vez, ofereceu uma resposta fragmentada e pouco objetiva: “*Entender na prática*”. É possível identificar a ideia de que a prática e a experiência são

elementos centrais de sua estratégia. E a superficialidade da resposta pode ser sintoma do ecletismo teórico já discutido na análise da questão 17, permitindo-nos presumir que práticas inadequadas na escola podem decorrer de que, por vezes, os professores não possuem uma base teórica que possa orientá-los em sua atuação e desenvolvimento, conforme apontado por Lopes (2024), Silva (2021; 2025), Castro (2014) e outros pesquisadores defensores da THC enquanto base para a formação de professores.

O professor Wall-E descreveu de forma direta que utiliza “*atividades práticas envolvendo cálculos*”, indicando uma abordagem focada na aplicação de conteúdos matemáticos por meio de exercícios ou problemas contextualizados e reforçando a crença na prática como meio didático indispensável nas áreas de Ciências Exatas. A professora BB8 respondeu que procura desenvolver suas “*aulas práticas para que o aluno consiga entender a teoria*”. Essa fala demonstra que a atividade prática é vista como um meio de facilitar a compreensão dos conceitos teóricos, articulando-se à ideia de que a aplicação em situações concretas pode tornar o aprendizado mais coerente com a realidade, o que constitui um passo para a superação da dicotomia teoria-prática.

A resposta da professora Eva, em outra perspectiva, ao afirmar que busca “*fazer com que o aluno entenda o que é passado, mas com atividades contextualizadas*”, denota a centralidade da contextualização no processo de ensino, pois, conforme argumenta Vigotski (2021), o conhecimento adquire sentido pleno apenas quando articulado à realidade vivida pelo estudante. Mesmo sem demonstrar conhecimento da THC, apresenta elementos dela – constituindo-se num embasamento inconsciente.

Observamos, no conjunto das respostas, uma valorização tanto da contextualização (Sputnik, Eva) quanto das atividades práticas (C-3PO, Wall-E, BB8), o que, na perspectiva de Saviani (2012), certa intencionalidade pedagógica e articulação entre o ensino e a experiência do aprendente. Além disso, Silva (2021) destaca que a ênfase na prática e no debate manifesta o esforço dos docentes em superar um ensino restrito à mera exposição, resultado de uma formação que não promove a integração consciente entre teoria e prática, como também é discutido por Silva (2021; 2025). Dessa forma, as análises empíricas reforçam a importância do embasamento conceitual para o aprimoramento da prática docente.

A análise das respostas à pergunta 2 do questionário aplicado após a intervenção, “*Você se sente mais preparado(a) para aplicar atividades de Robótica Educacional em sua disciplina? Por quê?*”, mostra as percepções distintas entre os docentes quanto ao próprio nível de preparo e à confiança para colocar em prática o que foi vivenciado na formação. De modo geral, cinco dos seis participantes afirmam se sentir mais preparados, embora com diferentes

graus de segurança e justificativas que variam entre o fortalecimento teórico e o aprendizado prático. Apenas uma participante expressou a necessidade de preparo antes de se considerar plenamente apta.

O professor Sputnik declarou se sentir preparado “*do ponto de vista mais teórico do que prático*”, o que demonstra um senso de autocrítica e uma percepção equilibrada do próprio processo de apropriação, reconhecendo o avanço na compreensão conceitual, mas também a persistência de lacunas na possível execução de atividades pedagógicas usando a RE em suas aulas. Essa dicotomia entre avanço teórico e hesitação prática é comum em processos de formação continuada, nos quais a apropriação conceitual nem sempre se traduz imediatamente em domínio prático, o que exige pensar sobre.

O professor C-3PO respondeu de forma breve e direta “*Sim*”. Essa ausência de explicação pode indicar uma sensação geral de confiança, mas sem conseguir argumentar sobre as dimensões que compõem esse sentimento de prontidão. Tal brevidade pode indicar que a apropriação do conhecimento ocorreu em um nível mais intuitivo, ou ainda que a formação não forneceu a base conceitual necessária para que o professor pudesse elaborar sua resposta de forma mais detalhada.

O professor R2D2, por seu turno, afirmou estar preparado para “*trazer a prática do dia a dia*”, sugerindo a valorização da utilidade e da aplicabilidade das atividades em contextos próximos à realidade dos estudantes. Essa prioridade da experiência no cotidiano, embora positiva, deve ser mediada pelo conhecimento científico, pois a perspectiva da THC sustenta que, de acordo com estudos de Silva (2025), o professor deve ajudar a ampliar o entendimento diário do estudante, transformando-o em conhecimento científico de maneira acessível e instigante.

Já o professor Wall-E apresentou uma resposta mais elaborada: “*tive a oportunidade de obter alguns conhecimentos, experiência de montagem e programação*”. Essa fala indica uma percepção de ganho concreto, associada à manipulação e à experimentação. A valorização da prática, evidenciada pela ênfase na “*experiência de montagem e programação*”, dialoga diretamente com o que a THC propõe acerca do processo de apropriação, destacando que o conhecimento se constitui na relação entre conhecimentos espontâneos e científicos. Como explica Sousa (2023, p. 8), a prática pedagógica demanda “subsídios essenciais para uma práxis efetiva e visando a uma educação emancipadora”.

A professora BB8 afirmou se sentir confiante “*devido ao conhecimento adquirido dos componentes e suas diferentes aplicações*”. Essa resposta reforça uma relação direta entre o aprendizado técnico e a sensação de segurança. A sensação de preparo, advinda do domínio

técnico-aplicativo (“*conhecimento adquirido dos componentes*”), é um elemento de transformação da atividade docente a partir do processo formativo empreendido. Por outro lado, Eva adotou um tom cauteloso ao responder que “*preciso estar mais preparada para isso*”. Essa resposta destaca a consciência de que ainda há aspectos a desenvolver antes de se sentir plenamente pronta para utilizar a RE em sua prática. Essa postura autocrítica revela a percepção de que a formação, embora relevante, pode ter deixado lacunas. O aprofundamento é necessário para que o professor incorpore o referencial teórico e transforme sua prática, a formação deve considerar o conhecimento prévio do sujeito e os conteúdos devem ser definidos com base em uma avaliação alinhada à ZDI, conforme salienta Lopes (2024).

A análise, até aqui, mostra que a intervenção formativa em RE promoveu um avanço generalizado na autopercepção de preparo dos docentes, embora o foco desse preparo varie entre as dimensões teórica, prática cotidiana; e o domínio técnico-conceitual específico. E a diversidade nas respostas sublinha a complexidade da formação continuada, em que a apropriação do conhecimento e a consequente autotransformação do sujeito ocorrem em ritmos e níveis distintos, exigindo a compreensão do método dialético para superar a aparência de simples mudança de prática e alcançar a essência do desenvolvimento.

A percepção dos docentes sobre seu preparo para aplicar a RE está intrinsecamente ligada a práticas e conceituais, refletindo o as possibilidades da RE como abordagem. Essa sensação de preparo de Wall-E e BB8 ecoa as capacidades que a RE proporciona, como descrevem Santos (2021a), ao afirmarem que a RE permite ao professor demonstrar os conceitos que desenvolvemos de forma que seja mais amigável prática e possibilita "construir e programar diversos protótipos automatizados para realizar tarefas do dia a dia". A menção de R2D2 a trazer a prática do cotidiano demonstra que o professor percebeu a função da RE como um ambiente de resolução de problemas aplicados. Já a ressalva de Sputnik, que se sente mais preparado no ponto de vista teórico, sugere uma lacuna na experiência prática de experimentação, indicando que a confiança plena na aplicação depende da integração efetiva entre o conhecimento pedagógico e a manipulação técnica dos kits.

Doravante, as análises das respostas à pergunta 1 do questionário aplicado após a intervenção, “*As condições oferecidas pela escola (sala, equipamentos, internet, materiais etc.) foram adequadas para a realização da formação? Por quê?*”, mostrou a aprovação por parte dos professores quanto às condições objetivas para a realização da formação em RE. Dos seis participantes, cinco responderam afirmativamente, indicando que a infraestrutura e o suporte material e logístico foram considerados adequados. Apenas um participante apontou a inadequação das condições, com foco em problemas de infraestrutura e conectividade.

O professor Sputnik respondeu que a condição foi “*parcial, a falta de materiais e a instabilidade da internet atrapalharam*”. Essa resposta enfatiza problemas concretos de infraestrutura e conectividade, apontando entraves que afetam diretamente a continuidade das atividades e o uso de tecnologias conectadas na Escola X, de uma forma geral. Essa avaliação “*parcial*” expôs uma dissonância entre a intenção pedagógica e as condições objetivas de trabalho, o que frequentemente compromete a práxis quando falamos em uso pedagógico de TE nas escolas públicas brasileiras. Na perspectiva da THC, a atividade humana, incluindo a atividade docente, é mediada pelas condições materiais, e a ausência ou a precariedade dessas condições constitui um obstáculo óbvio para tal.

O professor C-3PO expressou uma visão oposta, afirmando que “*Já existe um material disponível na escola*”, e essa fala sugere satisfação com os recursos existentes e reconhecimento de que o ambiente institucional oferece o mínimo necessário para a realização da formação. A percepção positiva de C-3PO indica que ele se apropriou da formação dentro dos limites do que a escola podia oferecer. Já o professor R2D2, que também respondeu “*Sim.*”, indicando concordância quanto à adequação das condições, assim como os professores Wall-E, BB8 e Eva

Essas respostas curtas indicam concordância com a adequação das condições, mas não oferecem detalhamento nem justificativas que esclareçam quais aspectos contribuíram para essa avaliação positiva. A ausência de explicação pode indicar conformidade ou uma percepção pragmática, na qual a infraestrutura foi considerada suficiente para o cumprimento das atividades propostas. E o fato de a maioria ter respondido afirmativamente, apesar de a escola estar localizada em uma região da Amazônia Ocidental, em que a precariedade da infraestrutura tecnológica é comum, sugere que, para a maioria, a existência de um mínimo de recursos (como a sala e os kits de RE) foi considerada um suporte adequado. No entanto, é necessário atentar para a divergência de Sputnik, que, ao mencionar a “*instabilidade da internet*”, aponta para uma limitação concreta e endêmica em contextos escolares da Amazônia Ocidental, conforme aponta Santos (2021b), em que o uso de TE é dificultado por condições da infraestrutura escolar.

Essa diferença de percepção entre docentes da mesma área (Sputnik e C-3PO) e a convergência de outros (R2D2, Wall-E, BB8 e Eva) evidenciam que a avaliação das condições depende tanto da experiência individual quanto do grau de expectativa em relação à estrutura disponível. A perspectiva de Sputnik, que relata dificuldades de infraestrutura, é um lembrete da persistente necessidade de melhora nas condições objetivas de trabalho. No entanto, o consenso dos demais quanto à adequação das condições mostrou que a formação, em sua essência, pôde ser aplicada de forma satisfatória, mesmo diante das limitações existentes. O

conjunto das respostas demonstra que, embora a infraestrutura tecnológica não seja a ideal (como indicado por Sputnik), a maioria dos participantes considerou as condições da escola adequadas ao processo formativo em RE, percebendo a formação como viável e aplicável à realidade local.

Na sequência, a análise das respostas à pergunta 2 do questionário aplicado após a intervenção, “*Que tipo de dificuldade você percebeu durante a aplicação das atividades de RE?*”, sugere foco dos docentes em dificuldades de ordem prática e técnica, relacionadas principalmente ao tempo e à complexidade inerente às atividades de montagem e programação. Essas dificuldades apontam para a necessidade de suporte institucional adequado e para a carência de um aprofundamento teórico-metodológico que transcenda a dimensão técnica.

O professor Sputnik disse que “*a instabilidade da internet e a falta de materiais*” foram as dificuldades – o que já fora discutido acima, mas nunca é demais reforçar que as condições objetivas do trabalho docente podem levar à frustração e ao abandono de práticas inovadoras, como a RE.

O professor C-3PO respondeu que “*a falta de tempo para desenvolver mais as atividades com os alunos*” foi a dificuldade encontrada. Essa fala revela que a dificuldade central reside na gestão do tempo na escola e que a complexidade das atividades de RE demanda maior carga horária do que o previsto na rotina curricular. O professor reconhece o potencial da RE, mas também que a organização do tempo escolar não permite explorá-la plenamente. Essa resposta, ao mesmo tempo, remete à sobrecarga de trabalho docente, uma realidade que afeta a possibilidade de o professor desenvolver atividades que exijam planejamento, estudos e dedicação.

O professor R2D2, por sua vez, observou que “*o tempo para trabalhar com a teoria e prática*” foi uma dificuldade, demonstrando que, para esse professor, a dificuldade reside na articulação entre teoria e prática durante o tempo de aula. Essa dificuldade em equilibrar os aspectos conceituais (*teoria*) e a manipulação dos kits (*prática*) sugere que o processo de apropriação dos conteúdos da RE ainda não está plenamente consolidado, o que leva à percepção de cindibilidade entre teoria e prática. Tal tensão é histórica na formação de professores, que lutam para superar o dilema de que “*a teoria está muito longe da prática, a realidade da escola é diferente, vamos dando o nosso jeito*”.

O professor Wall-E também destacou “*tempo e material inadequado*”. Essa fala, de forma sucinta, reforça o problema da falta de tempo (como C-3PO e R2-D2 também mencionaram) e a inadequação dos materiais (como o Sputnik). A reiteração dessas

dificuldades objetivas por diferentes professores participantes da pesquisa reforça a dimensão estrutural desses desafios.

A professora BB8 disse que a dificuldade foi “*aprender a usar os comandos na programação*”, sendo a única a apontar uma dificuldade específica de ordem técnica, o que indica a necessidade de aprofundamento na dimensão instrumental da RE em uma futura formação. A professora Eva, por sua vez, manifestou “*a falta de tempo para aprofundar os estudos*”. Essa resposta corrobora a questão do tempo (C-3PO, R2D2, Wall-E), mas a vincula diretamente à necessidade de mais aprofundamento teórico e prático. A docente reconhece que a complexidade da RE exige um estudo contínuo e mais extenso para que as estratégias sejam plenamente dominadas e aplicadas, o que acaba sendo elogioso ao processo formativo que desenvolvemos. E essa percepção é interessante destacar, pois, conforme discutido por Lopes (2024), o professor é visto como um sujeito que aprende por meio de diversas mediações, adaptando-se à medida que surgem novas necessidades.

As respostas à pergunta 2 do questionário pós-intervenção indicam que, após a intervenção em RE, os professores detectaram desafios específicos, como questões de infraestrutura, de tempo e de aspectos técnicos, como a programação. Reconhecer esses obstáculos é um passo para a mudança de paradigmas dos docentes, pois a consciência dessas dificuldades é o ponto de partida para superá-las. Com base na THC, a intervenção em RE busca fornecer ferramentas que permitam abordar esses desafios de maneira consciente e planejada. São, em síntese, apontamentos que servem como feedbacks para nós que planejamos, implementamos e estamos a avaliar essa intervenção pedagógica na Escola X.

A presente Abstração Auxiliar 1 se centrou na análise da prática pedagógica dos docentes do Ensino Médio da Escola X, no sentido de melhor compreender as características do trabalho pedagógico desses profissionais com a RE, antes e após a formação. A temática central da análise consistiu em compreender de que modo a prática pedagógica se manifesta, quais recursos de mediação são empregados e se há um referencial teórico consciente que a sustente, elementos cruciais para a futura integração da RE como abordagem didática. As questões que nortearam a apreensão do real (Asbahr, 2011) foram: “*Como você caracteriza suas aulas?*” (Questão 17), “*Quais recursos você mais utiliza em suas aulas?*” (Questão 18) e “*Você utiliza tecnologias em suas aulas?*” (Questão 19). Em relação à Questão 17, as respostas revelaram um espectro que varia desde a “*exposição dialogada*” (Professor Sputnik) até a busca por um “*equilíbrio entre o conceitual e o experimental*” (Professor C-3PO e Professora BB8) e a “*atualização dos conteúdos em relação à realidade dos estudantes*” (Professora Eva). A constatação dialética extraída dessas respostas aponta para uma dificuldade estrutural em

delinear uma prática pedagógica fundamentada em um sistema teórico coerente. Conforme Lopes (2024), quando os docentes não conseguem explicitar a base conceitual de sua prática pedagógica, a atividade de ensino tende a ser guiada pela lógica da vida cotidiana, em detrimento da intencionalidade e do planejamento exigidos pela atividade educativa. Essa dispersão teórica configura um entrave epistemológico, limitando o potencial do ensino para promover o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes, conforme problematiza Sousa (2023). Quanto à Questão 18, sobre os recursos mais utilizados, as respostas indicaram a hegemonia de materiais tradicionais, como “*livros e apostilas*” (Professor Sputnik e Professora Eva), e o uso de recursos audiovisuais e digitais básicos, como o “*data show*” (Professor C-3PO, Professor R2D2 e Professor Wall-E). A conclusão analítica dessa questão é que a prática docente permanece estacionada em suportes básicos, o que sugere um ensino mais voltado à transmissão de informações do que à organização intencional de atividades que promovam o desenvolvimento, em consonância com a pesquisa de Lopes (2024). Finalmente, no que concerne à Questão 19, todos os participantes afirmaram utilizar tecnologias em suas aulas, mas a natureza predominante desse uso é instrumental e expositiva, focada em projetar slides via “*datashow e notebook*”, como indicaram as respostas da questão anterior. Embora o Professor Sputnik tenha sido o único a mencionar o uso de IA, o que denota interesse por recursos emergentes (Castro, 2020), o uso da tecnologia é majoritariamente para fins de apresentação, e não necessariamente para promover a apropriação conceitual. A conclusão desta abstração é que a incorporação da tecnologia pelos professores participantes está em estágio inicial e instrumental, o que consideramos distante da ideia de TE defendida por Castro (2020).

A fim de explicitar o movimento dialético de transformação da práxis docente, sistematizamos, no Quadro 12, as contradições existentes entre os meios de trabalho utilizados anteriormente pelos professores e a nova qualidade da atividade pedagógica emergente após a intervenção formativa.

Quadro 12 – Movimento dialético do Trabalho Pedagógico com RE

Professor	ANTES – Tecnologias utilizadas	ANTES – Estratégias pedagógicas	DEPOIS da intervenção pedagógica
Sputnik	Datashow, projetor e livros (compreendidos como tecnologia aplicada à educação).	Contextualização histórica dos conceitos; uso pontual de IA como apoio.	Sente-se preparado “do ponto de vista mais teórico do que prático”, mas reconhece que a falta de materiais e a instabilidade da internet dificultaram a aplicação.
C-3PO	Datashow, projetor e livros.	Debate e atividades práticas.	“Mais uma ferramenta para explorar o conhecimento dos alunos”; reconhece que já existe material disponível na escola.

Wall-E	Datashow, projetor e livros.	Atividades práticas com cálculos.	“Tive a oportunidade de obter alguns conhecimentos, experiência de montagem e programação.”
R2-D2	Datashow, projetor e livros.	Entender na prática; aulas práticas para compreender a teoria.	Sentimento de preparo: “Sim, com certeza.”
BB-8	Datashow, projetor e livros.	Aulas práticas para compreender a teoria.	Sente-se confiante “devido ao conhecimento adquirido dos componentes e suas diferentes aplicações.”
EVA	Datashow, projetor e livros.	Atividades contextualizadas com a realidade dos estudantes.	“Importante, que pode ser aplicado em várias áreas.”

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise dos dados expostos no Quadro 12, à luz dos fundamentos teóricos estabelecidos nas seções precedentes desta tese, revela a superação de uma concepção ingênua e instrumental da tecnologia. No momento anterior à intervenção (“Antes”), observamos a materialização do que Peixoto e Echalar (2017) denunciam como a fetichização do objeto técnico. Ao listarem “data show, projetor e livros” como os cerne tecnológicos de suas práticas, os docentes manifestavam uma compreensão da tecnologia restrita à sua funcionalidade de suporte à transmissão de informações, desprovida de caráter mediador das funções psíquicas superiores. Essa realidade corrobora a crítica de Madureira (2021) sobre a perspectiva tecnocêntrica que atribui à simples presença do aparato uma “neutralidade e um potencial autônomo”, ocultando a necessidade da intencionalidade pedagógica.

O movimento evidenciado na coluna “Depois” demonstra a ruptura com a lógica da “descoberta guiada” ou do mero “aprender fazendo”, criticado por Karpov (2019) por delegar ao estudante a responsabilidade de redescobrir conhecimentos sem a devida sistematização. A fala do professor Wall-E, ao destacar a “experiência de montagem e programação”, e de BB-8, ao enfatizar o “conhecimento adquirido dos componentes”, indicam que a RE deixou de ser um recurso externo para se tornar um objeto de apropriação consciente.

Nesse sentido, a intervenção possibilitou que a RE operasse como um amplificador cultural, conceito proposto por Schroeder (2008) e discutido na Seção 3.4 desta tese. Ao dominarem a lógica interna do artefato (programação e componentes), os professores avançam da manipulação empírica para a mediação simbólica. A reorganização da atividade pedagógica não se deu pela substituição de um equipamento por outro (do data show para o robô), mas pela alteração na qualidade da mediação: a tecnologia passou a ser compreendida como instrumento cultural capaz de materializar conceitos abstratos, superando a superficialidade formativa

diagnosticada inicialmente (Azeredo; Pizzollo; Bitencourt, 2018) e permitindo ao docente atuar intencionalmente na ZDI de seus estudantes.

Por fim, o trabalho pedagógico dos professores, antes da intervenção com a RE, revelou uma prática eclética e dispersa, que tende a estar sendo conduzida pela lógica do senso comum em vez de sustentada por um referencial teórico consciente. É imperativo, na perspectiva de Vygotsky (1934/1982), que o professor, como organizador do meio educativo, utilize abordagens pedagógicas orientadas ao movimento dos conceitos do cotidiano ao conhecimento científico. Portanto, o desafio central para a prática pedagógica no contexto da RE é transformar o uso instrumental das tecnologias em um trabalho dialético, conforme apontado por Sousa (2023), que assegure a intencionalidade pedagógica, promova a apropriação conceitual e, que, conforme dados consoantes à investigação de Santos (2021b), configure a prática pedagógica como uma autêntica práxis docente, capaz de promover o desenvolvimento das FPS dos sujeitos.

5.2.2. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 2 - TRABALHO PEDAGÓGICO COM CONCEITOS CIENTÍFICOS

A investigação do trabalho pedagógico dos professores da Escola X, notadamente no que concerne ao trabalho com conceitos científicos mediado pela RE, constitui um ponto de análise na perspectiva da THC. Esta abstração auxiliar intenciona examinar as condições e os desafios enfrentados pelos docentes na promoção do desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

A análise diagnóstica inicial aponta que a totalidade dos profissionais percebe dificuldades de apropriação de seus estudantes, que se manifestam em lacunas no raciocínio lógico, problemas de interpretação de textos e carência de base teórica. Tais déficits, que atingem FPS essenciais de toda criança e adolescente em desenvolvimento, sugerem que o ensino se encontra aquém de seu potencial transformador. Na perspectiva da THC, o ensino não deve se restringir à transmissão passiva de informações, mas, conforme estudos de Castro (2014), a partir da base da obra de Vygotsky (1934/1982), deve ser uma atividade intencional que se adianta ao desenvolvimento, atuando na ZDI dos sujeitos.

Neste domínio da teoria, o problema da RE e do desenvolvimento psíquico perfaz um dos mais antigos problemas psicológicos e pedagógicos, conforme aponta Elkonin (2024). Embora a eficácia da RE seja tipicamente aferida pela quantidade e qualidade dos conhecimentos apropriados, a eficácia do desenvolvimento é mensurada pelo nível alcançado pelas habilidades dos alunos, ou seja, pela extensão em que são desenvolvidas formas psíquicas

basilares. É importante notar que nem toda RE é inerentemente determinante do desenvolvimento; o reconhecimento do papel principal da RE no desenvolvimento psíquico não implica que qualquer forma de RE o determine. Em algumas configurações, de acordo com Elkonin (2024), a RE pode se tornar nociva ao desenvolvimento se o foco recair sobre a reprodução de formas psíquicas já desenvolvidas em períodos anteriores, a RE, partindo da totalidade da experiência social acumulada pela humanidade, deve transmitir aos sujeitos em formação o conhecimento empírico sobre as propriedades dos objetos e a experiência da cognição humana generalizada na ciência, exigindo a apropriação dos conceitos científicos e seu sistema. O desenvolvimento do pensamento lógico-verbal abstrato, essencial para o aperfeiçoamento das funções mentais superiores, é impossível sem uma transformação radical do conteúdo do pensamento.

O conceito científico, diferentemente do conceito cotidiano ou pseudo-conceito, é caracterizado pela consistência e consciência de seu conteúdo, exigindo uma RE que introduza o sujeito no sistema da ciência, conforme Repkin e Repkina (2024). Acarreta que os conceitos cotidianos e os pseudo-conceitos se baseiam na experiência sensorial direta, acompanhando conexões factuais, e os indícios utilizados para a generalização não possuem hierarquia funcional (Davidov, 2024), além disso, conceitos em adolescentes e adultos, quando restritos à esfera da experiência cotidiana, não ultrapassam o nível de pseudo-conceitos, sendo meras representações gerais (complexos) na perspectiva da lógica formal, o que não é concebível na lógica dialética.

A persistente dicotomia entre teoria e prática revela a necessidade urgente de superação do ensino meramente instrumental, que, ao falhar em mediar a complexidade dos processos de apropriação, resulta em desinteresse pela ciência e em dificuldades de abstração por parte dos estudantes. Para que a atividade pedagógica se configure como atividade orientadora do desenvolvimento, é imperativo que os professores colaborem para ampliar o conhecimento cotidiano dos estudantes, alcançando o patamar do conhecimento científico, conforme a orientação de Silva (2025).

Vygotsky (1934/1982) estabeleceu que os conceitos científicos, ao serem o conteúdo da Educação Escolar, são determinantes para o desenvolvimento, pois estruturam o pensamento para que este se torne mais teórico, superando a experiência pessoal imediata. O processo de apropriação dos conceitos científicos é complexo, exigindo uma operação intensa e sofisticada com a palavra, veículo do conceito e microcosmo da consciência humana. Estudos de Shoreder (2008) apontam que o conceito científico, diferentemente do conceito espontâneo, possibilita a o pensamento consciente, tornando-se um instrumento do pensamento sobre o mundo objetivo.

Assim, em um sistema educativo fundamentado na THC, o trabalho pedagógico deve ser estruturado para fomentar o pensamento por conceitos, uma vez que a memorização mecânica e a aquisição de conhecimento puramente verbal carecem de sentido e se mostram ineficazes. A intervenção em RE, ao introduzir um artefato cultural (a tecnologia) com potencial para catalisar o desenvolvimento, deve ser analisada sob a perspectiva da atividade, que, segundo estudos de Leontiev (2004), é a base do psiquismo humano e da transformação do indivíduo.

Nesse contexto teórico-analítico, iniciamos essa abstração com a análise das respostas à pergunta 20 do questionário aplicado antes da intervenção, “*Você considera que seus estudantes têm dificuldades de aprendizagem? Em caso afirmativo, quais?*”. O conjunto de respostas expôs que a totalidade dos docentes percebe dificuldades de apropriação em seus estudantes e as dificuldades apontadas residem em lacunas de conhecimento sobre conteúdos básicos, falta de engajamento e problemas na articulação entre abstração conceitual e aplicação prática. A identificação dessas dificuldades é importante, pois define as necessidades dos estudantes e, conseqüentemente, a intencionalidade das práticas pedagógicas, seja por meio da RE ou não.

O professor Sputnik manifestou a “*Dificuldade em assimilar conteúdos abstratos e falta de base*”, e essa resposta mostrou que o principal desafio reside na fragilidade no domínio de conceitos complexos e na ausência de pré-requisitos, elementos essenciais à progressão do conhecimento científico. A dificuldade com o conteúdo abstrato exige que o professor organize o ensino de forma intencional e científica, superando a mera exposição de informações. Já o professor C-3PO disse “*Falta de interesse e desmotivação*”, revelando que a dificuldade central reside nos componentes psicológicos da atividade de estudo, especificamente, a ausência de motivos e necessidades que impulsionem a apropriação. Quando o professor não consegue despertar o interesse dos educandos, o processo de apropriação do conhecimento fica comprometido, pois, em uma perspectiva histórico-cultural, conforme observado por Lopes (2024), a criança só pode se interessar pelo que conhece e que cabe à escola ampliar suas experiências. A formação docente, nesse sentido, precisa formar o professor para desenvolver estratégias voltadas a criar motivos de apropriação.

O professor R2D2, por seu turno, respondeu “*problemas de interpretação de texto e de raciocínio lógico*”, demonstrando que os déficits não se limitam à esfera disciplinar, mas também atingem FPS dos estudantes, como a linguagem verbal e o pensamento lógico, cruciais para a formação e o desenvolvimento do pensamento teórico. O professor Wall-E, em sua resposta, destacou que a “*pouca base teórica e dificuldades nas operações básicas*”. Essa fala revela um déficit persistente de conhecimentos fundamentais, indicando que as lacunas formativas se acumularam ao longo das séries anteriores, resultando em dificuldades estruturais

para a compreensão de conteúdos no Ensino Médio. Essa carência reflete a necessidade urgente de uma formação docente que promova, intencionalmente, a consolidação de conhecimentos basilares entre os estudantes, pois o docente deve ajudar a ampliar o conhecimento do estudante, transformando sua experiência cotidiana em conhecimento científico, sempre apoiando o aprendizado, conforme apontava Vygotsky (1934/1982) há quase um século.

A professora BB8 observou a “*Dificuldade em relacionar teoria e prática*”, o que mostra a persistência da dicotomia pedagógica clássica, na qual a teoria é vista como separada da aplicação prática. Essa dificuldade precisa ser resolvida na prática docente, pois a superação dessa cisão é uma das prerrogativas em estudos recentes baseados na THC que defendem a importância da práxis, entendida por Silva (2021, p. 99) como “uma dimensão humanizante e emancipatória, e não pode ser descuidada”. A professora Eva, por fim, respondeu “*Desinteresse pela ciência e dificuldades em abstração*”, resposta que combina o aspecto motivacional (desinteresse) com o desafio cognitivo (abstração), sublinhando que a complexidade do conhecimento científico não é processada cognitivamente pelos educandos, o que compromete o desenvolvimento do pensamento.

A constatação generalizada das dificuldades dos estudantes pelos docentes (falta de domínio de conteúdos basilares, desinteresse, dificuldade de abstração) ressaltava a necessidade de que a intervenção em RE propusesse instrumentos que auxiliassem esses professores a transformarem o ensino. Logo, a formação continuada que empreendemos teve como objetivo aprimorar e inovar as práticas pedagógicas dos docentes, para promover a apropriação efetiva dos estudantes, conforme evidenciado por Silva (2025) em investigação recente também realizada em Porto Velho. Caso contrário, a falta de clareza teórica do professor quanto a como superar essas dificuldades pode perpetuar um ciclo de ensino não desenvolvente.

Segundo a THC, é importante que a formação continuada ajude a tornar o trabalho docente mais humano, por meio de uma abordagem crítica e que estimule a autonomia didática. Além disso, é essencial que o professor domine sua prática e entenda como seu trabalho impacta o desenvolvimento dos estudantes, como também apontam estudos recentes em Rondônia, como os de Brandt (2023), Santos (2021b) e Silva (2021; 2025).

Adiante, passamos às análises das respostas à pergunta 3 do questionário aplicado após a intervenção: “*A formação continuada com Robótica Educacional (RE) contribuiu para o seu trabalho pedagógico? Por quê?*”. As manifestações dos participantes evidenciam consenso entre os professores quanto à relevância da formação para o aprimoramento da prática docente. Todos os seis acenaram positivamente quanto à contribuição da formação em RE recebida, destacando o valor da experiência prática, o conhecimento de novos recursos. Essa unanimidade

sugere que a intervenção atingiu o objetivo principal de formar esses profissionais, fornecendo conhecimentos teórico-práticos para que os estudantes desses docentes aprendam mais, melhor e de uma forma mais instigante.

O professor Sputnik destacou que “*sim, devido à metodologia de ensino inovadora*”, destacando a dimensão metodológica da formação, por meio da qual a RE deveria ser percebida como uma ruptura de paradigma em relação às práticas pedagógicas tradicionais.

O professor C-3PO enfatizou que “*sim. Foi uma contribuição para a prática pedagógica do professor, possibilitando trabalhar com algo novo e desenvolver outras práticas*”. Essa fala revela que a formação não apenas introduziu um novo recurso didático, mas desencadeou processos de mudança em relação à própria prática. Segundo estudos de Madureira (2021), conhecer novas abordagens é fundamental, pois o professor precisa estar em constantes estudos e se reinventando para facilitar o desenvolvimento dos estudantes.

O professor R2D2 destacou que “*sim, tanto na física e na matemática*”. Essa fala sugere percepção da integração interdisciplinar do conhecimento, indicando que a RE facilitou o trânsito entre conceitos de diferentes áreas, o que indica que o aprendizado alcançou um nível de transferência conceitual mais elevado. No caso do professor Wall-E, a resposta foi “*sim, para a prática pedagógica, para conhecer os materiais e suas finalidades*”. Essa assertiva demonstra que a contribuição se deu no domínio do instrumento de trabalho (o kit de RE) e de sua funcionalidade. Esse conhecimento instrumental é, em nossa percepção, fundamental para que o professor organize o ensino de maneira intencional, promovendo o desenvolvimento dos estudantes por meio da mediação com artefatos culturais, o que exige que ele se aproprie do conhecimento para planejar um ensino que efetivamente auxilie os estudantes esse desenvolvimento.

A professora BB8 assinalou que considera a proposta adequada, afirmando “*sim, pois é um conhecimento a mais em minha área de atuação*”, indicando que a formação foi percebida como uma ampliação de conhecimento que poderá potencializar sua prática profissional, constituindo-se em uma importante formação continuada, conforme Sousa (2023), fundamental à melhora da qualidade do trabalho docente. Destacamos, assim, a importância do desenvolvimento de ações formativas pautadas também por estudos teóricos. A professora Eva, por fim, respondeu “*sim, por ser diferente do que é trabalhado em sala de aula, o professor precisa estar atualizado*”. Essa fala destaca a função da formação como atualização profissional, reconhecendo que a RE oferece abordagem “*diferente*” das rotineiras, sendo essencial para que o professor possa enfrentar os desafios contemporâneos da docência.

A análise das respostas a esta pergunta mostrou que a formação em RE contribuiu a suas práticas, na percepção dos docentes, ao oferecer novas abordagens, conhecimento prático, integração disciplinar, embasamento teórico e atualização profissional. A convergência desses fatores é considerada relevante para a práxis pedagógica em uma perspectiva histórico-cultural, ao proporcionar ao docente conhecimentos e ferramentas que lhe permitem atuar como organizador do ambiente educacional. O professor, segundo essa concepção, assume a responsabilidade pelas dinâmicas estabelecidas na escola e lidera o processo de ensino com base em princípios científicos, conforme defendido por Leontiev (2004). A percepção de que houve contribuição reforça a ideia de que a RE pode ser utilizada como abordagem didática e instrumento de mediação potente para o desenvolvimento dos estudantes e para a autotransformação dos professores.

A análise das respostas à pergunta 7 do questionário aplicado após a intervenção, inquiriu o seguinte: *“Você considera que a Robótica Educacional, mediada por ferramentas e signos, contribuiu para a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes? Justifique”*. Este questionamento buscou avaliar se os professores perceberam a formação como um instrumento para aprimorar sua atividade de ensino e a consequente apropriação de conceitos por seus estudantes. As respostas revelaram um consenso de que a formação foi relevante e contribuiu diretamente para a ressignificação de suas práticas.

O professor Sputnik destacou que *“foi uma oportunidade única de aprender a dar sentido ao conteúdo abstrato e aplicá-lo em sala”*. Essa resposta evidencia que a formação contribuiu para a superação de um desafio clássico da docência, a apropriação de conceitos abstratos, ao fornecer uma metodologia que integre teoria e prática. O professor C-3PO, por sua vez, assim respondeu: *“essencial para renovar a prática pedagógica e desenvolver novas estratégias de mediação”*. Essa fala revela que a intervenção provocou a autotransformação do docente, incentivando-o a buscar as novas abordagens na sua prática pedagógica. Entrar em contato com novas abordagens didáticas é relevante, pois o professor deve se atualizar em função do dinamismo histórico das relações, da cultura e do que é preconizado para a Educação nacional e, segundo estudos de Lopes (2024), estar constantemente se reconstruindo para ajudar na formação de outros.

Já o professor R2D2 assim se manifestou: *“trouxe clareza sobre como utilizar a tecnologia como verdadeiro instrumento de mediação e não apenas como exposição”*. Essa observação mostra que a formação transformou a compreensão desse docente sobre a aplicação de uma TE, elevando-a de um simples recurso instrumental (conforme a análise da questão 19 do instrumento utilizado antes da intervenção) para um instrumento cultural capaz de facilitar

a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes, o que é um princípio fundamental da THC, conforme pressupostos Vygotsky (1934/1982).

O professor Wall-E expressou que “*o principal valor foi a aplicabilidade do conhecimento matemático em problemas reais, o que aumentou o interesse dos alunos*”. Essa fala sublinha a relevância da contextualização e da intencionalidade da RE, que é vista como um instrumento que mexe com os motivos dos estudantes para estarem na escola. Tal percepção é vital, pois a formação continuada deve visar à “melhora na qualidade da atividade docente, sendo imprescindível o trabalho formativo a partir de estudos teóricos”, como afirma Lopes (2023, p. 119).

Nas palavras da professora BB8 “*consegui ver como a teoria da Biologia, que parecia distante, pode ser aplicada na construção de um robô funcional, facilitando o aprendizado*”. Essa resposta reforça a percepção de que a mediação tecnológica, quando bem estruturada, torna o conhecimento teórico acessível e coerente com a realidade. BB8 vai além dos colegas ao exemplificar, mesmo que brevemente, possíveis relações entre o conteúdo de uma disciplina (Biologia) e a construção do robô. Eva, por seu turno, respondeu que “*a formação demonstrou que é possível ter uma abordagem dialética na prática, superando a separação entre a teoria e o experimento*”. Essa manifestação ressalta o aspecto dialético, oferecendo ferramentas que ajudam o professor a planejar a atividade de ensino de forma fundamentada na ciência, conforme os estudos de Lopes (2024).

Embora o excerto de Mattos, Ferreira e Anacleto (2016) foque no surgimento do *Scratch* como ferramenta para o ensino de iniciantes em programação, essa contextualização é diretamente relevante, pois a programação visual (como o *Scratch* ou ambientes similares frequentemente usados em RE) é a porta de entrada para a lógica e para a estruturação do pensamento que, subsequentemente, facilita o desenvolvimento e a aplicação de conceitos de Física e Matemática, conforme citado por R2D2. O uso dessas ferramentas de programação, acessíveis a não especialistas, permite que professores de áreas diversas (BB8) vejam a possibilidade de aplicar a teoria em suas disciplinas, concretizando a apropriação dos conceitos.

As respostas à pergunta 7 do questionário, aplicado após a intervenção, indicam que a formação em RE foi uma ação formativa instigante os professores, oferecendo uma abordagem didática que carrega em si a capacidade de promover um ensino mais envolvente do que o tradicional, pela RE, em diferentes áreas do conhecimento. A percepção unânime de valor e relevância reforça que o processo formativo forneceu conhecimentos relevantes para que os professores pudessem aprimorar suas práticas, auxiliando os estudantes a aprenderem mais e melhor.

A Abstração Auxiliar 2 se concentrou na análise do trabalho pedagógico de professores do Ensino Médio da Escola X, referente à apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes e na identificação do potencial da RE como abordagem pedagógica. A investigação dialética se orientou por questões como: quais são as principais dificuldades de apropriação percebidas pelos docentes (Questão 20), de que forma a formação em RE contribui para a prática pedagógica (Questão 3), e se a RE, mediada por artefatos e signos, facilita a apropriação dos conceitos científicos (Questão 7). As respostas à primeira inquirição revelaram um panorama de dificuldades generalizadas, abrangendo a carência de base teórica, a dificuldade dos estudantes em se apropriarem conteúdos abstratos, o déficit no raciocínio lógico e na interpretação de texto, além da ausência de motivação e do desinteresse pela ciência. Essa constatação é sintomática de um ensino que não consegue guiar o estudante no movimento de transição do conhecimento cotidiano (espontâneo) para o conhecimento científico (teórico) (Vygotsky, 1982). O pensamento empírico persiste, caracterizado pela dificuldade em abstrair e generalizar, o que impede a utilização de conceitos teóricos como instrumentos de operações psicológicas superiores. Tais entraves exigem que o professor assuma uma postura de organizador consciente do meio educativo, superando práticas ineficazes, conforme sugerem os pressupostos de Leontiev (2004) e estudados por Shoreder (2008). Ao mesmo tempo, as respostas pouco abordam os conceitos científicos das respectivas áreas dos professores participantes, o que revela uma limitação do pesquisador ao aplicar os instrumentos em não buscar o conteúdo pretendido com algumas questões.

A dificuldade em relacionar teoria e prática, identificada por BB8, reflete a dicotomia pedagógica clássica que a THC busca superar por meio da *práxis*. As respostas às questões subsequentes (Questões 3 e 7) convergiram em uma conclusão analítica: a intervenção mediada pela RE se constituiu em uma abordagem voltada à autotransformação docente e à superação das dificuldades de apropriação de conceitos científicos pelos estudantes. Os docentes reconheceram a RE como uma abordagem didática emergente que pode auxiliar na superação de dificuldade de apropriação de conceitos abstratos pelos estudantes, ao oferecer um contexto de aplicação do conhecimento a problemas reais, o que impulsiona o interesse dos estudantes, um aspecto motivacional potencializador. Nessa perspectiva, conforme Vygotsky (1934/1982), a apropriação dos conceitos científicos constitui uma referência relevante no processo de ensino formal, levando ao desenvolvimento do pensamento teórico.

O uso da RE como abordagem didática transformou a compreensão da tecnologia de um mero recurso de exposição em um artefato de mediação, facilitando a apropriação do conhecimento científico de forma sistemática e intencional. A formação em RE forneceu aos

professores subsídios para uma abordagem dialética, que articula teoria e experimento, rompendo a separação entre os conteúdos e proporcionando uma visão mais integrada do conhecimento. Essa intencionalidade formativa contribui diretamente para a prática pedagógica, pois, na concepção de Sousa (2023), a THC oferece o referencial necessário para uma prática de caráter emancipatório.

Podemos levantar como síntese que a prática pedagógica no Ensino Médio, ao integrar a RE com intencionalidade científica, pode promover a apropriação de conceitos científicos em níveis mais elevados de abstração e generalização pelos estudantes. E esse movimento potencializa o desenvolvimento humano, transformando a atividade docente em uma *práxis* pretensamente humanizadora, conforme as aspirações de Saviani e Duarte (2012), que defendem uma Educação Escolar capaz de promover a apropriação consciente da cultura acumulada pela humanidade.

Para sistematizar o movimento de transformação da consciência docente acerca da relação entre a mediação tecnológica e a apropriação do conhecimento teórico, apresentamos, no Quadro 13, uma síntese das contradições enfrentadas e superadas pelos professores no que tange ao trabalho pedagógico com conceitos científicos:

Quadro 13 – Trabalho pedagógico com conceitos científicos antes e depois da intervenção

Professor	ANTES da intervenção pedagógica	DEPOIS da intervenção pedagógica
Sputnik	Dificuldade em assimilar conteúdos abstratos e falta de base para o trabalho com conceitos científicos.	“Sim, devido à metodologia de ensino inovadora, uma oportunidade única de aprender a dar sentido ao conteúdo abstrato e aplicá-lo em sala.”
C-3PO	Falta de interesse e desmotivação dos estudantes em relação aos conteúdos científicos.	“Sim. Foi uma contribuição para a prática pedagógica do professor, possibilitando trabalhar com algo novo e desenvolver outras práticas. Essencial para renovar a prática pedagógica e desenvolver novas estratégias de mediação.”
Wall-E	Pouca base teórica dos estudantes e dificuldades nas operações básicas.	“Sim, para a prática pedagógica, para conhecer os materiais e suas finalidades. O principal valor foi a aplicabilidade do conhecimento matemático em problemas reais, o que aumentou o interesse dos alunos.”
R2-D2	Problemas de interpretação de texto e de raciocínio lógico no trabalho com conceitos científicos.	“Sim, tanto na Física quanto na Matemática. Trouxe clareza sobre como utilizar a tecnologia como verdadeiro instrumento de mediação e não apenas como exposição.”
BB-8	Dificuldade em relacionar teoria e prática no desenvolvimento dos conteúdos científicos.	“Sim, pois é um conhecimento a mais em minha área de atuação. Consegui ver como a teoria da Biologia, que parecia distante, pode ser aplicada na construção de um robô funcional.”
EVA	Desinteresse pela ciência e dificuldades em abstração conceitual.	“Sim, por ser diferente do que é trabalhado em sala de aula, o professor precisa estar atualizado. A formação demonstrou que é possível fazer uma abordagem dialética na prática, superando a separação entre a teoria e o experimento.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A leitura dialética dos dados expostos no Quadro 13 evidencia a superação de uma prática pedagógica inicialmente marcada pela cisão entre a teoria e a prática, característica do pensamento empírico. No momento anterior à intervenção (“Antes”), os relatos de Sputnik (“dificuldade em assimilar conteúdos abstratos”), Eva (“dificuldades em abstração”) e BB-8 (“dificuldade em relacionar teoria e prática”) denotam a complexidade da formação de conceitos científicos. Conforme discutido na Seção 3.5 desta tese, Vygotsky (1934/1982) postulava que os conceitos científicos não são meramente assimilados, mas exigem um processo de desenvolvimento que envolve a sistematização e a tomada de consciência, diferindo qualitativamente dos conceitos espontâneos formados na experiência cotidiana. A dificuldade relatada pelos docentes reflete a ausência de mediações adequadas para promover essa ascensão do abstrato ao concreto.

O movimento evidenciado na coluna “Depois” demonstra que a RE, quando despida de sua roupagem tecnocêntrica e fetichizada (Peixoto; Echalar, 2017), atuou como um potente amplificador cultural (Schroeder, 2008). A fala do professor Sputnik ao afirmar que a intervenção foi uma oportunidade de “*dar sentido ao conteúdo abstrato*”, e a de R2-D2 ao reconhecer a tecnologia como “*verdadeiro instrumento de mediação e não apenas como exposição*”, sinalizam a reorganização consciente da atividade. A RE deixou de ser um fim em si mesma para se tornar o signo auxiliar que permitiu aos estudantes (e aos professores) operarem mentalmente sobre os conceitos de Matemática e Biologia.

Nesse processo, a intervenção possibilitou a superação da lógica da “descoberta guiada” criticada por Karpov (2019), onde o estudante é deixado à própria sorte para “pescar” o conhecimento. Ao contrário, a mediação intencional com a RE permitiu que a teoria da Biologia, antes “*distante*” (BB-8), se materializasse na funcionalidade do robô. A professora Eva sintetiza esse salto qualitativo ao afirmar que a formação demonstrou ser possível uma “*abordagem dialética na prática*”, superando a dicotomia. Observa-se, portanto, que a tecnologia foi apropriada como ferramenta psicológica capaz de criar novos motivos para a aprendizagem (Leontiev, 2004), transformando o “desinteresse” inicial em engajamento produtivo e conferindo sentido pessoal aos significados sociais dos conceitos científicos.

Passamos, a seguir, à Abstração Auxiliar 3 do Eixo Analítico 1.

5.2.3. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 3 - DESAFIOS, LIMITES E PERSPECTIVAS PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA

Nesta abstração auxiliar, examinamos a percepção dos docentes acerca dos desafios e limites da RE, confrontando a potencialidade do artefato com a realidade de sua aplicação didática.

O entendimento consensual entre os docentes acerca do potencial da RE para instigar os aprendentes e tornar o ensino mais dinâmico, por meio de práticas concretas, evidencia uma percepção inicial da importância de contextualizar o currículo, promovendo articulação entre o conhecimento escolar e as experiências cotidianas dos estudantes, conforme argumenta Silva (2025), isso evidencia uma percepção inicial da importância de contextualizar o currículo, promovendo articulação entre o conhecimento escolar e as experiências cotidianas dos estudantes.

A busca pela relevância curricular é crucial, pois, segundo Libâneo (2016), a função primordial da escola, sobretudo para a população em situação de vulnerabilidade, reside em garantir o acesso a saberes culturais e científicos em conexão íntima com as práticas socioculturais e institucionais dos alunos. O autor argumenta que a negação desse propósito compromete a aquisição do “conhecimento poderoso”, essencial para a superação das desigualdades educativas. Observa-se que o conceito tradicional, que trata o currículo como um programa de estudos a ser cumprido ou uma lista sistemática de conteúdos, frequentemente leva a uma aprendizagem fragmentada e desconectada. O currículo real, contudo, transcende o texto prescrito e se configura na prática concreta, sendo o resultado da interpretação docente e das ações empreendidas no contexto escolar.

Desse modo, ao compreendermos que o currículo real se manifesta na prática concreta e depende das interpretações e ações dos professores, torna-se evidente que a qualidade dessa materialização curricular está diretamente relacionada ao modo como os docentes se apropriam dos conceitos que orientam sua atividade. É justamente nesse ponto que emerge a necessidade de compreender como os conhecimentos são articulados no processo formativo.

Assim vemos que é essencial para que o conceito espontâneo se relacione, dialeticamente, com o conceito científico. Entretanto, ao examinar as respostas e considerar normal a predominância da falta de experiência em RE, percebemos fragilidades de outras ordens na formação dos professores, frequentemente marcada por um ecletismo conceitual. Tal dispersão teórica demonstra que os docentes não dispõem de um arcabouço teórico capaz de fundamentar e orientar sua prática pedagógica em uma perspectiva coerente.

Em vez de se limitar à mera transmissão de conteúdos ou à repetição automática de procedimentos, o processo escolar deve priorizar a instrumentalização consciente dos sujeitos por meio de conceitos científicos, de acordo com Vigotski (2021). Dessa forma, é possível avançar no desenvolvimento do pensamento teórico, que constitui o principal objetivo da Educação Escolar.

No que se refere à ausência de experiência prévia dos professores com a RE, consideramos normal, mas é um dado que evidencia a necessidade de investir em processos de formação continuada que favoreçam a incorporação desse instrumento à cultura escolar, conforme estudado por Oliveira (2019). Além disso, a atuação docente com TE estará fortemente condicionada por fatores estruturais e organizacionais, incluindo a multiplicidade de tarefas, restrições de tempo para o planejamento e condições objetivas de trabalho insuficientes, como também verificaram Santos (2021b) e Lopes (2024) em suas pesquisas, a primeira em Ji-Paraná e a segunda em Porto Velho. Diante desse cenário, é evidente que o suporte externo é fundamental, pois a autonomia para inovar no contexto escolar depende diretamente da superação desses obstáculos materiais, de planos de estado, e de políticas públicas voltadas a um projeto de Educação que preconiza boas condições de trabalho ao professorado e o desenvolvimento dos estudantes.

No contexto de tensão dialética entre o potencial tecnológico da RE e os limites impostos pela formação inicial e pelas condições estruturais, esta abstração propõe uma análise da natureza da atividade docente mediada por essa abordagem. Buscamos melhor compreender como a RE, entendida como artefato cultural e instrumento de mediação intencional, pode ser empregada para aproximar o conhecimento cotidiano dos estudantes do conceito científico, favorecendo o desenvolvimento do pensamento teórico.

Consideramos necessário examinar quais demandas formativas se revelam essenciais para que o docente avance de uma compreensão predominantemente intuitiva para uma prática pedagógica emancipada e fundamentada nos princípios da THC. Essa transição implica não apenas apropriação conceitual, mas estratégias didáticas que promovam a superação das barreiras entre teoria e prática e contribuindo para uma Educação Escolar verdadeiramente transformadora.

Iniciamos as discussões nessa abstração observando as respostas à pergunta 23 do questionário aplicado antes da intervenção: “*Como você acredita que a Robótica Educacional pode contribuir com o ensino?*”. O conjunto de respostas sugere uma percepção geral positiva entre os participantes, ainda que em diferentes níveis de elaboração. Quase a totalidade dos professores, com exceção de Wall-E, que não apresentou resposta, manifestou reconhecimento

de algum tipo de contribuição da RE à prática pedagógica. Ao comparar as respostas, Sputnik apresentou uma manifestação mais elaborada ao relacionar o processo de ensino às “*vivências do cotidiano dos alunos*”, sugerindo que o aprendizado é eficaz quando os conteúdos escolares se aproximam da realidade e das experiências concretas dos estudantes. Essa perspectiva está alinhada à proposta de Silva (2021; 2025), apoiada na base da teoria de Vygotsky (1934/1982) e nos estudos de Castro (2014), em defesa de um ensino que contribua para que o conhecimento cotidiano seja valorizado e esteja em constante relação com o conhecimento científico.

Os professores C-3PO, Eva e R2D2 responderam “*sim*”. Essa resposta breve e afirmativa, embora demonstre concordância com a importância da prática, não explicita a fundamentação de como essa contribuição se manifesta. Essa brevidade pode indicar compreensão intuitiva das implicações pedagógicas da aplicação prática em suas disciplinas ou simplesmente porque não queriam ou não saberia, responder com profundidade. A professora BB8, por fim, respondeu “*as atividades práticas*”. Essa resposta reforça a valorização das experiências aplicadas como meio de tornar o ensino mais dinâmico

Os professores identificam a contribuição da RE no ensino como a capacidade de converter o conhecimento teórico em prática, por meio de vivências do cotidiano e atividades práticas. Essa perspectiva de aprendizagem prática está intrinsecamente ligada ao processo de desenvolvimento inerente à RE. Embora o excerto da BNCC, segundo Brasil (2018), foque na habilidade de identificar e reproduzir gêneros textuais, menciona explicitamente as “instruções de montagem”, destacando o caráter sequencial e interpretativo da robótica. O êxito na elaboração de protótipos de RE depende da interpretação precisa dessas coordenadas (como códigos de programação ou manuais de kits), o que transforma a atividade prática em um exercício de pensamento computacional e lógico. E, nesse contexto, a grande contribuição que a THC oferece a essa abordagem é o foco no conteúdo escolar. Assim, a RE contribui para proporcionar um contexto em que a execução prática se torna um requisito para a compreensão conceitual.

O reconhecimento do potencial das atividades práticas, como destacado por BB8, e da contextualização, conforme Sputnik, aponta para a importância da formação continuada. Essa perspectiva, ao formar o docente para o trabalho pedagógico com a RE, contribui para que ele atue como organizador do meio social educativo e das relações sociais na escola.

Na sequência, a análise das respostas à pergunta 24 do questionário aplicado antes da intervenção, “*Você acredita que seus estudantes se sentiriam mais ou menos motivados aprendendo por meio da Robótica? Por quê?*”, demonstrou consenso entre os participantes quanto ao potencial motivador dessa abordagem, ainda que as justificativas apresentem níveis

distintos de elaboração e profundidade. Todos os que responderam associaram o aprendizado mediado por novas experiências e atividades práticas a um aumento do engajamento discente, o que demonstra uma percepção coletiva de que práticas inovadoras podem romper com a rotina tradicional de ensino e despertar interesse dos estudantes.

Segundo o professor Sputnik, a experiência foi “*mais motivadora, principalmente por este ser um método diferenciado e interdisciplinar*”. Essa resposta se mostrou a mais elaborada entre as registradas, pois apresenta um entendimento mais elaborado sobre os fatores que influenciam a motivação, a diversidade de abordagens e a articulação entre áreas do conhecimento, indicando sensibilidade à importância da contextualização e da integração curricular. Situa a RE como forma de inovar e diferenciar o ensino quando a escola oferece intencionalmente novos motivos de apropriação.

O professor C-3PO destacou “*ver a história na prática*”, o que sugere a valorização de um ensino que ultrapasse a dimensão teórica e torne o conhecimento mais tangível e com sentido para os estudantes. Essa estratégia de contextualização por meio de atividades concretas auxilia na superação da distância entre o conhecimento cotidiano e o científico, sendo um passo para que o estudante aprenda melhor.

Já o professor R2D2 apontou que “*novas experiências e tecnologia estão em tudo*”. Essa frase, apesar de simples, demonstra a percepção da centralidade das práticas com tecnologias no cotidiano dos jovens e de sua influência direta na motivação escolar. Essa resposta sinaliza uma compreensão de que o interesse dos educandos pode ser potencializado quando as estratégias pedagógicas dialogam com a realidade tecnológica que os cerca, utilizando a tecnologia como instrumento mediador.

A professora BB8 limitou-se a responder: “*motivados*”. Essa visão, ainda que espontânea, atesta a crença de que a nova abordagem, por si só, é capaz de gerar motivação. E a professora Eva respondeu “*os estudantes gostam de novidades*”. Essa fala sugere uma visão mais espontânea e empírica do processo motivacional, vinculada ao fator da novidade e ao estímulo inicial gerado por práticas diferenciadas.

De modo geral, as respostas demonstram concordância unânime quanto ao efeito positivo da RE na motivação estudantil, embora a argumentação varie em complexidade. Os professores reconhecem o potencial mobilizador de práticas mais dinâmicas, como o uso da RE, mas também foram econômicos em suas respostas a essa questão, não deixando evidente como transformar essa motivação inicial em aprendizagem. A formação docente, nesse sentido, precisa formar o professor de instrumentos para que ele seja capaz de organizar o ensino.

A expectativa unânime dos professores de que a RE aumentaria a motivação dos alunos fundamenta-se na natureza envolvente dessa prática, que associa tecnologia, novidade e experiência ativa. Como destaca Jorge (2021, p. 24), os dispositivos tecnológicos (como os kits de RE) tornam o ambiente de aprendizado “atrativo, despertando o interesse e a curiosidade dos alunos”. Os docentes reconhecem que a RE transcende o método tradicional (SPUTNIK), pois permite a relação direta com artefatos, possibilitando a montagem, a programação e a resolução de questões. Essa abordagem estimula o trabalho por projetos e a experimentação, fazendo com que os conceitos abstratos (como os históricos mencionados por C-3PO) ganhem forma e significado prático, o que é um poderoso motor de engajamento para os estudantes da era digital.

A análise das respostas à pergunta 25 do questionário aplicado antes da intervenção, “*você tem experiência com Robótica Educacional em sua disciplina? Em caso afirmativo, qual?*”, revelou um dado que nos leva à compreensão do ponto de partida da formação: a quase total ausência de experiência prévia formal com a RE entre os professores das diferentes áreas de conhecimento. Dos seis participantes, quatro responderam enfaticamente “não”, o que demonstra que a RE era uma abordagem completamente nova em sua práxis. Apenas dois docentes relataram alguma experiência, sendo uma vaga e outra pontual.

Os professores Sputnik, C-3PO, R2D2 e BB8 responderam “não. Já o professor Wall-E respondeu “*sim, mas não como professor de Matemática*”, indicando que, embora o tivesse algum contato com a RE, essa experiência não estava integrada a sua prática pedagógica na disciplina que ministra. E a professora Eva, por fim, respondeu “*eu tive um projeto de robótica na escola*”. Essa fala, embora afirmativa, sugeriu uma experiência pontual e, possivelmente, não aprofundada, não indicando que a RE fosse um componente regular e planejado em sua prática.

A falta de experiência prévia com a RE ou a limitação das experiências existentes é um indicativo de que a formação continuada foi não apenas relevante, mas também necessária para introduzir e fundamentar o uso dessa abordagem mediadora. O fato de os professores não terem esse conhecimento prévio está diretamente ligado às lacunas na formação inicial e continuada no contexto regional, no qual, historicamente, a THC e as abordagens que envolvem TE têm sido pouco acessadas pelos docentes, como apontam as pesquisas de Castro (2020), Santos (2021b), Castro e Silva (2021) e Lopes (2024).

A carência de experiência formal em RE reforça a necessidade de um trabalho formativo que forneça as bases conceituais para que o professor planeje um ensino que promova o desenvolvimento do estudante. O ecletismo teórico e a prática dispersa são, em parte, resultado de uma formação que não oferece um sistema teórico, o que faz com que, conforme estudos de

Lopes (2024), práticas equivocadas na escola ocorram por falta de uma base teórica que possa orientar os professores de forma a promover um desenvolvimento mais efetivo.

Essa compreensão é fundamental para aprimorar a qualidade do ensino, e a intervenção em RE que empreendemos visa a justamente preencher essa lacuna. O professor, conforme estudos de Lopes (2024), é o principal responsável pela organização do ambiente social e educativo e desempenha papel fundamental na formação dos estudantes.

A análise da questão 25, ao diagnosticar a inexperiência dos professores com a RE, sublinha a urgência e a pertinência da formação continuada proposta, que se torna o motor para a introdução de uma abordagem que trabalhe com TE e para a apropriação dos pressupostos da THC, visando ao aprimoramento da qualidade do ensino e do desenvolvimento dos estudantes.

Adiante, a análise das respostas referentes à pergunta 4 do questionário aplicado após a intervenção, “*você tem interesse em continuar desenvolvendo projetos de RE com seus estudantes?*” mostrou uma disposição positiva entre os participantes, embora permeada por diferentes graus de autonomia e segurança diante da continuidade do trabalho. De modo geral, observamos consenso quanto à importância e ao interesse em dar prosseguimento às práticas desenvolvidas, mas, também, a dependência percebida em relação a apoios externos e a necessidade de amadurecimento individual para conduzir os projetos de forma independente.

Entre os seis participantes, cinco afirmaram explicitamente que desejam continuar o trabalho, enquanto apenas R2D2 afirmou que “*ainda estou iniciando agora*”. Essa resposta sugere uma postura cautelosa, possivelmente, vinculada à falta de experiência ou de confiança técnica para desenvolver projetos sem orientação. Tal hesitação demonstra que o processo de apropriação da RE ainda se encontra em estágio inicial. A dificuldade em iniciar ações sequenciais de ensino, especialmente, sem suporte imediato, pode estar relacionada à ausência de princípios básicos que orientem suas ações pedagógicas, conforme aponta Santos (2021b), o que torna mais difícil oferecer um ensino sequencial de forma eficaz.

Sputnik respondeu, afirmando um interesse complexo: “*Sim, com apoio externo. Sim, de forma autônoma*”. Essa dupla afirmação simboliza uma transição da dependência à autonomia profissional e indica que o processo formativo provocou uma ampliação do engajamento docente. Seu reconhecimento da relevância do apoio institucional e da disposição para o protagonismo sinaliza um avanço na apropriação, que é um processo de autotransformação, pois, de acordo com estudos de Lopes (2024), o professor é um profissional dedicado a se transformar continuamente, com o objetivo de ajudar o outro a se desenvolver também.

Os professores C-3PO, Wall-E e BB8 convergiram ao afirmar “*Sim, com apoio externo*”. Ainda ficou implícito o desejo de continuar “*com apoio externo*”, o que reforça a percepção de que, embora a formação tenha despertado interesse e motivação, ainda há necessidade de suporte técnico, logístico ou pedagógico para garantir a sustentabilidade das ações. Essa dependência pode estar relacionada tanto à complexidade das atividades quanto à carência de recursos e de tempo para estudos e planejamento nas rotinas escolares. A necessidade de suporte externo mostrou que as condições reais de trabalho docente na escola, como uma infraestrutura precária ou a ausência de materiais, dificultam que os professores apliquem práticas inovadoras de forma independente

Já a professora Eva expressou segurança e autossuficiência respondendo “*Sim, de forma autônoma.*” Essa fala indica apropriação do processo e uma predisposição mais consolidada à continuidade independente. A autonomia que Eva demonstra mostra como ela aprendeu conceitos e procedimentos próprios da RE de modo a se envolver de forma intencional na atividade, atuando como alguém que lidera seu próprio processo de aprendizagem com base científica

O interesse generalizado em dar continuidade aos projetos RE mostra que a formação, mesmo inicial, demonstrou o valor pedagógico da ferramenta. Contudo, o desejo de manter a RE é frequentemente condicionado ao “apoio externo” (C-3PO, WALL-E, BB8), o que sugere que a complexidade inerente à aplicação autônoma ainda constitui um desafio. Como detalha Oliveira (2019), a aplicação da RE exige uma sequência técnica de atividades que abrange desde a montagem do robô e a programação até a transferência e o controle do dispositivo, além disso, na abordagem com THC, exige foco no conteúdo escolar e na intencionalidade pedagógica.

A necessidade de apoio externo pode estar ligada à falta de segurança no domínio de todas essas etapas práticas ou à insuficiência de recursos e de kits disponíveis. O fato de alguns professores (Sputnik, Eva) almejavem a autonomia, realizando todas essas fases por conta própria, reflete o potencial da RE para desenvolver o domínio técnico e pedagógico necessário ao ensino de conceitos científicos.

A análise das respostas à pergunta 8 do questionário aplicado após a intervenção, “*o que mudou na sua percepção sobre o uso de tecnologias na educação após participar da intervenção?*”, denota transformações na forma como os professores passaram a compreender o papel das tecnologias em suas práticas pedagógicas, embora cada participante revele diferentes graus de apropriação e profundidade. De modo geral, as respostas indicam um avanço perceptível na valorização das tecnologias como instrumentos potencializadores do ensino, bem como uma consciência sobre suas possibilidades práticas em sala de aula.

O professor Sputnik observou que “*os elementos da robótica e seus auxiliares, como a inteligência artificial, se mostraram muito mais úteis e próximos*”. Essa afirmação demonstra um ganho conceitual e uma reconfiguração na percepção da aplicabilidade da tecnologia no contexto educacional. Essa mudança é um reflexo do processo de apropriação de novos conhecimentos culturais, essencial para a THC, na qual o professor se vê na necessidade de se atualizar e explorar os elementos da cultura. O professor C-3PO, por seu turno, disse: “*eu não tinha a menor ideia de como funcionava*”. Essa resposta traduz um crescimento formativo, de um desconhecimento inicial para uma abertura de compreensão, revelando que a intervenção teve impacto direto na familiarização com as possibilidades tecnológicas e pedagógicas da RE.

O professor R2D2 indicou que “*saber usar os conceitos científicos no dia a dia*”. Essa resposta apresenta uma visão prática, indicando a incorporação da tecnologia à sua rotina de ensino. Essa fala sugere que o participante conseguiu estabelecer uma relação entre o uso de recursos tecnológicos e a aplicação dos conhecimentos teóricos, o que é fundamental para que o conhecimento cotidiano do estudante seja ampliado, tornando-o conhecimento científico. Enquanto o professor Wall-E salientou “*diversificar as atividades com os alunos*”. Essa fala destaca o potencial da RE como abordagem didática, demonstrando uma percepção voltada à didática e à personalização do processo de ensino. A professora BB8 destacou que “*permitiu pensar em elaborar atividades práticas usando a robótica*”. Essa afirmação uma perspectiva mais voltada ao planejamento, revelando uma possibilidade de mudança concreta no modo de planejar as aulas, com ênfase na aplicação e na experimentação. A professora Eva, por fim, respondeu que “*aprimorou ainda mais as minhas convicções sobre o uso da tecnologia*”. Essa fala reflete uma postura estabelecida de valorização do recurso, fortalecida pelo processo de formação. Lopes (2024) explica que essa convicção consolidada mostra que a formação continuada conseguiu alcançar seu objetivo de melhorar a qualidade do trabalho docente, sendo essencial que esse trabalho de formação seja baseado em estudos teóricos.

As respostas indicam que a intervenção não apenas ampliou o domínio técnico dos participantes, mas também provocou um reposicionamento conceitual do papel de tecnologias aplicadas à Educação. Essa mudança é perceptível na passagem de um olhar distante ou instrumental para uma compreensão mais próxima e com possibilidades de aplicação. Assim, a análise demonstra que o grupo evoluiu de uma visão de desconhecimento e uso eventual da tecnologia para uma postura mais intencional e integrada ao fazer pedagógico, o que se configura como um avanço relevante no contexto do desenvolvimento profissional docente.

A análise das respostas referentes à pergunta 5 do questionário de avaliação da intervenção, “*você acredita que essa formação tem potencial de ser melhor aproveitada em*

contextos com maior carga horária, recursos ou apoio institucional? Por quê?”, mostrou um acordo entre os participantes quanto à relevância das condições estruturais e de carga horária para melhorar as práticas de formação. Todos os docentes reconhecem que a continuidade, o suporte e a ampliação do tempo são fatores determinantes para consolidar os conhecimentos adquiridos e potencializar o impacto pedagógico da formação. Contudo, as justificativas apresentadas revelam percepções distintas sobre como esses fatores exercem influência sobre os processos de ensino e de aprendizagem em suas respectivas disciplinas, na escola.

O professor Sputnik respondeu de forma categórica e direta: “*com certeza*”. Essa resposta, embora sintética, reflete a unanimidade observada nas demais falas e expressa um reconhecimento objetivo da relevância de maior carga horária e de apoio institucional. O professor C-3PO, por sua vez, respondeu “*a robótica estimularia mais os alunos*”, fala que complementa a visão de Sputnik, enfatizando o efeito positivo que a aumento de recursos e de tempo teria sobre a motivação e o engajamento dos estudantes. Essa percepção demonstra uma compreensão mais voltada ao aprendizado discente, reforçando a ideia de que condições adequadas favorecem experiências educacionais mais efetivas. A perspectiva de aumentar a motivação é importante, pois a formação docente em THC busca formar o professor para criar motivos de aprendizagem nos estudantes. Para Vigotski, o estímulo mais poderoso da atividade humana provém dos instintos ou das necessidades orgânicas complexas, o que confere à ação educativa uma base objetiva e historicamente situada. Assim, a tarefa pedagógica de criar motivos de aprendizagem nos estudantes relaciona-se diretamente a RE, em que, é indispensável despertar o interesse da criança pela atividade antes de tentar incorporá-la (Leontiev, 2004).

O professor R2D2 respondeu que “*sim, dá ao aluno expectativas, projetos e ambições*”, fala que acrescenta uma dimensão voltada a perspectivas boas e a novas possibilidades de trabalhos com projetos. O participante associa a disponibilidade de tempo e recursos à capacidade de criar projetos, o que indica uma visão voltada à formação integral do estudante e a um aprendizado mais duradouro. O desenvolvimento de ambições está diretamente ligado ao desenvolvimento das FPS, que deve ser conduzido com base em fundamentos teóricos.

O professor Wall-E respondeu que “*necessita de tempo para montagem de cada finalidade ou robô*”. Sua fala destacou a limitação temporal, ao apontar que a natureza do trabalho exige dedicação prolongada para que as atividades sejam realizadas com qualidade. Essa necessidade de tempo está ligada às condições objetivas do trabalho docente, cuja precariedade leva a um cenário em que o planejamento e o ensino são prejudicados.

A professora BB8, respondeu que “*a área é bem ampla e poderíamos evoluir mais*”. Essa afirmação reforça a percepção de que o tempo e o apoio institucional permitem o aprofundamento e o aprimoramento profissionais contínuos, o que é essencial para que o professor se aproprie da RE como amplificador cultural. E a professora Eva, para encerrar, observou que “*existem muitos detalhes*” e que “*são vários comandos de programação*”, concluindo que “*com mais tempo, seria melhor*”. Essa fala mostrou preocupação específica com a complexidade das atividades práticas e com o tempo necessário para o domínio de habilidades mais refinadas. A necessidade de aprofundamento sugere que o processo de aquisição de conhecimento pelo professor demanda tempo e apoio. Conforme Lopes (2024), o professor é considerado sujeito-aprendente nesse contexto, apropriando-se dos conhecimentos por meio de diferentes mediações, que podem se multiplicar e se modificar em função do desenvolvimento e da criação de novas demandas ao longo do seu percurso profissional e formativo.

A Abstração Auxiliar 2 direcionou a investigação sobre a THC para os desafios, limites e perspectivas inerentes à utilização da RE como abordagem pedagógica por professores do Ensino Médio. O movimento dialético se estabeleceu sobre um triplice eixo de questões orientadoras, buscando, inicialmente, diagnosticar a percepção dos docentes sobre a contribuição da RE (Questão 23) e seu impacto motivacional (Questão 24), e, sobretudo, aferir a experiência prévia dos pesquisados com essa abordagem didática (Questão 25). Posteriormente, a análise se aprofundou nas respostas pós-intervenção, examinando o interesse pela continuidade (Questão 4), a transformação perceptiva no uso das TE (Questão 8) e as condições necessárias à sustentabilidade da nova prática pedagógica (Questão 9).

O diagnóstico inicial, conduzido antes da intervenção, revelou a quase total ausência de experiência prévia formal com a RE entre os participantes, evidenciando uma lacuna formativa histórica no contexto regional, conforme também apontado por Silva (2021; 2025). Não obstante essa inexperiência, as respostas iniciais demonstraram consenso unânime quanto ao potencial da RE para incrementar a motivação discente e aprimorar o processo de ensino. Os docentes reconheceram que a RE, ao promover “*vivências do cotidiano*” e a capacidade de “*ver a história na prática*”, funciona como uma abordagem didática mediadora que torna o conhecimento mais tangível e com sentido, favorecendo a superação da distância entre os conceitos do cotidiano e os conceitos científicos, conforme defendeu Vygotsky (1934/1982). Contudo, a brevidade da maioria das respostas indicou que essa percepção positiva era majoritariamente intuitiva e empírica, carecendo de um arcabouço teórico que lhes conferisse “*princípios básicos para nortear suas ações pedagógicas*”, aspecto criticado por Santos (2021b, p. 113). A intervenção, ao oferecer subsídios teóricos e práticos, contribuiu para uma mudança

na percepção docente sobre o uso de tecnologias (Questão 8). Os professores passaram a valorizar as TE, como a RE, não mais como meros acessórios, mas como ferramentas amplificadoras do ensino, capazes de diversificar as atividades e reconfigurar a aplicação da tecnologia no ambiente educacional.

Na perspectiva da THC, essa mudança indicou um avanço na apropriação de novos conhecimentos culturais e na consequente autotransformação do sujeito. A consideração, por parte dos professores, de que a RE facilita a aplicação dos conceitos científicos no cotidiano ratifica o potencial pedagógico dessa abordagem na atividade de ensino, que, para Vigotski (2021), deve impulsionar o desenvolvimento do pensamento teórico. O desejo manifestado de continuidade (Questão 4), contudo, veio acompanhado da condição de depender de “*apoio externo*”, o que remete à análise das condições objetivas do trabalho docente. A necessidade de “*mais tempo*” e de suporte institucional (Questão 9) revela que a complexidade da prática pedagógica mediada por RE exige condições materiais adequadas, cuja precariedade nas rotinas escolares dificulta a implementação autônoma de práticas inovadoras.

Portanto, a apropriação da RE pelo professor, alinhada à THC, configura-se como uma atividade que exige um processo contínuo de aprimoramento profissional (Leontiev, 2004). A formação continuada, nesse contexto, mostrou-se essencial para munir o professor dos conceitos necessários para transformar a motivação gerada pela novidade em apropriação efetiva dos conceitos científicos. É por meio dessa organização didática, planejada conscientemente e baseada em referenciais críticos, como a THC, que a prática pedagógica supera a mera rotina.

O exame dialético do trabalho pedagógico com a RE na Escola X, estruturado neste Eixo Analítico 2, revelou a coexistência de um ecletismo formativo pré-existente e do potencial transformador da RE quando utilizada como abordagem didática mediadora intencional. A prática pedagógica inicial, anterior à intervenção, estava marcada por uma dificuldade estrutural em alicerçar o ensino em um sistema teórico consciente, resultando em práticas dispersas e fortemente ancoradas na lógica do cotidiano e em suportes didáticos básicos, como “*livros e apostilas*” e “*Datashow*”. Essa dispersão teórica configura um obstáculo epistemológico que limita a prática pedagógica, a impedindo de promover o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes, uma vez que a atividade de ensino se encontra destituída de pensamento e planejamento.

As questões que investigaram as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e o potencial da RE para superá-las (Questões 20, 3 e 7, conforme conversa anterior) diagnosticaram um panorama de lacunas, incluindo a dificuldade em se apropriar de conteúdos

abstratos e a persistente dicotomia entre teoria e prática (Professora BB8). Tais desafios são sintomas de um ensino que não consegue guiar o estudante no movimento de transição dos conceitos do cotidiano para os conceitos científicos. Segundo Vygotsky (1934/1982), a apropriação dos conceitos científicos é essencial para o desenvolvimento, pois permite que o pensamento se estruture teoricamente, superando a experiência pessoal imediata.

A intervenção com a RE demonstrou potencial para auxiliar na formação docente. Os professores, inicialmente inexperientes com a RE (Questão 25), passaram a reconhecer a tecnologia como uma ferramenta de mediação, capaz de tornar os conceitos abstratos tangíveis e conferir sentido pleno ao conhecimento (Professor Sputnik). Essa mudança perceptiva eleva a tecnologia à condição de artefato cultural sofisticado, facilitando a apropriação do conhecimento científico de forma sistemática e intencional. Contudo, na análise da prática pedagógica pós-intervenção também evidenciamos limites estruturais e desafios práticos, como a carência de tempo para aprofundar os estudos e a necessidade de apoio institucional externo (Questão 9). Essa dependência das condições objetivas do trabalho docente, cuja precariedade compromete a sustentabilidade da prática.

A prática pedagógica no Ensino Médio, ao integrar a RE à intencionalidade, alinha-se aos pressupostos desenvolvimentais, impulsionando a apropriação conceitual em níveis superiores, conforme à orientação de Vigotski (2021). A formação em RE forneceu aos docentes subsídios para uma abordagem dialética (Professora Eva) que articula teoria e experimento. Essa intencionalidade formativa contribuiu para que o professor atue como organizador consciente do meio educativo, transformando a atividade docente em uma *práxis* pretensamente humanizadora e emancipatória (Santos, 2021b; Silva, 2025; Saviani; Duarte, 2012).

Para compreender as contradições e as superações vivenciadas pelos docentes no que tange aos desafios e às perspectivas do uso da tecnologia, sistematizamos, no Quadro 14, o movimento dialético entre a ausência de experiência prévia (ou experiência fragmentada), as expectativas idealizadas e a nova qualidade de consciência manifestada após a intervenção.

Quadro 14 – Experiência, expectativas e impressões dos professores (antes/depois da intervenção)

Professor	ANTES – Experiência com RE	ANTES – Expectativas	DEPOIS – Impressões (desafios/limites/perspectivas)
Sputnik	Não teve experiência com RE antes da intervenção.	“Mais motivadora, principalmente por este ser um método diferenciado e interdisciplinar.”	“Os elementos da robótica e a inteligência artificial se mostraram ‘muito mais úteis e próximos’.”

C-3PO	Não teve experiência com RE antes da intervenção.	“Ver a história na prática.”	“Eu não tinha a menor ideia de como funcionava [inicialmente, indicando a superação do desconhecimento].”
Wall-E	“Eu tive um projeto de robótica na escola.”	(<i>Não respondeu</i>)	“Diversificar as atividades com os alunos.”
R2-D2	Não teve experiência com RE antes da intervenção.	“Novas experiências e tecnologia estão em tudo.”	“Saber usar os conceitos científicos no dia a dia.”
BB-8	Não teve experiência com RE antes da intervenção.	“Motivados” (e registro associado: “os estudantes gostam de novidades”).	“Permitiu pensar em elaborar atividades práticas usando a robótica” / “e poderíamos evoluir mais”.
EVA	“Não como Professor de Matemática.”	“Os estudantes gostam de novidades.”	“Aprimorou ainda mais as minhas convicções sobre o uso da tecnologia.”

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A leitura dialética dos dados expostos no Quadro 14, à luz das categorias fundamentais da THC discutidas nas seções 2 e 3 desta tese, revela a trajetória de superação de uma consciência pedagógica inicialmente marcada pela alienação técnica. No momento “Antes”, a quase totalidade dos professores (Sputnik, C-3PO, R2-D2, BB-8) relatam não ter experiência prévia com a RE. As expectativas, nesse estágio, ancoravam-se predominantemente na categoria da “novidade” (BB-8, Eva) e na motivação intrínseca supostamente gerada pelo artefato (R2-D2). Essa postura inicial reflete o que Peixoto e Echalar (2017) denunciam como a fetichização do objeto técnico e a racionalidade instrumental. Nesse estágio sincrético, a tecnologia era aguardada como uma solução autônoma, capaz de modernizar o ensino por sua simples presença física, ocultando a necessidade da mediação cultural intencional e do trabalho docente. A expectativa de “*ver a história na prática*” (C-3PO) ou de “*novas experiências*” (R2-D2), sem o domínio do instrumento, denotava uma visão tecnocêntrica onde a ferramenta se sobrepunha à intencionalidade pedagógica.

O movimento evidenciado na coluna “Depois” demonstra a negação dessa visão ingênua por meio da intervenção formativa. A fala do professor Sputnik, ao afirmar que os elementos se mostraram “*muito mais úteis e próximos*”, e de R2-D2, ao destacar o “*saber usar os conceitos científicos no dia a dia*”, sinalizam que a RE deixou de ser um fetiche (“*novidade*”) para se tornar um amplificador cultural (Schroeder, 2008). Apropria-se, assim, da tecnologia não como fim, mas como instrumento psicológico que potencializa a relação do estudante com o conhecimento sistematizado.

Observa-se, portanto, a reorganização consciente da atividade pedagógica. Ao passarem da expectativa difusa para a intenção de “*diversificar atividades*” (Wall-E) e “*elaborar atividades práticas*” (BB-8), os docentes superam a lógica da “descoberta guiada” e do espontaneísmo, criticados por Karpov (2019). A intervenção permitiu que a tecnologia fosse

despida de sua suposta neutralidade e assumisse seu papel de mediação simbólica. A fala de Eva (“*aprimorou ainda mais as minhas convicções*”) e a percepção de BB-8 de que “poderíamos evoluir mais” indicam que a formação criou necessidades e motivos (Leontiev, 2004), expandindo a ZDI dos professores e possibilitando que a RE seja, de fato, integrada à práxis como ferramenta para a formação de conceitos científicos (Vigotski, 1934/1982), superando a fragmentação inicial entre o desejo de inovação e a realidade da prática docente.

5.3. EIXO ANALÍTICO 3: AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O Eixo Analítico 3 se dedicou à avaliação da intervenção pedagógica propriamente dita e seus efeitos sobre os professores participantes, examinando tanto a apropriação dos conceitos estruturantes da THC quanto os efeitos da RE sobre a reorganização de suas práticas. Para isso, mobilizamos um conjunto de respostas fornecidas no questionário pós-intervenção, cuja finalidade foi captar como cada docente compreendeu a mediação, a relação entre teoria e prática, a coerência da abordagem adotada e as possibilidades de transformação da própria atividade pedagógica. Também levamos em consideração manifestações desses professores registradas ao longo das etapas interventivas. A análise dessa etapa permitiu identificar o nível de consciência alcançado, os motivos acionados pela intervenção e as lacunas que ainda persistem na apropriação dos conceitos científicos, elementos essenciais na formação desenvolvimental defendida por Vygotsky (1934/1982), Elkonin (2024), Davidov (2024) e Leontiev (2004).

Assim, este eixo examinou, inicialmente, como os professores perceberam a mediação das atividades propostas, avançando para a identificação das mudanças em sua forma de planejar e pensar o ensino fazendo uso, quando possível, da RE, bem como das impressões sintetizadas sobre a formação. Também foram analisadas a coerência atribuída à abordagem baseada na RE e na THC, as sugestões para aprimoramento da formação e a indicação ou não da experiência para outros colegas.

Ao articular essas dimensões, buscamos compreender em que medida a intervenção foi capaz de mobilizar o motivo, gerar sentido pessoal e inaugurar um movimento de transformação da *práxis* docente, requisitos indispensáveis para a constituição de um ensino intencional que direcione o desenvolvimento humano, no caso da pesquisa empreendida, mediante a RE enquanto abordagem pedagógica.

5.3.1. ABSTRAÇÃO AUXILIAR 1 - AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO E DE SEUS EFEITOS SOBRE OS PARTICIPANTES

O exame dos efeitos da intervenção incidirá sobre a capacidade dos professores de articularem a teoria à prática, identificando a formação como um processo de aprimoramento contínuo e necessário à incorporação de novas abordagens pedagógicas. A análise das respostas à pergunta 6 do questionário aplicado após a intervenção, “*De que forma você percebeu a mediação (conforme proposta por Vigotski) nas atividades desenvolvidas durante a intervenção?*”, evidencia diferentes níveis de compreensão sobre o papel da mediação nas práticas desenvolvidas. As falas revelam tanto percepções mais concretas e imediatas quanto posicionamentos mais amplos sobre o processo de apropriação de conceitos e abordagens didáticas. Ainda que dois participantes não tenham respondido, as falas dos demais permitem observar uma linha comum: a ênfase na praticidade, na relação com a realidade escolar e na compreensão do aprendizado.

Segundo o professor Sputnik, o trabalho pedagógico precisa se manter “*pé no chão, vinculado à realidade da escola*”. Essa fala sugere a valorização da aplicabilidade das atividades, indicando que o docente percebeu uma conexão direta entre o conteúdo trabalhado e o cotidiano educacional. A ênfase na coerência entre teoria e prática sugere que o participante reconheceu a importância de vincular o aprendizado ao contexto concreto dos estudantes e às condições da escola, o que contribui para o engajamento e para a relevância das experiências formativas.

Já o professor C-3PO afirmou que “*as práticas do professor, na busca pelo desenvolvimento de cada um*”. A compreensão manifesta por esse professor, que estabeleceu a mediação como primariamente circunscrita à prática do docente, configura uma perspectiva que, embora valorize a intencionalidade pedagógica, demanda rigor conceitual a partir da THC. É imperativo ressaltar que a mediação, em sua essência dialética, não é a atividade do professor, mas o processo que se concretiza por meio de artefatos culturais (Vygotski, 1931/1995). Na concepção geral da THC, a função do professor é a de organizador do meio social educativo, conforme Leontiev (2004), atuando como condutor e regulador das relações estabelecidas na escola. O docente mobiliza e dispõe os elementos que irão mediar a apropriação do conhecimento pelo estudante. Esses elementos são as ferramentas (instrumentos técnicos, como os de RE), que se orientam para fora, modificando o objeto da atividade, e os signos (ferramentas psicológicas, como a linguagem verbal), que se dirigem para dentro, influenciando o comportamento e a formação da consciência, conforme estudos de Castro (2014) a partir de pesquisas empíricas desenvolvidas baseadas na obra de Vigotski.

De acordo com Leontiev (2004), o uso desses artefatos reestrutura o fluxo das operações psicológicas do sujeito, promovendo o desenvolvimento das FPS. Portanto, o professor é o agente que opera essa alavanca, mas a mediação é o mecanismo em si, conforme defendeu Leontiev (2004). Adicionalmente, a ênfase na busca pelo desenvolvimento individual pode ser examinada à luz da Teoria da Atividade (TA). De acordo com Leontiev (2004), a atividade humana é a base do desenvolvimento psíquico e está sempre ligada à satisfação de uma necessidade, sendo o motivo o que confere sentido pessoal à atividade. O papel do professor, como organizador, deve ser estruturar o ensino de modo que o conhecimento escolar (o objeto da atividade) adquira sentido para o estudante, transformando a prática pedagógica em uma *práxis* consciente e emancipadora. A tarefa do docente reside, assim, não apenas na intervenção direta, mas também na orquestração dos signos e das ferramentas que possibilitarão ao estudante essa transformação qualitativa.

A professora BB8, dando sequência às análises, ressaltou que “*através das práticas, conseguimos entender melhor o funcionamento*”. Assim como C-3PO, BB8 teve um entendimento conceitualmente fragmentado a respeito da mediação, porém, dialeticamente, promissor, acerca do processo de apropriação do conhecimento. Sua percepção, que vincula o entendimento conceitual à prática, estabeleceu um nexos com a materialidade da atividade. É na atividade que a apropriação do conhecimento se realiza, sendo o sentido pessoal conferido pelo sujeito à ação determinado pelo motivo que a impulsiona, conforme postulou Leontiev (2004). O sentido, nesta acepção, traduz a relação subjetiva do indivíduo com os fenômenos objetivados e conscientizados, como percebido por Silva (2025) em pesquisa recente em escola também de Porto Velho.

Entretanto, para um rigor conceitual na THC, a mediação do conhecimento não reside na atividade direta do professor, mas sim nos artefatos culturais que ele mobiliza, como já vimos. A ênfase na prática, como sinalizada por BB8, demonstrou o reconhecimento implícito da necessidade de contextualização, o que é vital para que os conhecimentos, especialmente os científicos, ganhem significado e sentido para os estudantes, promovendo seu desenvolvimento psíquico. Portanto, a atividade do professor consiste em manejar conscientemente esses artefatos culturais, sejam tangíveis (ferramentas) ou simbólicos (signos), no contexto do ensino, para além do empirismo, como apontou Vigotski (2021).

A percepção da professora Eva, sinaliza estabelecer uma correlação positiva entre a diversificação metodológica e a emergência de um aprendizado ao responder que “*o aprendizado fica mais significativo e real com as metodologias diferentes*”. Embora promissora, demanda uma distinção rigorosa no âmbito da THC. Ela destaca o impacto da

diversificação metodológica na percepção do significado e da utilidade do que foi aprendido. Sua fala indica uma compreensão de que o uso de diferentes abordagens favorece o envolvimento e a retenção do conhecimento, tornando o aprendizado mais autêntico e conectado à realidade. Entretanto, a ênfase na relevância do conhecimento (o que se torna “*significativo*”) alinha-se diretamente ao conceito de sentido pessoal, conforme estudado por Silva (2025), que se vincula ao motivo que impulsiona a atividade do sujeito. Silva (2025) também relata, em seus estudos, que o sentido pessoal é a dimensão subjetiva que confere relevância aos significados objetivos socialmente construídos.

Por fim, os professores R2D2 e Wall-E não responderam à pergunta. A ausência de resposta, neste caso, seria uma dificuldade em verbalizar a compreensão do conceito de mediação de Vigotski no contexto da formação? Esse silêncio pode indicar que a apropriação teórica da THC não ocorreu entre esses professores. Ou que, para esses dois docentes, a teoria e a prática ainda se mantêm dicotômicas, não sendo importante dominar conceitos teóricos.

O referencial da BNCC (2018) reforça o papel do professor como orquestrador da aprendizagem, especialmente, ao lidar com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Ao utilizar a RE, o docente deve, de fato, ir além do mero ensino técnico, atuando para desenvolver no estudante o pensamento criativo, lógico e crítico, instigando a formulação de perguntas e a avaliação de respostas. Conforme as orientações para o Ensino Médio, o uso das linguagens (artísticas, corporais e verbais) deve ser mobilizado para o protagonismo e a autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica e ética (BNCC, 2018). A articulação mostra que, mesmo com a imprecisão conceitual da mediação, o foco na intencionalidade pedagógica para o desenvolvimento dos estudantes deve ser coerente com o que é esperado do professor na era digital – segundo esse documento indutor.

O conjunto das respostas demonstrou que os professores perceberam a formação como uma experiência próxima da realidade escolar, prática e com significado para eles. Ainda que alguns participantes expressem de forma mais intuitiva do que conceitual o que compreenderam como mediação, é possível perceber que quatro deles reconhecem a relevância das ações vivenciadas e sua aplicabilidade no cotidiano educativo. A análise sugere que o principal efeito da intervenção foi promover a conscientização sobre a importância das práticas contextualizadas e das abordagens diversificadas, fatores que, na perspectiva da THC, são essenciais para tornar o aprendizado mais efetivo, pois a mediação é o elemento que transforma o trabalho docente em uma *práxis* efetiva e emancipatória (Elkonin, 2024; Davidov, 2024; Leontiev, 2004).

Adiante, as respostas para a pergunta 9 do questionário aplicado após a intervenção, “*Você considera que houve alguma mudança na sua forma de planejar ou pensar a prática pedagógica a partir desta experiência? Explique*”. Vemos, a partir das respostas, um movimento coletivo de mudança de perspectiva na atividade docente, ainda que com nuances conceituais limitados da THC. As respostas revelaram intenção dos professores participantes de superar o ensino tradicional, pautada pela necessidade de instrumentalização e pela relevância do conteúdo para os estudantes.

Numa linha de coerência teórica, perpassa as manifestações, concentrada na valorização de novos meios e estratégias de ensino. O professor Sputnik, ao identificar “*a robótica se tornou um horizonte metodológico para inovar as aulas*”; e Wall-E, ao focar “*em diversificar a prática com o uso de novas metodologias e materiais*”, demonstram a necessidade de mobilizar artefatos culturais contemporâneos para o desenvolvimento da atividade de ensino. Na THC, esses “*novos materiais*” e a própria RE atuam como ferramentas mediadoras, essenciais para a reestruturação das FPS. O impulso à “*busca por novas fontes e métodos de ensino, além do tradicional*” (C-3PO) e a ênfase na “*busca por aprimorar o método de ensino*” (Eva) reforçam a emergência de uma postura que se contrapõe à inércia de práticas mecânicas e desvinculadas de um referencial científico. Essa atitude crítica é um passo na direção da autotransformação, na qual o professor se assume como um profissional em constante formação para, então, promover o desenvolvimento do outro, conforme estudos de Castro (2014) e Silva (2025).

Sputnik, C-3PO e Wall-E evocam a busca humana por novos instrumentos psicológicos que ampliem a capacidade de mediação do real, tal como descrito por Repkin e Repkina (2024). Esses artefatos tecnológicos favorecem a passagem do pensamento visual-figurativo para formas superiores de raciocínio lógico-verbal. Quando C-3PO associa a robótica ao “*estimular*” e EVA a descreve como algo que torna o processo “*prazeroso*”, ambas as falas convergem com o conceito de motivo na RE. Como proposto por Leontiev (2004), o motivo é o que atribui sentido pessoal à ação, distinguindo-se do significado meramente objetivo.

Quando o professor recorre a propostas didáticas mais complexas e culturalmente com significado (como respondeu BB8), ele atua para que motivos, inicialmente, apenas compreendidos, convertam-se em motivos que efetivamente agem psicologicamente. Esse deslocamento transforma a própria estrutura da atividade do aprendente, reorganizando o modo como ele se apropria da cultura e orienta seu desenvolvimento (Leontiev, 2004). A divergência entre as respostas se manifesta no grau de apropriação da dialética entre o conhecimento teórico e a realidade concreta da atividade. R2D2, ao priorizar o trabalho do conteúdo “*relacionando com o meio e o dia a dia*”; e BB8, ao buscar aplicar “*teorias que parecem muito distantes da*

realidade dos estudantes”, indicam uma apropriação do imperativo de contextualização. Esta contextualização é vital, pois, na perspectiva da TA, conforme Leontiev (2004), o sentido pessoal da ação é determinado pelo motivo que a impulsiona, como já colocamos. Nessa perspectiva, o conhecimento adquirido na escola necessita de fazer sentido para o estudante para que ocorra a apropriação de conhecimentos científicos, conforme apontamentos de Leontiev (2004). A aproximação da teoria à prática, como explicitado por BB8, é um movimento que deve visar a transformar o conhecimento cotidiano do estudante em conhecimento científico (Vygotsky, 1982). A percepção de Eva de que *“busca aprimorar o método de ensino para melhor desenvolver o aprendizado dos estudantes”*, por seu turno, sintetiza o objetivo de uma proposta pedagógica baseada na THC: estruturar a atividade de ensino de forma intencional para impulsionar o desenvolvimento psíquico dos estudantes.

As respostas dos professores Sputnik, C-3PO, R2D2, Wall-E, BB8, Eva revelaram que a intervenção em RE promoveu um avanço no pensamento pedagógico, deslocando o foco da mera execução de conteúdos para a intencionalidade. Embora o domínio conceitual da THC não seja mais do que básico, é visível certa coerência teórica reside na busca pela instrumentalização da prática docente.

A análise das respostas à pergunta 10, do questionário aplicado após a intervenção, que solicitava *“se você tivesse que descrever esta formação em uma frase, qual seria?”*, apresenta uma síntese das impressões dos participantes acerca da intervenção pedagógica, expressas em frases curtas. As respostas revelaram convergência de expectativas relacionadas ao desenvolvimento de novas capacidades, divergindo, contudo, quanto ao foco do objeto dessa transformação (o método, a capacidade pessoal ou o futuro).

O cerne das percepções manifestadas pelos professores residiu na identificação da formação como um vetor de aprimoramento e de ampliação do horizonte de atuação. As respostas dos professores Sputnik, *“Atualização”*, e Wall-E, *“Acesso a novas oportunidades”*, sublinham a importância da formação continuada como um processo contínuo de desenvolvimento profissional, essencial para a incorporação de novas demandas e artefatos culturais no cotidiano escolar. De acordo com Silva (2025), o aprimoramento contínuo surge como uma resposta às novas demandas do cenário escolar, que não podem ser completamente atendidas apenas pelos conhecimentos adquiridos na formação inicial. A necessidade de atualização, sugerida por Sputnik, e de qualificação tecnológica (Wall-E), como indicado em outras pesquisas (Oliveira, 2019; Santos, 2021b; Lopes, 2024, Silva, 2021), reforça a ideia de que a formação deve levar em conta a evolução das tecnologias, que exigem a adoção de abordagens pedagógicas diferenciadas.

O professor C-3PO, ao expressar “*Descoberta de capacidades*”; e Eva, com o uso da palavra “*Inspiração*”, indicam perspectivas positivas para suas práticas. Essa “*descoberta*” sugere uma reconfiguração na qual o docente se percebe em um processo de aprimoramento de suas potencialidades intelectuais. Segundo o que foi defendido por Vigotski (2021), o desenvolvimento se manifesta pela apropriação da cultura historicamente construída e pelas relações humanas. A percepção de “*Inspiração*” (Eva) sugere, uma vez mais, que a atividade docente não se restrinja à rotina, mas que seja um ato criativo e intencional, conforme apontamentos de Leontiev (2004). A formação continuada, ao visar ao desenvolvimento profissional, deve promover o repensar crítico do ensino. E, no caso de uso de tecnologias, não fetichizado (Sousa, 2019; Sousa e Peixoto, 2022)

Já a resposta da professora BB8, “*Aprendizado prático*”, destaca a valorização da materialidade da atividade. Esse enfoque, na prática, como meio de apropriação do conhecimento, também sugere a importância desse movimento de articulação entre o teórico e o factual, para que os conhecimentos adquiram sentido, conforme foi trabalho durante toda a intervenção pedagógica. O ensino de conceitos científicos da THC e de RE mediante exposições dialogadas, mas, também, mediante atividades práticas relacionadas às práticas pedagógicas cotidianas dos professores participantes.

Embora haja consenso quanto à natureza transformadora da experiência, a divergência reside na projeção temporal dessa transformação. O professor R2D2 sintetiza sua percepção como “*Visão de futuro*”, o que sugere que a formação, além de fornecer ferramentas imediatas, também reorientou a perspectiva do docente em relação à sua prática em um horizonte prospectivo. Essa visão de futuro pode ser interpretada à luz da tese de Vigotski (2021), segundo a qual o ensino deve estar orientado para o amanhã.

O impulso à atualização manifestado pelos professores reflete a pressão por parte das novas agendas de ensino. Os professores, ao buscarem inovação e atualização, respondem indiretamente à demanda por maior envolvimento com a cultura digital e a necessidade de abordar temas sociais emergentes complexos, como segurança digital, *fake news*, privacidade, rede sociais, jogos de azar, uso crítico da internet em sala de aula etc. A BNCC Computação (2022) corrobora esse movimento, ao demandar dos docentes habilidades no Ensino Médio como a de produzir, analisar, gerir e compartilhar informações, o que exige que o docente se sinta inspirado (Eva) e apto para a descoberta de novas capacidades (C-3PO), transformando sua prática em um ato criativo e intencional (Leontiev, 2004). Ou pressionado a desenvolver habilidades para as quais não recebeu qualquer tipo de formação ou estrutura de trabalho para tal.

Doravante, as respostas apontam para o êxito da formação continuada em cumprir seu papel de mobilizar a consciência. As expressões “*Atualização*”, “*Descoberta de capacidades*”, “*Visão de futuro*”, “*Acesso a novas oportunidades*”, “*Aprendizado prático*” e “*Inspiração*” sugerem que a intervenção gerou um novo motivo para a atividade docente. Em termos de planejamento e prática pedagógica com a RE, as respostas indicam a apropriação da necessidade de incorporar novos artefatos culturais (tecnologias) para mediar o ensino; buscar uma prática contextualizada (prática e futuro); e desenvolver a si próprios (capacidade e inspiração) para aprimorar o processo de ensino.

A análise das respostas à pergunta 4 do questionário de avaliação da intervenção, adiante, “*a abordagem usada na formação (baseada na Robótica Educacional e na Teoria Histórico-Cultural) foi compreensível e coerente com a realidade da escola? Por quê?*”, apresentou um espectro de percepções que, majoritariamente, validam a pertinência da proposta, embora condicionada pela infraestrutura e pela profundidade conceitual dos conteúdos abordados.

A maioria dos participantes manifestou aceitação à abordagem, o que indica que a junção da RE com a THC esteve alinhada ao contexto das necessidades pedagógicas dos professores. Sputnik, C-3PO e BB8 responderam “*Sim*”, confirmando a adequação da formação ao ambiente escolar, sugerindo que o referencial teórico-prático é compatível com a *práxis*. No entanto, mais uma vez, respostas sem qualquer tipo de aprofundamento.

O professor R2D2 reforçou a aprovação do processo formativo de forma objetiva firmando: “*Sim, bem tranquila. Pois temos os kits de robótica. E trouxe melhor compreensão.*” Essa fala estabelece uma relação indissociável entre a materialidade do artefato (“*kits de robótica*”) e a clareza da proposta, indicando que a disponibilidade de instrumentos físicos atua como fator de validação da coerência metodológica. Na perspectiva da THC, a mediação do conhecimento ocorre, entre outros modos, por meio de ferramentas (artefatos materiais) que modificam o mundo externo, conforme estudos de Castro (2014) a partir de pressupostos de Vygotski (1991). A presença desses instrumentos na escola, portanto, garante que a abordagem pedagógica seja exequível e “*tranquila*”, pois o meio material essencial à atividade estará disponível para o uso dos professores.

Embora a coerência geral seja afirmada, dois participantes introduzem condições, manifestando uma percepção mais dialética, que confronta as condições objetivas e subjetivas da atividade docente. O professor Wall-E afirma que a coerência se deu “*em partes*”. *A escola já tem um kit de robótica. Necessita aprimorar os conhecimentos em montagem e computadores para configurar os arduínos*”. Essa resposta é crítica, pois, embora reconheça a existência do

instrumento mediador (o *kit* de RE), aponta para uma lacuna na instrumentalização técnica do professor. A necessidade de aprimorar “*conhecimentos em montagem e computadores*” demonstrou que o manejo da ferramenta (o fazer) ainda não alcançou o nível de controle consciente, conforme estabeleceu Vigotski (2021).

De modo distinto, a professora Eva concorda que a coerência se deu “*em partes, a abordagem da formação foi apropriada, mas é necessário estudar e entender melhor cada comando*”. Eva aceita a pertinência da abordagem (“*apropriada*”), mas impõe uma condição de natureza subjetiva e conceitual: a necessidade de aprofundamento teórico e procedimental (“*entender melhor cada comando*”). Essa manifestação reflete o desafio da apropriação dos conhecimentos científicos, que, segundo Vigotski (2021), a THC deve sistematizar para superar o conhecimento cotidiano e promover o desenvolvimento do pensamento teórico. A formação, ao introduzir a THC, expõe a complexidade do ensino, que exige fundamentos científicos e não pode ser reduzida a uma “receita de bolo”, como identificou Sousa (2023) em sua investigação.

A divergência entre a aceitação plena da coerência e as respostas condicionais (Wall-E e Eva) ilustra a complexidade da relação dialética entre a formação e a atuação docente, o que corrobora os estudos recentes de Silva (2021; 2025) também com docentes atuantes em escolas de Porto Velho.

Essa necessidade de domínio técnico-conceitual encontra amparo nas expectativas curriculares. Conforme a BNCC Computação (2022), é basilar que o estudante (e, por extensão, o professor) seja capaz de analisar a interação entre usuários e artefatos computacionais, refletindo sobre a qualidade do uso desses artefatos. Além disso, a BNCC estabelece a importância de integrar a investigação científica como eixo estruturante no Ensino Médio, que exige o aprofundamento de conceitos fundantes para a interpretação de ideias e a proposição de intervenções. Portanto, a formação não pode ser reduzida a uma “receita de bolo” (Sousa, 2023), mas deve fornecer o referencial teórico que permita o manejo consciente da tecnologia e a superação do conhecimento cotidiano (Vigotski, 2021)

A formação continuada, mesmo quando bem-sucedida em introduzir novos conhecimentos culturais como a RE (R2D2), não se encerra na entrega do material ou na aceitação da teoria. De acordo com Castro (2021a), ela deve promover o desenvolvimento das funções psicológicas superiores consciência e controle, permitindo que o docente tome consciência. Os professores identificaram a necessidade de aprimorar tanto o domínio técnico (Wall-E) quanto a compreensão conceitual (Eva), o que, segundo pressupostos da THC, ajuda o professor a realizar sua atividade de forma crítica e politizada, superando a lógica da vida cotidiana.

As respostas indicam uma aceitação da abordagem utilizada para trabalhar a RE como abordagem didática em relação com alguns dos pressupostos da THC. No entanto, essa aceitação está condicionada por dois fatores:

- 1) as condições objetivas (disponibilidade e infraestrutura dos kits de RE); e
- 2) as condições subjetivas (domínio técnico e aprofundamento conceitual do professor), que exigem continuidade formativa.

As respostas revelaram que a intervenção também levou os professores a tomarem consciência das lacunas existentes em seu próprio desenvolvimento e na instrumentalização necessária para manejar a RE de forma científica, e não apenas técnica, visando ao pleno desenvolvimento dos estudantes.

A análise das respostas à pergunta 6 do questionário de avaliação da intervenção, “*Que aspectos da formação mais te chamaram a atenção positivamente?*”, por sua vez, revelou dissimilaridades na compreensão dos resultados entre os participantes. Por um lado, há uma ênfase na instrumentalização técnica e na materialidade da RE, por outro, manifestaram a valorização das possibilidades pedagógicas que implicam o desenvolvimento psíquico dos estudantes e a transformação da *práxis* docente. Os professores destacaram elementos concretos e instrumentais da formação, que atuam como ferramentas na atividade, conforme a conceituação de Vigotski (2001) e Castro (2014), quando ambos distinguem instrumentos (externos) de signos (internos).

O professor C-3PO disse que o que lhe chamou a atenção foi “*a possibilidade de fazer um objeto funcionar*”. Wall-E afirmou que a “*montagem da ponte H, arduino e programação em linguagem C*”. Já BB8 destacou “*entender o funcionamento dos componentes e a criação de programação*”. E Eva respondeu “*A programação*”. Todos esses direcionaram o foco para os aspectos técnicos e procedimentais da RE. A valorização da “*programação*” e da “*montagem de componentes*” reflete a importância de dominar o novo instrumento mediador (a RE) para que ele possa, de fato, ser integrado à prática. Essa aquisição de habilidades técnicas é uma condição preliminar para que a RE possa, posteriormente, ser utilizada com intencionalidade pedagógica. Ao mesmo tempo, revela a curiosidade e a motivação e aprender e trabalhar pedagogicamente com ferramentas tecnológicas.

Em contraste com a ênfase instrumental, os professores Sputnik e R2D2 destacaram a dimensão social e desenvolvimental da formação, demonstrando uma apropriação mais próxima dos pressupostos pedagógicos da THC. Sputnik, ressaltou “*as formas de utilização do*

cotidiano escolar. As muitas possibilidades”. E R2D2, “*o fato de poder tirar o aluno da zona de conforto e ter o senso crítico e de pensar por si só*”. As respostas de ambos evidenciam a compreensão de que a formação proporcionou elementos para a transformação de suas atividades de ensino.

Essa percepção se alinha aos estudos de Vygotski (1991) segundo os quais se estabelece que o ensino deve estabelecer relação entre o conhecimento científico e a vida, o que, conforme estabeleceu Leontiev (2004), é essencial para a formação de conceitos e para que o conteúdo adquira sentido pessoal para o estudante. Já o desejo de R2D2 de promover o “*senso crítico e de pensar por si só*” é um indicativo do reconhecimento da escola como o local estruturalmente concebido para ir além dos desafios cotidianos, ensinando o estudante a pensar criticamente.

A valorização do “*aprendizado prático*” (BB8) e das “*formas de utilização do cotidiano escolar*” (Sputnik) converge com a necessidade de promover a melhora da qualidade da atividade docente por meio de um trabalho formativo que deve ter como finalidade, conforme Elkonin (2024) estabeleceu, garantir que o conteúdo da aprendizagem coletiva seja científico, propiciando que a criança apreenda o sistema de conceitos e os modos de obtê-los. Este autor também destacava que a *práxis* efetiva do professor, nesse sentido, resulta da formação que assegura a organização de ações com os objetos para a revelação de suas propriedades essenciais, fator indispensável para a formação de conceitos, e não para a simples memorização do conhecimento (Elkonin, 2024). Contudo, a tendência de alguns professores de focar na técnica (“*programação*”, “*montagem*”) demonstrou que a apropriação da RE ainda se encontra na etapa de domínio da operação, e não na plena consciência de seu potencial como instrumento psicológico e pedagógico.

A polarização entre a valorização da instrumentalização técnica (“*programação*”, “*montagem*”) e a dimensão pedagógica/desenvolvimental (“*senso crítico*”, “*utilização do cotidiano*”) sugere que os docentes ainda estavam engajados na fase inicial de domínio da operação do novo artefato cultural (RE). Essa dicotomia é uma consequência do processo de inserção de TE na Educação. O desenvolvimento do senso crítico e da análise em relação às informações digitais é uma meta curricular explícita. A BNCC Computação (2022) enfatiza que o estudante deve ser capaz de avaliar a confiabilidade das informações encontradas em meio digital, investigando autoria e propósito da mensagem. Esse objetivo pedagógico que implica a análise crítica de fontes de informação, sendo necessário o professor dominar aspectos técnicos básicos das ferramentas tecnológicas. Assim, a inicial instrumentalização técnica do professor é um passo necessário para que a RE possa se converter em um meio potente para o

desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência socioambiental e de consumo responsável (BNCC, 2018) dos estudantes nas escolas brasileiras.

Percebemos que a formação em RE foi percebida positivamente, tanto por oferecer o domínio técnico de um novo instrumento cultural (“*programação*” e “*componentes*”) quanto por despertar a consciência sobre as possibilidades de transformação pedagógica. A predominância de respostas voltadas ao aspecto técnico indica que os professores estão na fase de apropriação do instrumento. Contudo, as respostas que enfatizam a conexão com o cotidiano e o desenvolvimento do pensamento crítico sugerem que a formação levou o professor a pensar sobre sua função de organizador do meio social educativo e a compreender o potencial da RE como abordagem pedagógica.

A análise das respostas à pergunta 7 do questionário de avaliação da intervenção, “*Que sugestões você deixaria para que essa formação seja ainda mais eficaz em futuras aplicações (sem considerar infraestrutura)?*”, na sequência, demonstrou que a intervenção conseguiu mobilizar a necessidade e o motivo de um aprofundamento do estudo por parte dos docentes. Considerando que a intervenção pedagógica foi concebida como uma ação pontual e introdutória, o teor das sugestões sugere que a formação gerou nos docentes a necessidade e o motivo para a continuidade e o aprofundamento do estudo.

As respostas dos participantes foram as seguintes¹⁴. Sputnik: “*Pensar em mais dias de formação de acordo com cada realidade*”. C-3PO: “*Ter o material adequado*”. R2D2: “*Diminuir espaço de tempo entre as aulas*”. BB8: “*Explorar todos os materiais, utilizando as apostilas e montando as atividades propostas*”. Eva: “*A minha sugestão seria realmente o tempo*”.

Observamos convergência em torno da dimensão temporal do processo formativo. As sugestões de Sputnik, que propõe “*pensar em mais dias de formação de acordo com cada realidade*”, e de EVA, “*a minha sugestão seria realmente o tempo*”, indicam que o conteúdo e a abordagem da formação alcançaram o objetivo de despertar interesse e motivação nos docentes. Essa demanda por maior carga horaria, diante da limitação objetiva da intervenção pontual, atesta que o ensino se revelou pertinente e gerador de sentido pessoal para os professores. O ensino, na perspectiva de Vigotski (2021), é a força que impulsiona e guia o desenvolvimento, sendo que uma formação de boa qualidade é aquela que o antecede. Assim, o desejo por maior duração (“*mais dias*”) e pela adequação a “*cada realidade*” (Sputnik)

¹⁴ Wall-E não respondeu essa pergunta.

manifestam a compreensão de que a apropriação dos conceitos e o pensamento sobre a prática demandam um processo mais extenso e contextualizado.

Corroborando a questão temporal, R2D2 sugeriu “*Diminuir o espaço de tempo entre as aulas*”, colocando em debate a problemática da continuidade e da periodicidade do ensino. Em formações pontuais, o espaçamento entre os encontros pode comprometer a continuidade do movimento de estudo necessário à consolidação dos conhecimentos. Verificamos em estudos de Silva (2021), em que esta afirma que a interrupção prolongada ameaça a transformação da atividade de estudo em um processo de apropriação e desenvolvimento contínuo, tornando-se um obstáculo objetivo.

O segundo ponto de análise parte da sugestão de C-3PO (“*Ter o material adequado*”) e da proposição de BB8 (“*Explorar todos os materiais utilizando as apostilas e montando as atividades propostas*”). O foco na RE impõe a discussão sobre a materialidade dos artefatos e sobre a mediação pedagógica em um contexto de restrições objetivas. A intervenção pedagógica, ao utilizar materiais disponíveis na escola, e, por meio dela, incluir intencionalmente recursos recicláveis para suprir a escassez de componentes de alto custo e impacto ambiental, como as baterias, demonstrou esforço e disponibilidade do pesquisador para superar as condições objetivas do trabalho, conforme defende Silva (2025). Essa utilização de recursos alternativos na criação dos artefatos da RE mobilizou a atividade prática e criativa (BB8), o que, de acordo com Leontiev (2004), é um dos elementos centrais na THC para o desenvolvimento do psiquismo e para a apropriação dos modos de ação.

Contudo, a análise da demanda por “*material adequado*” (C-3PO) e a descrição da apropriação (BB8) evidenciaram uma lacuna: a eficácia do ensino. De acordo com Elkonin (2024), a dificuldade na eficácia do ensino, causada pela formação docente insuficiente sobre o conteúdo da RE, pode resultar em uma aprendizagem coletiva que não possui caráter desenvolvimental. Conforme Elkonin (2024) estabeleceu, se o enfoque do material didático recair sobre formas psíquicas já desenvolvidas (como o pensamento visual-figurativo), o ensino não impulsionará o desenvolvimento, mas apenas reforçará estágios já percorridos, tornando-se nociva. A chave para a aprendizagem coletiva desenvolvimental na idade escolar, segundo Elkonin (2024), é o conteúdo científico (sistema de conceitos e modos de obtê-los). A ausência desse conhecimento consolidado na formação do professor compromete a introdução desse conteúdo, impedindo que a RE atue como alavanca para o desenvolvimento psíquico geral.

A dificuldade de apropriação dos conceitos deve ser interpretada como a permanência do pensamento docente no patamar dos pseudo-conceitos ou complexos, formas de generalização que, embora partilhadas na vida cotidiana, não se constituem em consequência

autêntica da realidade objetiva, conforme proclamava Davidov (2024), que argumentava sobre a necessidade de *conhecimentos prévios* pois o novo tipo de generalização do conceito científico se apoia necessariamente no tipo de generalização “inferior”, representada pelos conceitos cotidianos.

A eficácia da formação reside, portanto, na intervenção pedagógica que organiza a atividade coletiva de estudo dos conhecimentos científicos em um sistema articulado. Segundo Davidov (2024), tal sistematização assegurava que o professor desenvolvesse a consciência e o controle do conceito, entendido como o artefato de mediação superior que orienta a atividade intelectual. Tendo em vista que Davidov (2024) defendeu que o domínio individualizado do conceito constitui a meta básica da formação, isso implica que a atividade psíquica do participante se torne consciente, estruturada e organizada. Conforme é possível defender a partir de Davidov (2024), a RE pode constituir a organização da própria atividade de estudo, possibilitando a tomada de consciência (Castro, 2021b) do modo como a atividade psíquica se realiza. Assim, garantir que o professor utilize a RE como instrumento de mediação significa assegurar que ele domine o signo verbal, instrumento do pensamento discursivo, de maneira consciente e lógica, superando a associação empírica e alcançando a sistematização necessária para apreender a essência do objeto.

A análise dialética das sugestões apresentadas, notadamente a ênfase na intensificação da temporalidade da formação e a necessidade de engajamento ativo na práxis pedagógica, converge com os postulados centrais da THC. O foco na duração e na periodicidade (Sputnik, EVA, R2D2) é obrigatório para o desenvolvimento psíquico, pois o bom ensino deve acompanhar o desenvolvimento dos estudantes em suas ZDI (Vygotsky, 1934/1982), exigindo continuidade a esse processo.

Paralelamente, a solicitação por “material adequado” (C-3PO) remete diretamente ao papel dos artefatos culturais como ferramentas psicológicas de mediação na apropriação (Vygotski, 1931/1995). A sugestão de que é necessário “Explorar todos os materiais” (BB8) sinaliza a compreensão da formação não como mera transmissão de informações, mas como uma reprodução essencial do conhecimento, na qual o sujeito deve se apropriar do conteúdo na sua própria atividade (Davidov, 1988; Castro, 2014), articulando a teoria e a prática para alcançar o controle consciente sobre a linguagem escrita, um artefato cultural e uma ferramenta do pensamento (Castro, 2014). Assim, as sugestões apontaram para a necessidade de prolongar a intervenção pedagógica em uma nova oportunidade.

A análise das respostas à pergunta 8 do questionário de avaliação da intervenção, “*você indicaria essa formação para outros colegas? Por quê?*”, revelou conjunto unânime de

respostas. Essa aceitação valida a o conteúdo e a abordagem da formação, mas, sob a perspectiva da THC, indicou que alcançou seu objetivo ao gerar motivo e sentido pessoal e, conseqüentemente, promover o aprimoramento da prática pedagógica.

As respostas dos participantes foram: Sputnik: “*Sem dúvida. A formação abre para novas abordagens em sala de aula*”. C-3PO: “*Sim, oportunidade de estudar uma nova área do conhecimento*”. R2D2: “*Sim, porque a robótica é o grande salto para o desenvolvimento*”. Wall-E: “*Sim. Indico para ajudá-los a ter novas formas de oficina com os alunos*”. BB8: “*Sim. Para colegas que gostam de explorar tecnologias nas suas aulas, seria uma forma de aplicar suas teorias na prática*”. Eva: “*Com certeza, aprender sempre é bom. Sair da inércia*”.

O ponto de convergência mais evidente é a aprovação incondicional da formação, expressa pelo “*Sem dúvida*” de Sputnik, pelo “*Com certeza*” de Eva e pelo “*Sim*” dos demais. Essa aprovação, no panorama da THC, reflete a percepção de que a formação ofertada promoveu a apropriação de conhecimentos relevantes e úteis à atividade profissional. As respostas, por fim, indicam que a formação proporcionou elementos teóricos e práticos para superar essa inércia.

As justificativas para a recomendação se articulam em dois pontos conceituais interligados: nova *práxis* pedagógica e a RE como mediação cultural. No primeiro ponto, Sputnik (“*A formação abre para novas abordagens em sala de aula*”) e Wall-E (“*Indico para ajudá-los a ter novas formas de oficina com os alunos*”) destacaram a potencialidade da formação para uma nova abordagem didática. Essa percepção dialoga com a tese de que o ensino precisa estar sintonizado com as emergências históricas do século XXI e com as novas abordagens, como as TE (Castro, 2020). Ainda, conforme apontou Silva (2021), na ausência de uma formação dentro de um campo teórico específico, os professores tendem a práticas espontaneístas. E a inserção da RE, enquanto artefato material, atua na superação da prática mecânica ao exigir que a ação individual seja reorganizada e subordinada ao sistema de operações histórico-culturais cristalizado no próprio instrumento, o que transcende a limitação dos modos instintivos de atividade e pode promover a formação de uma nova operação de trabalho, conforme apontava Vigotski (2003).

A sugestão de Eva, de “*Sair da inércia*”, é a síntese dessa percepção, pois a superação das práticas pedagógicas baseadas no empirismo, que apenas reforçam os estágios psíquicos já desenvolvidos, constitui um imperativo de estagnação. Em nossa proposta formativa, o uso da RE em uma perspectiva histórico-cultural que exige do professor constante reestruturação do conteúdo e das formas de implementação da atividade de estudo, conforme preconizava Davidov (2024). Este último afirmava que essa transformação é crucial para garantir a

apropriação dos conceitos teóricos e o desenvolvimento da consciência científica dos estudantes, demandando do docente a organização de ações que utilizem o modelo como instrumento psicológico principal na formação do sistema integral de conhecimentos.

No segundo ponto, a RE é concebida como um objeto de conhecimento e de também de mediação do desenvolvimento. C-3PO valoriza a “*oportunidade de estudar uma nova área do conhecimento*” e BB8 a vê como uma “*forma de aplicar suas teorias na prática*”. O estudo de uma nova área do conhecimento mediante o uso de TE é um imperativo latente à formação de professores, conforme indicam as expectativas de formação levantadas em pesquisas de Castro (2020), Silva (2021), Souza (2024) e Santos (2021b) que alertam para as possibilidades do uso didático-pedagógico das TE, como a RE. E a formação que intencionamos ao longo da intervenção pedagógica visou exatamente a fornecer o alicerce teórico para que o professor possa organizar o ensino de forma intencional e planejada, como indicava Davidov (2024) em seus experimentos didáticos em diversos territórios da antiga URSS.

Já a resposta de R2D2, “*Sim, porque a robótica é o grande salto para o desenvolvimento*”, demonstrou a apropriação do pressuposto de que o ensino, ao ser planejado e organizado, guia o desenvolvimento do psiquismo humano, indicando moderada aproximação com o pensamento de Vygotski (1991).

A indicação da formação aos colegas, em conjunto com as sugestões de tempo e de material discutidas anteriormente, demonstrou que a natureza introdutória e pontual da intervenção conseguiu gerar nos participantes um motivo interno. O interesse pelo tema e a necessidade de aprofundamento são o motor da atividade, como defendia Leontiev (2004).

O diagnóstico geral das respostas é de aprovação e de engajamento durante a intervenção pedagógica. Elas revelaram que o processo formativo que empreendemos, apesar de pontual, foi bem-sucedido em seu objetivo de introduzir emergentes abordagens e conteúdos, gerando nos participantes o motivo para o aprofundamento do estudo e o reconhecimento da RE como artefato cultural e como ferramenta de mediação potente para o desenvolvimento dos estudantes. As respostas atestam que a RE, no contexto analisado, é percebida como um “*grande salto para o desenvolvimento*” (R2D2) ou como um caminho para novas *práxis* pedagógicas (Sputnik, Wall-E, Eva), reforçando a urgência da formação continuada voltada ao uso pedagógico das TE, conforme pesquisas desenvolvidas em Rondônia por Castro (2020) e Castro e Silva (2021).

O Eixo Analítico 3 consistiu em avaliar a capacidade da intervenção pontual em RE, fundamentada na THC, de promover a autotransformação dos docentes e a apropriação

consciente dos conceitos mediadores, na expectativa de reorientar sua *práxis* pedagógica em direção ao desenvolvimento dos estudantes.

O diagnóstico final da intervenção pedagógica revelou um êxito circunscrito à mobilização do motivo (Leontiev, 2004) entre os participantes, alcançando o objetivo de gerar um impulso à continuidade do desenvolvimento profissional. A problematização central, relativa à capacidade de transformação da prática e à apropriação conceitual, encontra uma resposta dialética: a intervenção foi potente em despertar a necessidade, mas a apropriação plena do referencial teórico e de habilidades técnicas está em curso.

A aprovação unânime da formação e a indicação a outros colegas, com justificativas centradas na “*oportunidade de estudar uma nova área do conhecimento*” (C-3PO) e no reconhecimento da RE como o “*grande salto para o desenvolvimento*” (R2D2) atestam que o conteúdo teve sentido pessoal para os professores. Essa adesão traduz a assertividade do ensino ao se conectar com o “amanhã” do desenvolvimento e ao oferecer abordagens emergentes que prometem permitir ao professor “*sair da inércia*” (Eva).

Contudo, a apropriação da THC se revelou apenas inicial. A análise da mediação (Pergunta 6 do questionário aplicado após a intervenção) demonstrou que, embora a relevância prática fosse reconhecida universalmente, a compreensão conceitual ainda se apresentava fragmentada, com a mediação percebida primariamente como a “*prática do professor*” (C-3PO) e não como um mecanismo instrumental por meio de artefatos culturais, conforme defendido por Vygotski (1931/1995) e explicado por Castro (2014). A falta de domínio conceitual ou a dificuldade de verbalização por parte de alguns docentes (R2D2 e Wall-E) sugeriu que, para alguns participantes, a relação entre teoria (THC) e prática (RE) permanece dicotômica, o que constitui um desafio constante na formação de professores.

Apesar dessa limitação, avaliamos que a intervenção promoveu uma mudança de perspectiva na *práxis* pedagógica entre os professores participantes da pesquisa. Houve um movimento coletivo de superação do ensino tradicional, com professores buscando a instrumentalização (Wall-E) e a inovação (Sputnik), bem como a apropriação do imperativo de contextualização, aplicando as teorias à realidade dos estudantes (BB8), o que é essencial para dialogar com o conhecimento cotidiano em conhecimento científico, como defendeu Vygotsky (1934/1982).

As percepções sintetizadas (Pergunta 10 do questionário aplicado após a intervenção) em termos de “Atualização”, “*Descoberta de capacidades*” e “*Visão de futuro*” (R2D2) demonstraram que a formação atuou como vetor de maior aproximação com a RE. A coerência da abordagem com o uso da RE e THC foi validada pela maioria (Pergunta 4 do questionário

de avaliação da intervenção), mas apenas sob condição de suprimento das lacunas nos domínios técnico-instrumental (Wall-E) e conceitual (Eva), indicando que o manejo consciente da RE ainda não atingiu o nível de controle completo, como estudado por Vigotski (2001).

A polarização nas respostas sobre os aspectos positivos (Pergunta 6 do questionário de avaliação da intervenção), com ênfase na instrumentalização (“*programação*”, “*montagem*”) em relação à dimensão desenvolvimental (“*senso crítico*”, “*utilização do cotidiano*”), indica que os professores se encontram na fase de domínio da operação de um novo artefato cultural (RE).

A demanda por “*mais dias de formação*” (Sputnik) e a sugestão de “*Diminuir o espaço de tempo entre as aulas*” (R2D2) (Pergunta 7 do questionário de avaliação da intervenção) reforçam que o conteúdo da intervenção pontual foi relevante, gerando interesse e necessidade de um processo formativo continuado e com maior carga horária, como podemos também averiguar nos estudos de Silva (2021; 2025) e Brandt (2023).

A formação em RE com base em alguns dos pressupostos da THC cumpriu o papel de propor nova abordagem pedagógica. No contexto analisado, a RE foi vista como um artefato cultural potente, cuja plena incorporação na *práxis* docente depende, agora, da superação das condições subjetivas (domínio conceitual e técnico) e da estruturação de um trabalho formativo que assegure a continuidade, conforme preconiza a THC. A lacuna do conhecimento prévio de RE confrontada com a demanda por material adequado (C-3PO) reforçam que o planejamento pedagógico deve partir da avaliação do NDR dos docentes para atuar intencionalmente na ZDI, garantindo a apropriação consciente dos conceitos da THC e da RE, conforme preconizado por Vygotski (1931/1995).

A avaliação da intervenção pedagógica não se restringe à verificação da eficácia de procedimentos técnicos, mas busca compreender a totalidade do movimento de transformação da consciência docente. O Quadro 15 sistematiza a avaliação realizada pelos participantes, evidenciando a superação dialética das compreensões iniciais e apontando as contradições materiais que ainda tensionam a atividade pedagógica.

Quadro 15 – Avaliação da intervenção pedagógica pelos participantes

Professor	Avaliação da abordagem da intervenção	Compreensão sobre a Robótica Educacional após a intervenção	Aspectos a melhorar na intervenção
Sputnik	A Robótica Educacional tornou-se um horizonte metodológico para inovar as aulas, promovendo atualização docente.	Possibilita relacionar conteúdos com o meio e o cotidiano, favorecendo uma visão de futuro.	Pensar em mais dias de formação, considerando as diferentes realidades escolares.

C-3PO	Houve busca por novas fontes e métodos de ensino, para além do tradicional, promovendo descoberta de novas capacidades.	Contribui para aproximar teorias que pareciam distantes da realidade dos estudantes, por meio do trabalho prático.	Disponer de material adequado para o desenvolvimento das atividades.
Wall-E	Foco em diversificar a prática pedagógica com o uso de novas metodologias e materiais, ampliando oportunidades.	Destaca a importância da aplicabilidade dos conhecimentos em situações concretas.	(Não citado nas fontes).
R2-D2	Priorizou o trabalho do conteúdo relacionando-o com o meio e o dia a dia, ampliando a clareza conceitual.	Possibilita utilizar a tecnologia como verdadeiro instrumento de mediação e não apenas como exposição.	Diminuir o intervalo de tempo entre os encontros formativos.
BB-8	Buscou aplicar teorias que antes pareciam distantes, promovendo uma abordagem prática e contextualizada.	Permite explorar diferentes materiais e estruturar atividades práticas orientadas.	Explorar todos os materiais disponíveis, utilizando apostilas e ampliando as propostas.
EVA	Busca aprimorar o método de ensino para favorecer o desenvolvimento dos participantes, com inspiração formativa.	Reforça a compreensão da Robótica Educacional como prática pedagógica com sentido cultural.	A principal limitação apontada refere-se ao tempo disponível.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise dialética dos dados expostos no Quadro 15, fundamentada em categorias da THC apresentadas nos capítulos teóricos desta tese, revela um movimento qualitativo de ascensão do abstrato ao concreto. A avaliação unânime positiva e a disposição para recomendar a formação evidenciam que a intervenção rompeu com a lógica da racionalidade instrumental e da fetichização do objeto técnico, denunciadas por Peixoto e Echalar (2017) e Madureira (2021) na Seção 2. Inicialmente marcados por uma visão fragmentada ou tecnocêntrica, os docentes passaram a reconhecer a RE não como um fim em si mesma, mas como uma mediação cultural essencial para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores (Vygotski, 1931q1995).

O relato do professor R2-D2, ao diferenciar o uso da tecnologia como “*verdadeiro instrumento de mediação*” em oposição à mera “*exposição*”, materializa a apropriação do conceito vigotskiano de instrumento psicológico (signo). A RE deixa de ser um acessório externo para se tornar um elemento estruturante da atividade mental, permitindo, como aponta C-3PO, “*aproximar teorias que pareciam distantes*”. Esse movimento corrobora a tese de Schroeder (2008), discutida na Seção 3.4, de que a tecnologia, quando pedagogicamente intencional, atua como amplificador cultural, potencializando a capacidade de abstração e generalização dos conceitos científicos.

Observa-se, ainda, que a intervenção promoveu a produção de sentido pessoal (Leontiev, 2004) na atividade docente. Ao relatarem a “*descoberta de novas capacidades*” (C-3PO) e a “*inspiração formativa*” (Eva), os professores demonstram que o *motivo* da atividade

pedagógica foi reconfigurado: de uma obrigação burocrática ou técnica, passou-se a uma busca consciente pelo desenvolvimento dos estudantes. A articulação entre os conteúdos e o “*meio e o cotidiano*” (Sputnik, R2-D2) reflete a superação da dicotomia entre conceitos espontâneos e científicos, permitindo que a escola cumpra sua função de sistematizar a experiência humana (Vygotsky, 1934/1982).

Por fim, as sugestões de melhoria focadas no tempo e na materialidade (“*mais dias de formação*”, “*material adequado*”) não denotam falha, mas a consciência das condições objetivas necessárias para a materialização da práxis. Elas denunciam o contexto de precarização do trabalho docente (Saviani, 2007; Moura *et al.*, 2019) discutido na introdução desta pesquisa, reafirmando que a apropriação plena da RE exige não apenas formação teórica, mas a organização concreta do meio social educativo. A intervenção, portanto, não apenas instrumentalizou os professores, mas criou ZDI, onde a necessidade de continuidade e aprofundamento se apresenta agora como motor para futuras transformações na atividade

A análise dos dados empíricos, organizados nos três eixos analíticos desta investigação, revela que a intervenção pedagógica não se limitou à instrução técnica, mas se constituiu um experimento didático-formativo capaz de promover o desenvolvimento de novas formações psíquicas nos professores. O movimento observado não foi linear, mas dialético, marcado por contradições, negações e superações que podem ser categorizadas em três dimensões fundamentais.

a. Da alienação instrumental à tomada de consciência

A condição inicial dos sujeitos, evidenciada no Eixo 1, se caracterizou pela hegemonia da racionalidade instrumental. Ao associarem a RE meramente à “Indústria 4.0” (Eva) ou ao uso de “máquinas para facilitar” (Sputnik), e ao citarem o data show como o ápice tecnológico de suas práticas (Eixo 2), os docentes manifestavam o que Peixoto e Echalar (2017) denunciam como a fetichização do objeto técnico. Nessa perspectiva alienada, a tecnologia era compreendida como um ente autônomo, portador de uma “modernidade” intrínseca, ocultando as relações sociais e a intencionalidade pedagógica necessárias à sua apropriação.

A intervenção provocou a negação dessa compreensão fetichizada. O movimento dialético se revela quando R2-D2, que inicialmente declarava saber “*Nada!*”, passa a reconhecer a tecnologia como “*verdadeiro instrumento de mediação e não apenas como exposição*” (Eixo 2, Abstração 2). Essa mudança qualitativa sinaliza a apropriação do conceito de instrumento psicológico (signo) de Vigotski (2001). A tecnologia deixou de ser um fim em si mesma (o fetiche da novidade) para se tornar um meio (mediação) de atuação sobre a

realidade e sobre o psiquismo dos estudantes. O relato de C-3PO sobre o “*papel da linguagem*” e a influência no desenvolvimento reforça que a consciência docente superou a aparência do objeto técnico para apreender sua essência como artefato cultural.

b. Dos conceitos espontâneos aos científicos: A RE como amplificador cultural

No Eixo 2, a análise das dificuldades iniciais, abstração, desmotivação e verbalismo, expôs a fragilidade do trabalho pedagógico baseado em conceitos espontâneos ou na simples “descoberta guiada”, criticada por Karpov (2019) por delegar ao estudante a responsabilidade de redescobrir o conhecimento científico sem a devida sistematização.

A intervenção atuou como ruptura com esse modelo empírico. Ao se apropriarem da lógica de programação e da montagem dos robôs, os professores não apenas adquiriram uma habilidade técnica, mas acessaram o que Schroeder (2008) define como amplificador cultural. A fala do professor Wall-E, ao destacar que a RE permitiu a “*aplicabilidade do conhecimento matemático em problemas reais*”, e de BB-8, ao visualizar a “*teoria da Biologia*” materializada na construção do robô, evidenciam a ascensão do abstrato ao concreto. A RE permitiu a materialização de conceitos abstratos (como a lógica de programação ou princípios físicos), superando o verbalismo vazio. O instrumento técnico serviu de suporte material para a operação mental, permitindo que o pensamento teórico se desenvolvesse para além da experiência sensorial imediata, validando a tese de que o ensino intencional adianta o desenvolvimento (Vigotski, 1934/1982).

c. Da ação reativa à atividade orientada pelo sentido

A terceira dimensão, visível nos Eixos 2 e 3, trata da reorganização da estrutura da atividade docente sob a ótica de Leontiev (2004). Inicialmente, as expectativas dos professores eram reativas, pautadas na “*novidade*” ou na motivação externa dos estudantes (Eixo 2, Abstração 3). A ação docente carecia de um motivo pedagógico robusto que conferisse sentido pessoal à atividade.

Os dados pós-intervenção demonstram a produção de novos sentidos. Quando Eva afirma que a formação trouxe “*inspiração*” e “*aprimorou convicções*”, e C-3PO relata a “descoberta de novas capacidades”, observa-se que a RE deixou de ser uma imposição externa ou uma curiosidade para se integrar ao sistema de motivos do professor. A atividade pedagógica foi reorganizada conscientemente: o professor não apenas “usa” a robótica, ele a integra a um projeto de ensino voltado ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores. A demanda por “*mais tempo*” e “*material adequado*” (Eixo 3) não é mera queixa, mas a expressão da

consciência de que a atividade pedagógica complexa exige condições objetivas para se realizar plenamente. O motivo da atividade deslocou-se da execução burocrática para a promoção intencional do desenvolvimento humano.

O quadro 16 sistematiza a relação entre as dimensões teóricas analisadas e os indícios empíricos extraídos dos quadros gerados nas abstrações auxiliares:

Quadro 16 - Relação entre as dimensões teóricas analisadas

Dimensão Dialética	Caracterização Teórica (Fundamentos)	Indícios Empíricos (Do "Antes" para o "Depois")
1. Da Alienação Instrumental à Tomada de Consciência	Superação da fetichização da tecnologia (Peixoto; Echalar) e da racionalidade instrumental. Compreensão da RE não como "máquina mágica", mas como instrumento cultural de mediação.	Antes: R2-D2 ("Nada!"); Wall-E (Máquinas para facilitar); Uso exclusivo de Datashow. Depois: R2-D2 ("Verdadeiro instrumento de mediação e não apenas exposição"); C-3PO (Reconhece o papel da linguagem e influência no desenvolvimento).
2. Dos Conceitos Espontâneos aos Científicos	A RE como amplificador cultural (Schroeder) que materializa o pensamento. Crítica ao verbalismo e à "descoberta guiada" (Karpov). Ascensão do abstrato ao concreto.	Antes: Dificuldade com abstração e falta de base (Sputnik, Eva); Visão da RE como "novidade". Depois: Wall-E ("Aplicabilidade do conhecimento matemático"); BB-8 ("Teoria da Biologia aplicada na construção"); Sputnik ("Dar sentido ao conteúdo abstrato").
3. Da Ação Reativa à Atividade Orientada pelo Sentido	Reorganização da atividade e produção de sentido pessoal (Leontiev). O motivo da docência deixa de ser a rotina/obrigação e passa a ser o desenvolvimento psíquico dos sujeitos.	Antes: Expectativas difusas ("Ver a história na prática" - C-3PO); Motivação pela "novidade". Depois: Eva ("Inspiração", "Aprimorou convicções"); Sputnik ("Horizonte metodológico", "Visão de futuro"); Demanda consciente por tempo e planejamento (Eixo 3).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Esta categorização evidencia que a intervenção pedagógica cumpriu seu papel de criar uma ZDI para os professores. Ao confrontarem suas concepções espontâneas e instrumentais com os conceitos científicos da THC e a materialidade da RE, os docentes iniciaram um processo de autotransformação, indispensável para que possam, por sua vez, atuar como organizadores da atividade de desenvolvimento de seus estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES

A presente pesquisa teve como objetivo planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica formativa em RE voltada ao ensino de conceitos de disciplinas do Ensino Médio para docentes de uma escola pública de Porto Velho, que aqui denominamos Escola X. Retomar esse objetivo reafirma a centralidade do movimento investigativo desenvolvido e situa a intervenção com um tipo de pesquisa aplicada em que buscamos reorganizar a atividade docente por meio da RE enquanto abordagem pedagógica, à luz dos fundamentos da THC.

A partir desse objetivo, o percurso investigativo estabeleceu como horizonte a elaboração de uma ação pedagógica historicamente situada, voltada à formação crítica dos professores e à apropriação de conceitos científicos por meio da atividade teórico-prática com artefatos robóticos. Essa escolha implicou reconhecer a tecnologia como artefato cultural historicamente situado, e não como material neutro, reafirmando a necessidade de compreender seu papel no desenvolvimento das FPS (Vigotski, 2021) e na produção de sentido (Leontiev, 2004) no trabalho pedagógico.

A presente tese se justificou, primeiramente, pelo cenário de escassez de investigações sobre RE no Norte do Brasil, sobretudo, em Rondônia, onde a presença de kits e equipamentos não se tem convertido em uma reorganização consciente da atividade docente pelos professores nas escolas públicas do estado. A precarização das condições de trabalho, o déficit formativo e a ausência de processos sistemáticos de mediação crítica têm produzido uma contradição permanente entre a disponibilização de artefatos e sua efetiva apropriação cultural.

Em segundo lugar, esta pesquisa se insere em um contexto social marcado por fortes desigualdades e disputas de sentido sobre o papel das TE na escola pública. No contexto amazônico, onde o acesso a bens culturais é historicamente limitado, a RE aparece frequentemente fetichizada, vista como um caminho rápido para “modernização” ou “motivação”. E a presente investigação buscou superar tal racionalidade instrumental e afirmar a RE como mediação simbólica capaz de favorecer o movimento de ascensão dos participantes do empírico ao teórico, articulando ciência, cultura e escola.

Apresentamos as primeiras aproximações à RE na seção 2.1, um panorama inicial sobre o uso de tecnologias na Educação, e situamos a RE nesse movimento mais amplo. Destacamos que o emprego de artefatos culturais na prática pedagógica antecede a Era Digital, mas que as TE assumiram novas características no século XXI. Para discutir esse conceito, mobilizamos Castro (2020), que defende que as TE são historicamente situadas, articulam múltiplas

linguagens e aproximam dimensões do real e do virtual. Indicamos, ainda, os desafios enfrentados pelos docentes diante da incorporação dessas tecnologias, especialmente, em um cenário de precarização da profissão, conforme apontado por Saviani (2007) e Moura *et al.* (2019).

Também registramos o crescimento da RE na Educação Básica, impulsionado por políticas públicas, kits pedagógicos e competições estudantis, embora ainda haja poucas pesquisas que analisem seus impactos e referenciais teóricos. A investigação exploratória baseada na BDTD (Gil, 2017) evidenciou que a maior parte das pesquisas utiliza referenciais construtivistas e construcionistas, como observado por Santos (2021a), Silva (2019), Silva Junior (2019), Oliveira (2019), Melo (2019), Lima (2018), Campos (2017), Libardoni e Pino (2016), Santos (2016), Fornaza e Webber (2014) e Cabral (2011). Destacamos, ao longo deste percurso, a escassez de estudos, especialmente, na Região Norte, reforçando a necessidade de ampliar as investigações sobre RE no país. Além disso, descrevemos alguns momentos históricos relacionados à consolidação da RE, iniciando pelas contribuições de Papert (2020) e pela criação da linguagem “Logo”. Apresentamos a trajetória das plataformas LEGO-Logo e suas atualizações (Moraes, 1993; Fernandes; Santos, 1999; Campos, 2019), bem como a difusão da plataforma Arduino (Evans, 2013). Indicamos, por fim, o crescimento de iniciativas como a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e de outros torneios estudantis, que evidenciam o crescente interesse pela RE no Brasil.

Iniciamos o aprofundamento dos estudos sobre a RE em Rondônia na seção 2.2, na qual apresentamos um levantamento histórico da RE no estado, identificando seus primeiros registros e mapeando sua consolidação. Utilizamos uma pesquisa exploratória, com buscas no Google, análise de matérias jornalísticas e consulta a recortes de jornais físicos, a partir das palavras-chave “Robótica Educacional”, “Rondônia” e “OBR Rondônia”, o que nos permitiu historicizar a trajetória local da RE desde 2009.

Descrevemos o início das ações institucionais com a primeira formação para professores promovida pela SEDUC/RO, voltada ao atendimento de estudantes com AH/SD, e registramos as primeiras participações de Rondônia na OBR, que impulsionaram o interesse pela RE e ampliaram sua visibilidade. Indicamos, ainda, a expansão gradual da RE no estado entre 2010 e 2019, destacando a atuação do IFRO, especialmente, por meio do grupo de pesquisa GPMecatrônica, que colaborou com escolas públicas, organizou eventos, realizou formações, promoveu torneios, apoiou equipes e incorporou plataformas como Arduino e kits LEGO em projetos educacionais. Registramos ações realizadas pelo NAAHS, pela SEDUC/RO e por diversas instituições estaduais e municipais voltadas a estudantes com AH/SD e ao

desenvolvimento de iniciativas em escolas urbanas e rurais, o que evidenciou o crescimento do interesse pela RE e de sua articulação com competições, projetos de extensão e atividades científicas. Descrevemos, por fim, que, entre 2020 e 2023, a RE continuou avançando, apesar das limitações impostas pela pandemia, com competições virtuais, retomada presencial em 2022, ampliação de projetos em municípios do estado, parcerias entre IFRO, SEMED e escolas estaduais e participação em eventos nacionais e internacionais.

Com a intenção de entender o que outros pesquisadores estavam investigando, realizamos uma revisão sistemática apresentada na subseção 2.3, na qual identificamos, na BDTD, teses e dissertações sobre RE produzidas em Programas de Pós-Graduação relacionados à Educação. Localizamos 2.305 trabalhos e, após filtragem, sistematizamos 52 pesquisas pertinentes à área da Educação e as organizamos em planilhas eletrônicas. Esse mapeamento revelou os desafios enfrentados pelos professores no uso de tecnologias (Saviani, 2007; Castro, 2021) e justificou a necessidade de compreender como a RE tem sido estudada academicamente no país. A análise indicou que a produção se concentrou entre 2010 e 2023, com maior volume em 2020, predominância de dissertações e forte assimetria regional: Nordeste, Sudeste e Sul reuniram cerca de 90% das investigações. Identificamos, também, a concentração institucional (UFRPE, UFU, UEPB, UTFPR) e cinco categorias principais de pesquisa: desenvolvimento de habilidades e conteúdos, formação docente, impactos na aprendizagem, inclusão e diversidade e inovação.

A partir dessa revisão sistemática percebemos diversas contradições, assim a pesquisa nos levou a estudar as contradições num contexto de políticas tecnológicas neoliberais na subseção 2.4 na qual analisamos a historicidade da RE em meio a políticas tecnológicas neoliberais que reforçam uma racionalidade instrumental e a fetichização do objeto técnico, como mostram, de forma basilar, Bueno e Echalar (2015) e Peixoto e Echalar (2017). Esses autores evidenciam que programas governamentais e iniciativas de modernização escolar tendem a apresentar a tecnologia (inclusive a RE) como solução técnica para problemas estruturais, deslocando a mediação cultural e a intencionalidade pedagógica e reduzindo o professor a um operador de dispositivos. Em contrapartida, estudos como os de Echalar, Peixoto e Alves Filho (2020) demonstram que a tecnologia é um artefato cultural historicamente situado, atravessado por contradições, improvisações e práticas docentes que disputam sentidos e podem romper com o uso tecnicista. Assim, a historicidade da RE revela que sua potência formativa não reside no artefato, mas na mediação pedagógica crítica.

Diante dessas contradições, identificam-se fragilidades na formação de professores para atuar com TE, especialmente, na RE. Assim, na subseção 2.5, observamos que a incorporação

da RE ao trabalho pedagógico depende menos dos artefatos técnicos e mais da formação docente, marcada por desafios estruturais, políticas fragmentadas e pela necessidade de mediação cultural com intencionalidade. Diversas pesquisas desenvolvidas em Rondônia pelo Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR (Oliveira, 2019; Silva, 2021; Souza, 2021; Santos, 2021b) demonstram que a pesquisa inicial e continuada deve superar a racionalidade instrumental, promover reorganização consciente da atividade pedagógica e possibilitar a apropriação crítica das tecnologias. Esses estudos convergiram ao afirmar que a inovação não é sinônimo de adoção de dispositivos, mas de práticas que favorecem o pensamento teórico, a criação, o estudo de aula, a aprendizagem inventiva e a análise da ação docente. Também destacam a necessidade de condições concretas, como infraestrutura, políticas articuladas e valorização profissional para que a RE funcione como mediação simbólica.

Buscamos nos aprofundar teoricamente em alguns conceitos do capítulo 3, no qual apresentamos os fundamentos da THC e suas possibilidades de articulação com a RE, iniciando pelos aspectos históricos da teoria. Destacamos que a THC surgiu no contexto pós-Revolução de 1917 na antiga URSS, quando Vigotski, Luria e Leontiev propuseram uma Nova Psicologia, baseada no materialismo histórico-dialético, para explicar o desenvolvimento humano como resultado da apropriação cultural mediada socialmente.

Dessa forma, na subseção 3.1, investigamos conceitos centrais da THC, como signos, ferramentas, mediação, atividade mediadora, FPS, conceitos científicos e espontâneos, evidenciando que toda aprendizagem se inicia no plano intersíquico antes de se tornar intrapsíquica. Salientamos que artefatos culturais, incluindo TE, funcionam como ferramentas e signos capazes de reorganizar o psiquismo quando integrados a práticas intencionais.

Examinamos a produção científica brasileira sobre Educação e tecnologias (subseção 3.2), mostrando que, apesar do crescimento numérico de estudos, o campo permanece marcado por fragilidades teóricas, apropriações superficiais de referenciais e pela forte predominância de racionalidades tecnicistas. As análises de Echalar, Lima e Alonso (2019), Moraes (2016) e Lima, Alonso e Echalar (2021) mostram que grande parte das pesquisas reduz a tecnologia a uma ferramenta neutra ou a uma solução autônoma. Esses autores denunciam a fetichização dos artefatos técnicos e a captura do discurso da inovação pelas lógicas do mercado, o que esvazia a mediação pedagógica e fragiliza o trabalho docente.

Continuando a investigação, discutimos (subseção 3.3) as relações entre Educação e tecnologias a partir da perspectiva histórico-cultural, criticando tanto o instrumentalismo quanto o determinismo tecnológico que orientam muitos discursos escolares. A literatura analisada (Peixoto; Araújo, 2012; Peixoto, 2015; Damasceno; Peixoto, 2022) indica que essas

abordagens reduzem a complexidade da prática pedagógica ao tratar a tecnologia como um recurso técnico. A subseção argumentou que currículo e formação docente constituem campos de disputa em que a tecnologia precisa ser apropriada criticamente, como mediação cultural orientadora do desenvolvimento humano.

Estudamos (subseção 3.4) como o conceito de amplificadores culturais, proposto por Schroeder (2008), permite compreender tecnologias como mediadores que ampliam a relação dos estudantes com os conteúdos científicos, desde que usadas com intencionalidade pedagógica. O estudo de Schroeder mostrou como vídeos, modelos e documentários atuaram como mediadores que favoreceram a apropriação de conceitos sobre sexualidade, ilustrando o papel da escolha docente na mediação simbólica. Em diálogo com Castro (2020), o texto argumenta que TE como RE, mobilidade digital, realidade aumentada e IA expandem qualitativamente as formas de mediação previstas por Vigotski.

Aprofundamo-nos na distinção vigotskiana entre conceitos espontâneos e científicos (subseção 3.5), mostrando que ambos se desenvolvem de forma interdependente, mas apenas os científicos avançam com a sistematização escolar e a mediação planejada. Retomando os experimentos de Shif e Vygotsky (1934/1982), o texto destacou que a instrução formal impulsiona níveis superiores de abstração, pensamento causal e generalização, evidenciando que o desenvolvimento conceitual não decorre da experiência cotidiana, mas do trabalho pedagógico intencional. Em seguida, apresentou pesquisas recentes, como as de Araújo (2024), Monteiro e Gaspar (2024) e Procopio e Freitas (2020), mostrando que o cotidiano motiva, mas não garante a apropriação conceitual, que textos de divulgação científica ajudam a identificar pseudoconceitos e que a física exige mediações específicas para a transição do espontâneo ao científico. Todas as investigações convergem na centralidade do professor, cuja organização do ensino determina a passagem ao pensamento abstrato. Por fim, a subseção reafirma que o processo de formação de conceitos é contínuo, não linear e depende de um planejamento docente rigoroso, princípio que fundamenta o trabalho com RE em diferentes áreas, inclusive, na intervenção desta tese.

Discutimos (subseção 3.6) como a integração das tecnologias educacionais, em especial a RE, deve ultrapassar o uso técnico previsto por políticas como a BNCC, o PNED e o PNE, exigindo mediação pedagógica orientada pelos princípios da THC. Embora tais políticas atribuam centralidade à cultura digital, ao pensamento computacional e às TE, seu uso escolar frequentemente se limita a aplicações utilitaristas ou superficiais (Peixoto; Echalar, 2017; Madureira, 2021; Cardim; Moretti, 2024). A THC, ao enfatizar a mediação simbólica, a formação de conceitos científicos e o papel estruturante do professor, permite ressignificar a

RE como prática pedagógica que articula programação, resolução de problemas e colaboração à sistematização conceitual, contrapondo-se ao construcionismo e às lógicas de “descoberta guiada”, que tendem à empirização do conteúdo e à fetichização da tecnologia. A RE, quando orientada por explicações formais, planejamento, ZDI e organização consciente da atividade, possibilita que os estudantes avancem na relação entre conceitos espontâneos para científicos, relacionem teoria e prática e atribuam sentido ao conhecimento, reforçando o papel da escola como espaço de apropriação da cultura e formação humana integral que reafirma que a docência, sustentada por formação contínua e colaboração entre pares, é condição para que tecnologias atuem como verdadeiros mediadores culturais.

Apresentamos, na sequência, o percurso investigativo adotado na pesquisa (Seção 4), fundamentado na intervenção pedagógica como tipo de pesquisa aplicada, orientada pelos referenciais de Damiani *et al.* (2013) e Castro (2021a) e pela perspectiva vigotskiana, ancorada no materialismo histórico-dialético (Asbahr, 2011; Castro, 2024). O estudo utilizou instrumentos como instrumentos de coleta de dados questionários mistos, entrevistas, encontros formativos e observação participante. O lócus e a escolha dos participantes foram justificados pelo interesse institucional da escola e pela articulação com a SEDUC/RO. Contextualizamos Porto Velho (subseção 4.1), descrevendo suas características econômicas e demográficas, bem como as desigualdades socioespaciais e os indicadores educacionais do município e da escola pesquisada – marcada por vulnerabilidades, distorção idade-série, infraestrutura limitada e desafios tecnológicos. A escolha da Escola Estadual X decorreu do interesse da gestão em implementar a RE e da necessidade de formação docente diante dos kits distribuídos pela SEDUC/RO. Participaram da pesquisa seis professores de diferentes áreas (Matemática, Química, Biologia e História), com perfis diversos quanto à idade, formação inicial, pós-graduação e tempo de atuação, formando um grupo heterogêneo que possibilitou a elaboração coletiva da intervenção, baseada nos princípios da THC.

O texto destaca que a pesquisa intervenção pedagógica exige planejamento criativo e diálogo sistemático com a teoria, estruturada em quatro fases: diagnóstico, planejamento, implementação e avaliação, com a inclusão, no Grupo de Pesquisa HISTCULT UNIR, a fase prévia diagnóstico. Em seguida, descrevemos as etapas aplicadas na presente investigação. O percurso evidenciou o envolvimento progressivo dos docentes, o diálogo interdisciplinar e a elaboração de propostas pedagógicas, culminando na demonstração prática das aprendizagens e dos desafios vivenciados ao longo da intervenção.

Na Seção 5, apresentamos a avaliação da intervenção pedagógica em RE com docentes do Ensino Médio, analisada segundo o Materialismo Histórico-Dialético, com base em dados

coletados antes, durante e após a formação, por meio de questionários, entrevistas e registros audiovisuais. A análise seguiu o percurso metodológico de Asbahr (2011) e de Castro (2024), envolvendo a identificação do perfil dos participantes, a observação das singularidades da prática docente e a definição da unidade de análise. A unidade de análise **Relação entre a formação e o trabalho pedagógico com a RE** foi organizada em três eixos analíticos: “Contexto da formação para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho/RO”, “Trabalho pedagógico com RE no Ensino Médio” e “Avaliação da intervenção e efeitos formativos”. Essa estrutura permitiu explicitar determinações históricas e formativas que condicionaram a atuação docente, bem como as transformações, limites e possibilidades observadas ao longo do processo, abrindo caminho para a análise aprofundada do primeiro eixo.

A análise do Eixo Analítico 1, “Contexto da formação para o trabalho pedagógico com a RE em uma escola pública de Porto Velho/RO”, permitiu identificar as condições históricas e pedagógicas que configuravam a prática dos professores antes da intervenção. Observamos fragilidade formativa na apropriação crítica das tecnologias, desconhecimento dos fundamentos da THC e organização fragmentada do planejamento escolar. A formação continuada, em geral, marcada por cursos breves e instrumentais, não havia propiciado bases teóricas para a compreensão da RE como mediação cultural.

A intervenção revelou que os participantes reconheciam lacunas conceituais significativas, tanto em relação a RE quanto aos fundamentos teóricos do desenvolvimento humano. Ao longo do processo formativo, emergiram indícios de reorganização da consciência profissional, especialmente ao compreenderem que o uso pedagógico da tecnologia exige referência teórica, intencionalidade e estrutura didático-dialética.

As discussões sobre mediação, conceitos científicos e atividade permitiram superar a visão utilitarista da RE. Os professores começaram a identificar os robôs como artefatos culturais carregados de sentidos sociais, e não como simples dispositivos. Essa mudança indicou um movimento de ascensão no nível teórico, elemento central das neoformações observadas.

O segundo eixo evidenciou transformações qualitativas no planejamento e na organização do ensino pelos participantes. A prática pedagógica passou a se orientar pela mediação cultural, pela relação entre sentido e significação e pelo uso intencional da RE para trabalhar conceitos científicos das disciplinas.

Os professores passaram a organizar atividades com divisão de funções, tarefas progressivas e desafios que promoviam ação mental com suporte externo intencional. Esse movimento indicou uma reorganização consciente da atividade docente.

As atividades com sensores, motores, programação e prototipagem favoreceram a apropriação de conceitos de Matemática, Física, Química, Biologia e História. A experiência vivida com sentido permitiu reorganizar a relação entre conceitos espontâneos e científicos, evidenciando a ZD ampliada pelo trabalho coletivo.

Embora a escola possuísse kits, enfrentava dificuldades estruturais (falta de baterias adequadas, materiais incompletos, ausência de documentação). Ainda assim, observou-se superação criativa das limitações, especialmente quando os professores mobilizaram soluções contextualizadas, como o reaproveitamento de baterias provenientes de brinquedos descartados.

O terceiro eixo sintetizou os movimentos mais profundos da intervenção. A avaliação dialética mostrou que a intervenção produziu transformações qualitativas na organização do pensamento dos professores, especialmente na capacidade de compreender a tecnologia como mediação simbólica e não como material neutro.

Observamos o desenvolvimento de aptidões como atenção voluntária, controle consciente, pensamento teórico e reorganização da atividade coletiva. Os professores passaram a produzir explicações mais sistematizadas, a interpretar os erros como parte do processo e a atribuir sentido cultural às experiências.

A experiência gerou novas relações sobre o trabalho pedagógico com TE e permitiu que os professores se reconhecessem como participantes capazes de articular RE, conteúdo curricular e TE.

Por exemplo, podemos perceber claramente o desenvolvimento de cada um dos professores. Assim, analisaremos individualmente esse processo, começando pelo professor Sputnik.

O percurso de Sputnik ao longo da intervenção mostrou um claro deslocamento em sua compreensão do papel da TE no ensino. Inicialmente, ele considerava a robótica distante da História e não via como articulá-la a conteúdos científicos. Com o avanço das atividades e a apropriação dos fundamentos da THC, passou a reconhecer a RE como abordagem pedagógica e de dialogar com processos históricos que envolvem transformações no trabalho humano, como a Revolução Industrial, a automação e o surgimento de dispositivos eletromecânicos.

Durante as experiências com sensores, motores e programação, Sputnik atribuiu sentido pedagógico aos artefatos, não buscando domínio técnico, mas compreensão de como esses objetos podem articular ciência, tempo histórico e cultura. Seu desenvolvimento incluiu também uma leitura crítica das desigualdades tecnológicas nas escolas públicas, integrando dimensões políticas e culturais a sua interpretação da tecnologia. Ao final, demonstrou compreensão de que a RE pode sustentar debates sobre trabalho, ciência e sociedade,

reorganizando sua prática docente e encontrando na robótica uma via concreta para conectar História, tecnologia e cultura.

Ao longo da intervenção, o professor C3PO, embora inicialmente visse a RE como algo distante da História e se surpreendesse por participar de uma formação voltada às áreas de exatas, passou a identificar relações entre artefatos tecnológicos e processos históricos estruturantes. Reconheceu a tecnologia como produção cultural inserida em disputas sociais, compreendendo a robótica como artefato capaz de mediar debates sobre a industrialização, a automação e as transformações no trabalho humano. C3PO também problematizou as desigualdades no acesso às tecnologias nas escolas periféricas, percebendo a RE como oportunidade de tensionar essas contradições e ampliar o contato dos estudantes com a cultura científica. Ao final, elaborou propostas pedagógicas que envolvem RE e conteúdos de História, articulando discussões sobre indústria, modernização e os impactos sociais das máquinas.

O percurso de R2-D2 na intervenção demonstrou uma reorganização progressiva de sua compreensão da RE e de sua relação com a RE na perspectiva da THC. Apesar de já conhecer os kits disponíveis na escola, reconhecia que a simples posse dos materiais não garantia apropriação pedagógica, e a formação lhe permitiu superar a lógica de tentativa e erro ao compreender a necessidade de mediação intencional. Rapidamente se apropriou da lógica da programação, entendendo o código como linguagem simbólica que organiza a ação e buscando sempre compreender o “porquê” de cada comando, articulando sensores, algoritmos e motores. Com isso, deixou de tratar a programação como prática meramente técnica, passando a utilizá-la como suporte teórico para relacionar o concreto da experiência ao abstrato da conceituação. Conforme avançava, R2-D2 identificou que conteúdos de Matemática e Física, como velocidade, proporcionalidade, medidas e funções, poderiam ser reorganizados quando mediados por robôs, que geram dados reais e permitem análises conceituais mais profundas. Também passou a problematizar as desigualdades no acesso dos estudantes da escola pública à cultura tecnológica, entendendo a RE como uma possibilidade de ampliar sua participação na ciência, desde que trabalhada com intencionalidade e foco na produção de conceitos. Ao final, elaborou propostas pedagógicas que evidenciam uma leitura ampliada da RE, articulando-a aos conteúdos de sua disciplina e reconhecendo seu potencial para reorganizar a sua abordagem por meio da atividade intencional.

Wall-E revelou um deslocamento em sua compreensão sobre a relação entre a RE e o ensino de Matemática.

“Sim, fico raciocinando direto, várias maneiras de utilizar. Uma das ideias é trabalhar medidas. Ensinar cálculo de perímetro, diâmetro, raio, área. Fazer o robô percorrer um círculo, e a partir disso calcular. Por exemplo, posicionar árvores formando um círculo e o robô contornar, gerando dados para o cálculo. A programação teria que ser diferenciada, mas a aplicação ajudaria” (*Wall-E, Transcrição da Intervenção, 2025*).

Embora já demonstrasse curiosidade no início, ainda percebia a robótica como algo periférico e pouco conectado à organização pedagógica da disciplina. Com o avanço da intervenção, passou a reconhecer os artefatos da robótica como mediadores simbólicos capazes de favorecer a ensino de matemática. Entendeu rapidamente a lógica da programação e identificou no código um meio de trabalhar relações matemáticas de forma concreta. As experiências com PWM, variação de ciclos, cálculo de tempo e movimento mostraram-lhe que a RE cria situações para produzir dados reais, permitindo que os estudantes compreendam funções, grandezas e proporcionalidade por meio de experimentação orientada. Outro eixo central de seu desenvolvimento foi a mudança na compreensão da mediação docente. Antes, associava a robótica principalmente às competições da escola. Depois passou a entender como uma abordagem pedagógica que só se torna formativa quando articulada intencionalmente ao ensino de conceitos científicos. Suas reflexões sobre perímetro, área, velocidade e aceleração revelaram uma reorganização do modo de planejar, agora orientado pela lógica da atividade. Demonstrou ainda sensibilidade às dificuldades dos estudantes da escola pública, especialmente no pós-pandemia, reconhecendo a RE como uma possibilidade de reconstrução conceitual ao tornar os conteúdos menos abstratos. Ao final, Wall-E apresentou propostas que integram robótica e matemática de maneira coerente, fundamentadas em mediação intencional e apropriação conceitual.

O percurso de BB8 foi marcado pela aproximação entre a Biologia e os fundamentos da THC. Desde o início, demonstrou interesse em integrar artefatos tecnológicos aos conteúdos biológicos, mas ainda tinha dúvidas sobre como fazer isso de forma coerente. À medida que vivenciou as atividades, reorganizou sua compreensão e passou a reconhecer a RE, quando usada com intencionalidade pedagógica como uma abordagem capaz de aproximar os estudantes da lógica interna dos fenômenos biológicos. Um dos pontos centrais de seu desenvolvimento foi a capacidade de relacionar sensores, motores e circuitos aos processos do corpo humano, estabelecendo analogias rigorosas com sinapses, impulsos nervosos e contrações musculares. Ao analisar energia, movimento e resposta dos motores, conectou esses fenômenos a processos metabólicos, fluxos iônicos e mecanismos fisiológicos, interpretando a robótica como artefato cultural e não como ferramenta técnica. Também incorporou o erro como elemento formativo, utilizando a IA não apenas para corrigir códigos, mas também para

compreender suas causas, reforçando a reflexão como parte da atividade orientada. Ao longo das discussões, destacou o potencial da RE para criar experiências com sentido, especialmente em temas como fisiologia, neurociência, sustentabilidade e tecnologias assistivas. Ao final, apresentou propostas que articulam Biologia e RE de forma consistente, permitindo que os estudantes experimentem, observem, formulem hipóteses e construam explicações ancoradas em conceitos científicos.

Por fim, Eva demonstrou uma forte apropriação da RE como abordagem pedagógica articulada à THC. Desde o início, buscou entender os artefatos para além da técnica, relacionando LEDs, motores e sensores a fenômenos químicos, como a condução elétrica, a luminosidade e a dissipação térmica.

Ao longo da intervenção, passou a usar a RE para tornar visíveis processos que, na Química, são abstratos, empregando instrumentos de laboratório e conectando a programação a transformações físico-químicas. Superou sua insegurança inicial e passou a compreender o código como uma linguagem simbólica que organiza o pensamento. Reconheceu que, mediada por uma intencionalidade teórica, a RE pode ampliar a formação científica dos estudantes, tornando a química concreta e acessível.

A intervenção revelou que o desenvolvimento profissional não é resultado de instruções pontuais, mas de um processo culturalmente mediado, capaz de produzir sentido e reorganizar a consciência pedagógica. Ao longo das 12 semanas, emergiu um movimento de superação do empírico inicial (manipulação desarticulada dos kits) em direção a formas teóricas de compreensão da RE como prática cultural, culminando na capacidade de planejar atividades com intencionalidade e fundamentação.

A dimensão da sustentabilidade e da relevância social da pesquisa foi materializada por meio da parceria fundamental com a cooperativa CATANORTE. Iniciamos essa colaboração com uma breve formação dos cooperados no processo de identificação e seleção de itens eletrônicos recicláveis, refletindo a aplicação prática dos princípios da RE de forma sustentável. A parceria se mostrou essencial, principalmente ao resolver um desafio da intervenção, que era a falta de baterias apropriadas na escola, um componente de alto custo e impacto ambiental. A coleta de baterias reutilizáveis a partir de materiais descartados superou esse gargalo, fornecendo material de boa qualidade e permitindo a montagem de protótipos funcionais, o que viabilizou o experimento final e o movimento do robô. Demonstrou a viabilidade de que é possível implementar a RE em escolas públicas com recursos limitados, além de conferir um sentido à sustentabilidade na escola, transformando o vulgarmente conhecido como “lixo” em conhecimento.

A intervenção proporcionou uma ZDI, constituída pelo coletivo docente, pela mediação teórica e pela prática compartilhada. As falas dos professores evidenciaram esse deslocamento: compreenderam a RE como possibilidade de trabalhar conceitos científicos, como mediação da cultura científica e como prática que integra ciência, técnica e história.

Com base na sistematização final dos dados apresentada no Quadro 16, que mostra a síntese de categorização do movimento dialético, a intervenção pedagógica com RE evidenciou um movimento de transformação dos professores participantes organizado em três dimensões articuladas: (a) da alienação instrumental à tomada de consciência; (b) dos conceitos espontâneos aos conceitos científicos; (c) da ação reativa à atividade orientada pelo sentido. Esse quadro analítico permitiu compreender que as mudanças observadas não se reduzem a uma alteração pontual de opinião sobre a tecnologia, mas constituem um processo de reorganização consciente da prática pedagógica, produzido pela mediação cultural com intencionalidade, pelo trabalho coletivo e pelo confronto entre concepções empíricas e conceitos científicos mobilizados ao longo da intervenção.

A primeira dimensão, da alienação instrumental à tomada de consciência, torna-se visível ao compararmos os indícios empíricos do “antes” e do “depois” nos quadros dos Eixos 1 e 2. Antes, apareceram registros de compreensão restrita da tecnologia e ausência de referência teórica: desde o “Nada!” de R2-D2, passando pela visão de máquinas “para facilitar” e pela centralidade de recursos como data show, projetor e livros como equivalentes de tecnologia aplicada ao trabalho pedagógico. Após a intervenção, emergem enunciados que apontam para a compreensão da RE como instrumento de mediação, e não como mera exposição, indicando um deslocamento para uma leitura em que o objeto técnico passa a ser interpretado como artefato cultural historicamente situado, exigindo planejamento, direção pedagógica e finalidade formativa. Esse movimento expressa a ruptura com a fetichização do objeto técnico e a passagem para uma tomada de consciência sobre o lugar da tecnologia na atividade pedagógica.

A segunda dimensão, dos conceitos espontâneos aos conceitos científicos, foi particularmente evidenciada no Eixo 2, quando as dificuldades iniciais relacionadas à abstração, à desmotivação e ao verbalismo revelaram a fragilidade do trabalho pedagógico sustentado apenas por formas cotidianas de explicação, sem sistematização conceitual. A intervenção operou como ruptura com esse modelo empírico ao inserir a RE como mediação, permitindo aos professores participantes a apropriação da lógica de programação e a compreensão da montagem e do funcionamento dos robôs, como suporte à formação de conceitos científicos. Nesse ponto, a RE assume a função de amplificador cultural, pois cria condições objetivas para

a materialização do conceito científico, favorecendo a ascensão do abstrato ao concreto. As falas de Wall-E, ao indicar a aplicabilidade do conhecimento matemático em problemas reais e de BB-8, ao visualizar a teoria da Biologia materializada na construção de um robô funcional, evidenciam que a operação com o instrumento técnico, quando organizada por ensino intencional, não permanece no plano do manuseio, mas sustenta operações mentais superiores, superando o verbalismo vazio e favorecendo a direção do desenvolvimento pelo ensino.

A terceira dimensão, da ação reativa à atividade orientada pelo sentido, se torna visível nos Eixos 2 e 3 ao analisar o deslocamento das expectativas iniciais, frequentemente ancoradas na novidade ou em motivações externas, para a produção de novos sentidos vinculados à reorganização da atividade pedagógica. Os dados pós-intervenção indicaram que a RE deixou de figurar como imposição externa ou curiosidade e passou a integrar o sistema de motivos dos professores participantes, como evidenciado por expressões como “inspiração”, “descoberta de novas capacidades”, “visão de futuro” e “horizonte metodológico”. Nesse movimento, a prática pedagógica se reestrutura: não se trata de “usar” robótica, mas de inseri-la em um projeto de ensino orientado ao desenvolvimento das FPS, articulando conceitos científicos, mediação simbólica e organização didático-dialética.

Nessa mesma direção, as demandas por “mais tempo”, “material adequado” e melhores condições para continuidade não aparecem como reclamações periféricas, mas como expressão de que os participantes passaram a reconhecer a complexidade objetiva do trabalho pedagógico com RE. Ou seja, a exigência por condições concretas evidencia que a atividade docente deixa de operar de modo reativo e passa a demandar organização consciente: planejamento, estabilidade de encontros, materialidade disponível e continuidade formativa. Esse deslocamento reforça que a intervenção produziu, além de adesão, também a produção de sentido e a reorganização da atividade, na qual os participantes passam a compreender a relação entre meios, finalidades e mediação cultural.

À luz dessa categorização, reafirmamos a tese central deste trabalho: é possível desenvolver atividades de Robótica Educacional em escolas públicas, inclusive em contextos de precariedade, desde que a RE não seja reduzida ao kit ou ao artefato técnico, mas sustentada por mediação cultural com intencionalidade pedagógica, formação crítica e organização coletiva do ensino. A experiência na Escola X mostrou que limitações materiais podem ser enfrentadas por estratégias de superação criativa, como o reaproveitamento de recursos e a parceria com a CATANORTE, quando há direção pedagógica do processo e apropriação crítica da tecnologia como construto social. Assim, a viabilidade da RE em escolas públicas não

depende de condições ideais abstratas, mas da criação de condições formativas reais: organização do processo, sustentação teórica, tempo pedagógico e práxis coletiva.

Por fim, o quadro 16 evidencia que a intervenção pedagógica desempenhou seu papel ao criar uma ZDI para os professores participantes. Ao confrontarem concepções instrumentais e espontâneas com os conceitos científicos da THC e a materialidade da RE, os participantes iniciaram um processo de autotransformação indispensável para que, por sua vez, atuem como organizadores no desenvolvimento de seus estudantes. Nesse sentido, esta tese reafirma a RE como prática pedagógica formativa e historicamente situada, capaz de articular ciência, cultura e escola, desde que orientada por ensino intencional e pela produção de sentido no interior da atividade docente.

Entretanto pudemos perceber algumas limitações emergiram ao longo da pesquisa:

- Tempo restrito da intervenção frente à complexidade da formação docente;
- Escassez de materiais adequados e kits incompletos;
- Dificuldades estruturais da escola pública;
- Ausência de acompanhamento longitudinal com estudantes;
- Número limitado de participantes e rotinas de trabalho intensas que impactaram a assiduidade;
- Impossibilidade de aprofundar o estudo de todas as neoformações psíquicas emergentes.

Tais limitações não comprometem os achados, mas indicam caminhos futuros e demonstram maturidade metodológica.

A partir dos resultados alcançados, emergem possibilidades de continuidade como:

- Ampliação da pesquisa para outras escolas de Porto Velho e Rondônia;
- Criação de políticas formativas sustentadas nos fundamentos da THC;
- Desenvolvimento de materiais didático-culturais sobre RE e educação escolar;
- Investigação de práticas de RE articuladas às problemáticas socioambientais da Amazônia;
- Estudos longitudinais com estudantes impactados pela prática docente reorganizada;
- Articulação entre RE, sustentabilidade, reciclagem e formação crítica.

O doutorado constituiu, para mim, uma experiência vivida que reorganizou minha própria atividade como pesquisador e docente. Ao viver a intervenção ao lado dos professores, pude compreender de forma concreta o poder da mediação cultural e da formação crítica.

Transformações na consciência não ocorreram apenas nos participantes: a tese também reorganizou meu modo de compreender a RE, a formação docente e a pesquisa como *práxis* social.

Concluo esta fase da minha trajetória, reafirmando que as TE e, em especial, a RE, quando compreendida não como simples ferramenta técnica, mas como abordagem pedagógica intencionalmente organizada pelo professor, constituem um amplificador cultural capaz de potencializar a apropriação de conceitos científicos e a articulação dos conteúdos escolares em uma perspectiva crítica. Quando situada historicamente no contexto amazônico, articulando tecnologias emergentes com materiais recicláveis e práticas sustentáveis, a RE revela múltiplas possibilidades formativas, ampliando o modo como os estudantes acessam e transformam a cultura científica.

Esta pesquisa também transformou profundamente este pesquisador, cuja formação inicial foi marcada pelo construtivismo. Ao longo do percurso investigativo, iniciei um processo de deslocamento e desenvolvimento em uma perspectiva crítico-dialética. Espero dar continuidade às investigações, contribuindo para fortalecer a escola pública e enriquecer a produção científica sobre RE e as TE como abordagem pedagógica, para que os estudantes aprendam mais e melhor.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, M. A.; ECHALAR, A. D. L. F. Entre lógica instrumental e determinista: perspectivas teóricas nas pesquisas sobre o PROUCA. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 28, e41241, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/lc28202241241>. Acesso em: 3 jan. 2025.
- AMORIM, J. C. de. **Robótica educacional e ensino**: proposta de implantação em espaço de construção e experimentos. 2018. 172 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão em Educação a Distância) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8600>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- ARAÚJO, J. N. de. **Vida cotidiana e aprendizagem de Matemática**: reflexões sobre a relação entre conceitos espontâneos e científicos. 2018. 266 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018. Disponível em: <https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3214>. Acesso em: 5 out. 2024.
- ASBAHR, F. da S. F. **Por que aprender isso, professora?** Sentido pessoal e atividade de estudo na Psicologia Histórico-Cultural. 2011. 219 f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- AZEREDO, J. L. de; PIZZOLO, M. C. C.; BITENCOURT, R. L. de. A formação continuada de professores: um espaço para autoria? **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 3, n. 2, p. 174-188, 2018.
- BARBOSA, M. V.; MILLER, S.; MELLO, S. A. **Teoria histórico-cultural**: questões fundamentais para a educação escolar. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2017.
- BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD). **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações**. Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2022. Disponível em: <https://bdtb.ibict.br/>. Acesso em: 7 dez. 2023.
- BRANDT, A. de S. **Contribuições do trabalho colaborativo para a Educação Infantil**: intervenção pedagógica com professoras de uma escola municipal de Porto Velho/RO. 2023. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2023.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**. Normas sobre computação na educação básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pec-g/33371-cne-conselho-nacional-de-educacao/90991-pecer-ceb-2022>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 6 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): educação é a base**. Brasília, DF: MEC, 2018. 581 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 10 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/media/bncc-computacao-na-educacao-basica.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024**. Brasília, DF: MEC, 2014.

CABRAL, C. P. Tecnologia e Educação: da informatização à robótica educacional. **Ágora**, Porto Alegre, ano 2, p. 36–59, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://websmed.portoalegre.rs.gov.br/escolas/revistavirtualagora/artigos/robotica.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2023..

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

CAMPOS, F. R. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança na escola**. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

CARDIM, V. R. C.; MORETTI, V. O pensamento computacional na educação básica: uma compreensão a partir da teoria histórico-cultural. In: SEMANA DA MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (SEMAT), 13., 2024, Guarulhos. **Anais [...]**. Guarulhos: IFSP, 2024. p. 1-11.

CASTRO, R. F. **A expressão escrita de acadêmicas de um curso de pedagogia a distância: uma intervenção histórico-cultural**. 2014. 238 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/ri/2790>. Acesso em: 12 jun. 2023.

CASTRO, R. F. Intervenções Pedagógicas: formação pela pesquisa de Sula Norte do Brasil. **Revista Exitus**, Santarém, v. 11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24065/22379460.2021v11n1ID1524>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CASTRO, R. F. Tecnologias Emergentes e Formação de Professores: o que as grades curriculares de cursos de pedagogia sinalizam? In: SILVA, M. S.; PEDROSA, N. B.; ISOBE, R. M. R. (org.). **Múltiplos olhares sobre a formação de professores no Brasil**. Porto Velho: EDUFRO, 2020. p. 81-96.

CASTRO, R. F. de. O método dialético em pesquisas educacionais: contribuições para investigações histórico-culturais. **Cadernos de Pesquisa UFMA**, São Luís, v. 31, n. 1, p. 1-

26, jan./mar. 2024. Disponível em:
<https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/18584>.
Acesso em: 1 abr. 2024.

CASTRO, R. F. de; SILVA, E. B. da. Processos formativos mediados por tecnologias emergentes no estado de Rondônia em tempos de pandemia: o que dizem os professores? **Revista Educar Mais**, Pelotas, v. 5, n. 1, p. 7-24, 2021. DOI: 10.15536/reducarmais.5.2021.2140.

CATANORTE. **Cooperativa Cata Norte de volta as atividades**. Porto Velho, 21 maio 2020. Disponível em: <https://catanorte.wordpress.com/>. Acesso em: 23 out. 2024.

COSTAS, F. A. T.; FERREIRA, L. S. Sentido, significado e mediação em Vygotsky: implicações para a constituição do processo de leitura. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 55, p. 205-223, set. 2011.

COUTO, M. E. S.; COELHO, L. Políticas públicas para inserção das TIC nas escolas: algumas reflexões sobre as práticas. **A Revista Digital da CVA-RICESU**, Brasília, v. 8, n. 30, p. 1–12, 2014.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Tradução: Luciana de Oliveira da Rocha. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CYSNEIROS, P. G. A máquina das crianças, numa escola com/sem futuro. **R. Faced**, Salvador, n. 12, p. 227-231, jul./dez. 2007.

D'ABREU, V. V. J. Robótica pedagógica: percurso e perspectivas. In: WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL (WRE), 5., 2014, Natal, RN. Anais [...]. Natal, RN: [s. n.], 2014. Disponível em: http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf. Acesso em: 7 jun. 2020.

DAMIANI, M. F. “Sem as reuniões a escola não existe! Não tem como!”: estudo de caso de uma escola colaborativa. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 27., 2004, Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu: ANPED, 2004. p. 1-15.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v. 12, n. 2, p. 140-148, maio/ago. 2008.

DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 45, n. 1, p. 57-67, 2013.

DAVIDOV, V. V. O problema da generalização nos trabalhos de L. S. Vigotski. In: PUENTES, R. V. (org.). **Lev S. Vigotski e a aprendizagem coletiva desenvolvimental: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin**. 3. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. p. 303-324.

DEWEY, J. **The child and the curriculum**. Chicago: University of Chicago Press, 1902.

DIÁRIO DA AMAZÔNIA. **Equipe Nimble do SESI Lagoa representa DR-RO no Festival Internacional de Robótica**, 12 ago. 2023. Disponível em: <https://www.diariodaamazonia.com.br/equipe-nimble-do-sesi-lagoa-representa-dr-ro>. Acesso em: 10 abr. 2022.

DIÁRIO DA AMAZÔNIA. **Estudantes testam criatividade**, 12 set. 2010. Caderno E-3.

DIÁRIO DA AMAZÔNIA. **Governo capacita professores**, 13 mar. 2009. Caderno B-3.

DISESSA, A. A. Unlearning Aristotelian physics: a study of knowledge-based learning. **Cognitive Science**, Amsterdam, v. 6, p. 37–75, 1982. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0364-0213\(82\)80005-0](https://doi.org/10.1016/s0364-0213(82)80005-0). Acesso em: 10 abr. 2022.

DOURADO, L. F. Políticas e gestão da educação básica no Brasil: limites e perspectivas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 28, n. 100, p. 921-946, 2007.

ECHALAR, A. D. L. F.; PEIXOTO, J.; CARVALHO, R. M. A. de (org.). **Ecossistemas e repercussões dos processos formativos nas práticas docentes mediadas pelas tecnologias: a visão de professores da rede pública da educação básica do estado de Goiás sobre os usos das tecnologias na educação**. Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2016.

ECHALAR, J. D.; LIMA, D. da C. B. P.; ALONSO, K. M. Produções científicas do GT 16 Educação e Comunicação da ANPEd entre 2011 e 2017: contribuições da análise bibliométrica para a qualificação da área. **Série-Estudos**, Campo Grande, v. 24, p. 31-51, 2019.

ECHALAR, J. D.; PEIXOTO, J.; ALVES FILHO, M. A. (org.). **Trajetórias: apropriação de tecnologias por professores da educação básica pública**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2020.

ELKONIN, D. B. Aprendizagem coletiva e desenvolvimento mental na idade escolar. In: PUENTES, R. V. (org.). **Lev S. Vigotski e a aprendizagem coletiva desenvolvimental: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin**. 3. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. p. 287-299.

ENGELS, F. **Dialética da natureza**. São Paulo: Paz e Terra, 1977.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **Arduino em ação**. São Paulo: Novatec, 2013.

FERNANDES, C. T.; SANTOS, N. Pesquisa e desenvolvimento em informática na educação no Brasil – parte 1. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 9–27, 1999. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/rbie/article/view/2290>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FONSECA, M. Políticas públicas para a qualidade da educação brasileira: entre o utilitarismo econômico e a responsabilidade social. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 29, n. 78, p. 153-177, 2009.

FORNAZA, R.; WEBBER, C. RE aplicada à aprendizagem em física. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, e50275, 2014. DOI: 10.22456/1679-1916.50275. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.50275>. Acesso em: 12 jun. 2023.

FRANCIS, T. Estudantes montam placa de robô durante competição em Porto Velho. **G1**, Porto Velho, 1 jun. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2016/06/estudantes-montam-placa-de-robo-durante-competicao-em-porto-velho.html>. Acesso em: 5 jan. 2024.

FREITAS, R. A. M. M. Pesquisa em didática: o experimento didático formativo. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA ANPED CENTRO-OESTE, 10., 2010, Uberlândia. **Anais** [...]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2010. v. 1, p. 1-11.

GARCIA, A. C. de O. **Estrada de Ferro Madeira-Mamoré: imperialismo nos trópicos (1903-1912)**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GAZETA RONDÔNIA. **IFRO e SEMED Estabelecem Parceria para Introdução de Robótica em Escola de Ji-Paraná**, 16 mar. 2023. Disponível em: <https://gazarondonia.com.br/noticia/10283/ifro-e-semed-firmam-parceria-para-levar-aulas-de-robotica-para-alunos-de-ji-parana>. Acesso em: 5 fev. 2024.

GENTE DE OPINIÃO. **Alunos do SESI-SENAI de Vilhena conquistam medalhas no Torneio de Robótica FLL Etapa Regional Norte**, 5 nov. 2023. Disponível em: <https://www.gentedeopinioao.com.br/economia/tecnologia/alunos-do-sesi-senai-de-vilhena-conquistam-medalhas-no-torneio-de-robotica-fll-etapa-regional-norte>. Acesso em: 15 dez. 2023.

GENTE DE OPINIÃO. **Aula de Robótica é Destaque no Estande da Semed no Primeiro Dia da Rondônia Rural Show 2023**, 23 mai. 2023. Disponível em: <https://www.gentedeopinioao.com.br/educacao/aula-de-robotica-foi-atracao-no-estande-da-semed-no-1o-dia-da-rondonia-rural-show-2023>. Acesso em: 15 dez. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GONÇALVES, D. W. V.; SILVA, R. A. da. **A comunicação no site institucional enquanto relato da construção do Instituto Federal em Rondônia**. Porto Velho: Editora Inovar, 2022. v. 1–3. Disponível em: <https://repositorio.ifro.edu.br/home>. Acesso em: 5 fev. 2024.

GOVERNO DE RONDÔNIA. **Escola Barão do Solimões é classificada para Etapa Nacional da Olimpíada Brasileira de Robótica**, 17 set. 2019. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/escola-barao-do-solimoes-e-classificada-para-etapa-nacional-da-olimpiada-brasileira-de-robotica>. Acesso em: 15 dez. 2023.

GOVERNO DE RONDÔNIA. **Portal Oficial do Governo do Estado de Rondônia**. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/portal/>. Acesso em: 26 nov. 2024.

GOVERNO DE RONDÔNIA. **Seduc oferece Formação Continuada para Projeto de Robótica Educacional**, 21 mai. 2019. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/seduc-oferece-formacao-continuada-para-projeto-de-robotica-educacional>. Acesso em: 15 dez. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**: Porto Velho – RO. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho>. Acesso em: 10 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). **Página institucional**. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.ibict.br>. Acesso em: 22 maio 2025.

INSTITUTO DE PEDAGOGIA CORRECIONAL DA RÚSSIA. **Shif Josefina Ilyinichna (1904-1978)**. Moscou. Disponível em: <https://museum.ikprao.ru/peoples/shif-zhozefina-ilynichna/>. Acesso em: 24 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Brasília, DF, 2023. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Resultados do IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Acesso em: 10 nov. 2025.

ITALIANO, V. de P. **Projeto Principia - Robôs na escola: aprendizagem, desenvolvimento e cidadania**. 2021. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, Centro de Educação e Ciências Humanas, São Carlos, 2021.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Organização: Edgar Pereira Coelho. Recife: Fundação Joaquim Nabuco; Editora Massangana, 2010. 140 p. (Coleção Educadores). ISBN 978-85-7019-542-5.

JARU ONLINE. **Estudantes de escolas do município de Theobroma participam de oficina robótica organizada pelo IFRO 2023**, 27 set. 2023. Disponível em: <https://jaruonline.com.br/estudantes-de-escolas-do-municipio-de-theobroma-participam-de-oficina-robotica-organizada-pelo-ifro>. Acesso em: 15 dez. 2023.

JORGE, R. de A. **Atividades baseadas na robótica educacional e a aprendizagem de conceitos de cinemática**. 2021. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/13476>.

KARPOV, Y. V. Vygotski e os conceitos científicos: implicações para a educação contemporânea. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, v. 3, n. 2, p. 1-25, maio/ago. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/OBv3n2.a2019-51565>. Acesso em: 22 jul. 2024.

KASTRUP, V. Conversando sobre políticas cognitivas e formação inventiva. In: DIAS, R. de O. (org.). **Formação inventiva de professores**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2012. p. 25–43..

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Technical Report TR/SE-0401. Keele: Department of Computer Science, Keele University, 2004. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2018.

LIBARDONI, G. C.; PINO, J. C. D. Robótica educacional no ensino básico e superior: o que dizem os artigos científicos. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 6, n. 1, p. 53-69, jan./jun. 2016.

LIMA, D. da C. B. P.; ALONSO, K. M.; ECHALAR, J. D. GT 16 da ANPED: panorama, tendências e desafios no pós-pandemia. **Revelli**, Inhumas, v. 13, p. 1–18 2021. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/view/11741>. Acesso em: 22 jul. 2024.

LIMA, J. R. T. de. **Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem**. 2018. 210 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7815>. Acesso em: 15 dez. 2023.

LOPES, T. de S. **Formação e ação docente quanto ao uso pedagógico de Tecnologias Emergentes na Educação Infantil: uma investigação Histórico-Cultural em escolas públicas de Porto Velho/RO**. 2024. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2024.

MADUREIRA, L. S. **Robótica pedagógica nos programas de pós-graduação em educação do Brasil: um retrato em movimento**. 2021. 193 f. Tese (Doutorado em Educação) – Escola de Formação de Professores e Humanidades, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

MARX, K. **O capital: crítica da economia política**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1975. v. 1, t. 1.

MATTOS, F. de; FERREIRA, V.; ANACLETO, J. **O ensino de programação com Scratch e seu impacto na opção profissional para meninas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 27., 2016, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 300. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.300>. Acesso em: 15 out. 2024.

MELO, R. W. da S. **A implementação de um clube de robótica e criatividade: uma estratégia didática para favorecer uma aprendizagem significativa na disciplina de física**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8354>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 2022. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A. **Textos de divulgação científica em sala de aula para o ensino de física**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 4., 2003, Bauru, SP. Anais [...]. Bauru, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003. Disponível

em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL235.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: um pouco de história. **Em Aberto**, Brasília, DF, v. 12, n. 57, p. 133, 1993. DOI: 10.24109/2176-6673.emaberto.12i57.%25p.

MORAES, M. C. **Transdisciplinaridade, criatividade e educação**: fundamentos ontológicos e epistemológicos. Campinas: Papyrus, 2018. E-book. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=7niADwAAQBAJ>. Acesso em: 2 fev. 2024.

MORETTI, V. D. **Professores de Matemática em atividade de ensino**: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente. 2007. 207 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MOURA, J. S. *et al.* A precarização do trabalho docente e o adoecimento mental no contexto neoliberal. **Revista Profissão Docente**, Uberaba, v. 19, n. 40, p. 1–17, 2019.

MOURA, V. Seis Escolas Públicas Estaduais Participarão da Olimpíada Brasileira de Robótica em Porto Velho. **Tudo Rondônia**, Porto Velho, 27 set. 2017. Disponível em: <https://www.tudorondonia.com/noticias/seis-escolas-publicas-estaduais-participarao-da-olimpiada-brasileira-de-robotica-neste-fim-de-semana-em-porto-velho,5699.shtml>. Acesso em: 19 mar. 2020.

MOURA, V. **Superdotados de Rondônia desafiam preconceito e projetam pesquisas e iniciativas para transformar a sociedade**. Tudo Rondônia, Porto Velho, 4 set. 2017. Disponível em: <https://www.tudorondonia.com/noticias/seis-escolas-publicas-estaduais-participarao-da-olimpiada-brasileira-de-robotica-neste-fim-de-semana-em-porto-velho,5699.shtml>. Acesso em: 19 mar. 2020.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (MNCMR). **Manifesto dos catadores e catadoras da Vila Princesa e que trabalham no lixão de Porto Velho - RO**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.mncr.org.br/noticias/blog-norte-1/manifesto-dos-catadores-e-catadoras-da-vila-princesa-e-que-trabalham-no-lixao-de-porto-velho-ro>. Acesso em: 25 out. 2024.

TVMPT ROAC. Matéria Especial: Catanorte - Dia da trabalhadora e do trabalhador. [S. l.: s. n.], 2024. 1 vídeo. Publicado pelo canal TVMPT ROAC. Disponível em: <https://www.youtube.com/>. Acesso em: 23 out. 2024

NEWS RONDÔNIA. **Projeto de Robótica do Campus Ji-Paraná atenderá mais de cem alunos do IFRO e da Escola Jardim dos Migrantes**, 5 maio 2022. Disponível em: <https://newsrondonia.com.br/educacao/2022/05/05/projeto-de-robotica-do-campus-ji-parana-atendera-mais-de-cem-alunos-do-ifro-e-da-escola-jardim-dos-migrantes/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

O CONE SUL. **Escola Jerris é contemplada com 06 kits de robótica para sala de altas habilidades**, 18 mai. 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2016/06/estudantes-montam-placa-de-robo-durante-competicao-em-porto-velho.html>. Acesso em: 5 jan. 2024.

OLIVEIRA, D. S. de. **Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy**. 2019. 154 f.

Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/27424>. Acesso em: 15 dez. 2023.

OLIVEIRA, J. C.; PEREIRA, M. de F. Robótica Educacional: potencialidades e desafios na educação básica. **Revista Brasileira de Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 25-31, 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Education at a glance 2022: OECD indicators**. Paris: OECD Publishing, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>. Acesso em: 15 dez. 2025.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era digital**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. Revised edition. New York: Basic Books, 2020.

PEIXOTO, J. Contribuições à crítica ao tecnocentrismo. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 31, e13374, jan. 2022. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-20972022000100115&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 dez. 2023.

PEIXOTO, J. Da resistência e da dignidade: trabalho docente em tempos de tecnologias digitais em rede. **PEIXOTO, J. (org.). Diversidade e tecnologias digitais**. 1. ed. Cuiabá: EdUFMT, 2019. v. 3, p. 103-123. Disponível em: <http://www.edufmt.com.br/product-page/diversidade-e-tecnologias-digitais>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PEIXOTO, J. Relações entre sujeitos sociais. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 61, p. 317–332, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206103>. Acesso em: 15 dez. 2023..

PEIXOTO, J. Tecnologias na mediação do trabalho pedagógico: uma nova perspectiva didática? **Série-Estudos**, Campo Grande, v. 27, n. 59, p. 39-60, jan. 2022. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-19822022000100039&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 dez. 2023.

PEIXOTO, J.; ARAÚJO, C. H. dos S. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 118, p. 253–268, 2012. DOI: 10.1590/S0101-73302012000100016.

PEIXOTO, J.; ECHALAR, A. D. L. F. Documento Final da Conae 2024: em foco a tecnologia na mediação do trabalho e da formação docente. **Retratos da Escola**, Brasília, DF, v. 18, n. 41, p. 1–18, 2024. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/2098>. Acesso em: 15 jun. 2025.

PEIXOTO, J.; ECHALAR, A. D. L. F. Tensões que marcam a inclusão digital por meio da educação no contexto de políticas neoliberais. **Revista Educativa**, Goiânia, v. 20, n. 3, p. 507–526, 2017. DOI: 10.18224/educ.v20i3.6836. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/view/6836>. Acesso em: 15 nov. 2025.

PEIXOTO, J.; MARCON, M. A. da C. Trabalho pedagógico remoto: questões emergentes e questões de sempre. **Revista Educativa**, Goiânia, v. 25, n. 1, p. 1-20, 2022. DOI: 10.18224/educ.v25i1.9158. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/view/9158>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PEIXOTO, J.; OLIVEIRA, N. C. de; ECHALAR, A. D. L. de F. Tecnologia e trabalho docente: a inovação em questão. In: OLIVEIRA, N. C. de (org.). **Educação e inovação: práticas educacionais inovadoras com uso das tecnologias**. 1. ed. Goiânia: IF Goiano, 2022. p. 45–62. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2508>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PIAGET, J. **Genetic epistemology**. New York: Columbia University Press, 1970.

PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. **Pesquisa em educação: possibilidades investigativas, formativas da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2014.

PONTE, J. P. da. Lesson studies in initial mathematics teacher education. **International Journal for Lesson and Learning Studies**, Bingley, v. 6, n. 2, p. 169-181, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2016-0021>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PORTO VELHO (Município). **Educação de Porto Velho obtém resultado positivo no IDEB**. 2022. Porto Velho: Secretaria Municipal de Educação, 2022. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/36368/educacao-porto-velho-obtem-resultado-positivo-no-ideb-2022>. Acesso em: 10 nov. 2025.

PORTO VELHO. **Evento na FIESP: seminário "Porto Velho - Oportunidades & Investimentos" terá programação com diversos palestrantes**. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/44566/evento-na-fiesp-seminario-porto-velho-oportunidades-investimentos-tera-programacao-com-diversos-palestrantes>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PRESTES, Z. R. **A tradução comentada das obras de Lev Semionovitch Vigotski**: notas sobre a tradução e sobre o tradutor como leitor. 2010. 295 f.. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa**: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil: repercussões no campo educacional. 2010. 295 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

PROCOPIO, M. V. R.; PROCOPIO, L. V. F. C.; FREITAS, R. A. M. da M. Diálogo sobre a aprendizagem da Física sob o olhar das considerações de Vygotsky. **Revista Internacional de Formação de Professores (RIFP)**, Itapetininga, v. 5, p. 1-22, 2020. e020016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília, DF: PNUD; IPEA; Fundação João Pinheiro, 2013. Disponível em: <https://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 22/02/2024.

REPKIN, V. V.; REPKINA, N. V. O desenvolvimento da ideia de L. S. Vigotski de instrumentos psicológicos na obra de V. V. Davidov. In: PUENTES, R. V. (org.). **Lev S. Vigotski e a aprendizagem coletiva desenvolvimental**: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin. 3. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. p. 435-454.

ROCHA, S. Instituto Federal de Rondônia promove Treinamento em Robótica Educacional. **G1**, Rio de Janeiro, 15 ago. 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2014/08/instituto-federal-de-rondonia-realiza-treinamento-em-robotica-educacional.html>. Acesso em: 15 dez. 2023.

RONDÔNIA AGORA. **Alunas da Maple Bear representam Rondônia na Olimpíada de Robótica**, 10 nov. 2017. Disponível em: <https://www.rondoniagora.com/geral/alunas-da-maple-bear-representam-rondonia-na-olimpiada-de-robotica>. Acesso em: 15 dez. 2023.

RONDÔNIA AGORA. **Começa 1ª edição da Campus Party Rondônia, em Porto Velho**, 1 ago. 2018. Disponível em: <https://www.rondoniagora.com/geral/comeca-1a-edicao-da-campus-party-rondonia-em-porto-velho>. Acesso em: 15 dez. 2023.

RONDÔNIA DINÂMICA. **Estudantes do IFRO Campus Porto Velho Calama realizarão ação empreendedora social na comunidade Vila Princesa**, 7 out. 2019. Disponível em: <https://www.rondoniadinamica.com/noticias/2019/10/estudantes-do-ifro-campus-porto-velho-calama-realizarao-acao-empreendedora-social-na-comunidade-vila-princesa,58161.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2023.

RONDÔNIA DINÂMICA. **IFRO e Colégio Tiradentes Firmam Parceria para Oferta de Formação em Tecnologia e Robótica em Ji-Paraná**, 3 mai. 2023a. Disponível em: <https://www.rondoniadinamica.com/noticias/2023/05/ifro-e-colegio-tiradentes-firmam-parceria-para-oferta-de-formacao-inicial-e-continuada-em-ji-parana,159856.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, I. A. dos. **Desafios ao ensino de matemática na sociedade contemporânea: um estudo histórico-cultural sobre a prática pedagógica de professores do ensino médio de Ji-Paraná/RO**. 2021. 160 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2021.

SANTOS, J. P. da S. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional**. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7443>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, M. E. dos. **Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional**. 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/57>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, R. S. **Cultura maker na educação: o ensino da robótica para a formação docente inicial**. 2021. 147 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2021. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1859>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, V. S. dos. O processo de ocupação de Rondônia e o impacto sobre as culturas indígenas. **GEPIADDE**, Itabaiana, ano 8, v. 16, n.2, p. 197-220, jul./dez. 2014.

SAVIANI, D. Formação e condições de trabalho docente. In: SAVIANI, D. (org.). **Educação e cidadania**. Campinas: Alínea, 2007. p. 13-30.

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D.; DUARTE, N. (org.). **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar**. Campinas: Autores Associados, 2012.

SCHROEDER, E. **A teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino**: a construção dos conceitos científicos em aulas de ciências no estudo da sexualidade humana. 2008. 95 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91453>. Acesso em: 26 nov. 2024.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 293-318, maio/ago. 2007.

SELAU, B.; CASTRO, R. F. de. **Cultural-historical approach**: educational research in different contexts. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

SHIF, Josefina Ilyinichna (1904-1978). **Instituto de Pedagogia Correccional da Rússia**. Disponível em: <https://museum.ikprao.ru/peoples/shif-zhozefina-ilinichna/>. Acesso em: 24 out. 2024.

SILVA JUNIOR, L. A. da. **O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife**. 2019. 203 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, A. P.; CAVALCANTE, M. A. S. As dimensões da vulnerabilidade social: estudo de caso na cidade de Porto Velho-RO, Brasil. **Revista da AGB**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 497-518, 2020.

SILVA, E. B. da. **Intervenção pedagógica na perspectiva da Aprendizagem Desenvolvimental**: formação continuada na coordenação pedagógica de uma escola pública de Porto Velho/RO. Orientador: Rafael Fonseca de Castro. 2025. 274 f. Tese (Doutorado Profissional em Educação Escolar) – Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2025.

SILVA, E. B. da. **Processos formativos e atuação docente por professores de 5º ano do ensino fundamental da rede municipal de Porto Velho/RO**: uma investigação histórico-cultural. 2021. 167 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2021.

SILVA, H. R. **Meninas na robótica**: inclusão, cidadania e formação para a vida. 2020. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI: 10.14393/ufu.di.2020.633. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30242>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SILVA, H. R. O. da; CAVALCANTE, M. M. de A. As dimensões da vulnerabilidade social: estudo de caso na cidade de Porto Velho-RO, Brasil. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 500-515, 2020.

SILVA, M. R. da. **Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática.** 2020. 219 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI: 10.14393/ufu.te.2020.222. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29034>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SILVA, N. T. C. **O ensino de tópicos de cinemática através de robótica educacional.** 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8355>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SILVA, R. B.; BLIKSTEIN, P. **Robótica educacional: experiências inovadoras na Educação.** Porto Alegre: Penso, 2020.

SILVA, R. P. M.; CASTRO, R. F. de. Quais referenciais teóricos embasam as pesquisas sobre robótica educacional no Brasil? Um estudo na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). In: **REUNIÃO NACIONAL DA ANPED**, 41., 2023, Manaus. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANPEd, 2023. p. 1-15. Disponível em: https://anais.anped.org.br/sites/default/files/arquivos_27_43. Acesso em: 27 out. 2024.

SOUSA, A. S. de. **Formação e atuação docente para o ensino da escrita na perspectiva histórico-cultural: uma intervenção pedagógica com professoras de 5º Ano de Ariquemes/RO.** 2023. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Escolar) – Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2023.

SOUSA, D. R.; PEIXOTO, J. Consciência e luta de classes: a tecnologia na mediação do trabalho docente. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 22, p. 1-20, 2022. DOI: 10.20396/rho.v22i00.8666975. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8666975>. Acesso em: 14 jan. 2024.

SOUSA, D. R. de. **Tecnologia na mediação do trabalho docente: contribuições da teoria histórico-cultural.** 2019. 210 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2019.

SOUZA, C. da F. **Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática.** 2021. 231 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32933>. Acesso em: 15 dez. 2023.

TELES, M. E. R. **Intencionalidades do uso da robótica pedagógica na educação infantil em artigos científicos à luz da teoria histórico-cultural.** 2022. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

TUDO RONDÔNIA. **Prêmio Seymour Papert - Paulo Freire de boas práticas em robótica educacional**, 19 out. 2022. Disponível em: <https://www.tudorondonia.com/noticias/professor-do-campus-ji-parana-recebe-premio-seymour-papert-paulo-freire-de-boas-praticas-em-robotica-educacional,95700.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2023.

TULESKI, S. Em defesa de uma leitura histórica da teoria vigotskiana. In: FACCI, M. G. D.; TULESKI, S.; BARROCO, S. M. S. (org.). **Escola de Vigotski: contribuições para a psicologia e a educação**. Maringá: EUEM, 2009. p. 55-72.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia, educação e desenvolvimento: escritos de L. S. Vigotski**. Organização e tradução: Zóia Prestes e Elizabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2021.

VYGOTSKY, L. S. Quarta aula: a questão do meio na pedologia. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 681-701, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365642010000400003&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 20 maio 2021.

YAKMAN, Georgette. **What is the Point of STEAM? - A Brief Overview**. 2010.

_____. **Obras escogidas - Tomo II (Pensamiento Y Lenguaje)**. Moscú: Editorial Pedagógica, 1934/1982.

_____. **Obras escogidas - Tomo IV (Desarrollo de las funciones psíquicas superiores en la edad de transición)**. Madrid: Visor Press, 1931/1996.

_____. **Obras Escogidas Tomo III (Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores)**. Madri: Visor, 1931/1995, 383p.

ANEXOS

ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE DA PARTICIPANTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Esta pesquisa seguirá os critérios da ética em pesquisa com seres humanos, conforme disposto na Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

Nome do participante: _____

(Professores do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Porto Velho/RO).

II – DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA:

TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO

1) PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Rafael Pitwak Machado Silva

2) DURAÇÃO DA PESQUISA: novembro de 2023 a Dezembro de 2025

III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PARTICIPANTE SOBRE A PESQUISA, CONSIGNADO:

O(a) Sr.(Sr.ª) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa: “ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO”, de responsabilidade do pesquisador Rafael Pitwak Machado Silva, doutorando do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLAR (PPGEEProf) DOUTORADO PROFISSIONAL da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Esta investigação compreende uma intervenção pedagógica com professores do ensino médio de uma escola pública da rede Estadual de ensino Porto Velho/RO.

Objetivo geral: Planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica de formação docente e estruturação ferramental básica em RE em uma escola pública periférica do município de Porto Velho.

Objetivos Específicos:

1. Realizar análise situacional acerca da formação dos docentes, da estrutura da escola e do contexto social da comunidade escolar atendida visando a implementação de projetos em RE na instituição pesquisada;
2. Planejar e implementar uma intervenção pedagógica formativa em RE a professores de matemática (e disciplinas afins) de Ensino Médio de uma escola pública de periferia de Porto Velho/RO;
3. Criar um manual referente à estrutura ferramental básica para o desenvolvimento de ações em RE direcionado a escolas públicas de Ensino Médio;
4. Propor contribuições teórico-práticas da THC para o desenvolvimento de ações formativas para professores da Educação Básica em Robótica Educacional.

Dessa forma convém esclarecer que:

- 1) O (a) Sr. (Sr.^a) foi convidado (a) a participar desta pesquisa visa: Planejar, implementar e avaliar uma intervenção pedagógica de formação docente e estruturação ferramental básica em RE em uma escola pública periférica do município de Porto Velho.
- 2) Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar de uma formação em robótica educacional e responder a uma entrevista semiestruturada, composta por perguntas abertas, com seqüência pré-determinada, relativa aos efeitos dessa intervenção nas práticas educacionais;
- 3) Caso O (a) Sr. (Sr.^a) tenha interesse, a qualquer momento, poderá procurar o pesquisador para tirar dúvidas ou o comitê de ética em pesquisa, cujo endereço encontra-se abaixo. Assim como, O (a) Sr. (Sr.^a) é livre para retirar seu consentimento, bastando procurar o pesquisador responsável e comunicá-lo do seu interesse em encerrar ou interromper sua participação na pesquisa.
- 4) Esclarece-se que a divulgação dos dados levará em consideração sempre os princípios éticos adotados nesta pesquisa;
- 5) A guarda dos arquivos das entrevistas, dos textos produzidos a longo da intervenção e dos demais materiais produzidos ficarão em poder do pesquisador.

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o professor/pesquisador e o doutorando/pesquisador terão acesso aos dados.

- 6) O (a) Sr. (Sr.^a) tem a livre escolha em recusar a participar desta pesquisa e sua decisão não lhe acarretará nenhum prejuízo ou dano.
 - a) A qualquer momento, O (a) Sr. (Sr.^a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
 - b) Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
- 7) É garantido a total privacidade dos participantes desta pesquisa, quanto aos dados confidenciais que porventura sejam fornecidos.
 - a) É assegurado o sigilo das informações obtidas em caráter confidencial nesta pesquisa.
 - b) É garantido o anonimato do participante.
- 8) O (a) Sr. (Sr.^a) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação na mesma.
- 9) Fica esclarecido que durante a pesquisa poderão ser realizados registros fotográficos e de vídeos dos participantes.
- 10) Ao concordar, este termo de consentimento será impresso em duas vias originais, rubricadas em todas as suas páginas, as quais serão assinadas, ao seu término, pelo(a) Sr.(a), assim como, pelo pesquisador responsável. Neste termo, consta o número do telefone e endereço do pesquisador, a qual poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

IV - AVALIAÇÃO DO RISCO/BENEFÍCIO DA PESQUISA

(X) Risco Mínimo () Risco Maior que mínimo

A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados pela mesma obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016 - Conselho Nacional de Saúde CONSEP. Os riscos associados a esta pesquisa referem-se à possibilidade de danos potenciais que podem ocorrer aos participantes durante sua participação no estudo. É importante esclarecer que esses riscos não se relacionam a possíveis dificuldades que poderão ser enfrentadas pelo pesquisador durante a condução da pesquisa, mas sim aos possíveis impactos negativos que os participantes podem enfrentar.

Entre os principais riscos poderemos ter:

Risco de Constrangimento dos Participantes: Um dos riscos identificados está relacionado ao possível constrangimento que os professores e estudantes envolvidos na pesquisa possam sentir. A implementação da intervenção pedagógica proposta pode exigir mudanças significativas em suas práticas de ensino e aprendizado, o que pode levar a sentimentos de frustração, inadequação ou desconforto.

Risco de Desestímulo: Existe o risco de que os participantes, devido à complexidade da intervenção ou à falta de recursos e apoio, possam sentir-se desestimulados a participar da pesquisa ou a implementar as práticas pedagógicas propostas.

Risco de Incompatibilidade de Expectativas: Pode ocorrer uma incompatibilidade entre as expectativas dos participantes em relação aos benefícios da pesquisa e os resultados reais obtidos. Isso pode levar a sentimentos de frustração ou desilusão por parte dos envolvidos.

Risco de Falta de Adesão: Os professores e estudantes podem não aderir totalmente à intervenção pedagógica proposta, o que pode afetar a qualidade dos dados coletados e comprometer os resultados da pesquisa.

Medidas de Mitigação de Riscos:

Para minimizar esses riscos, adotaremos as seguintes medidas:

- Estabelecer um diálogo transparente e aberto com os participantes desde o início do estudo, esclarecendo as expectativas e objetivos da pesquisa.
- Oferecer suporte técnico e pedagógico durante a implementação da intervenção, fornecendo orientações e assistência sempre que necessário.
- Respeitar as individualidades e necessidades dos participantes, ajustando a intervenção de acordo com suas expectativas.
- Estar aberto a sugestões e feedback dos participantes, permitindo a adaptação da pesquisa de acordo com suas contribuições.
- Garantir que os participantes tenham total liberdade para recusar a participação na pesquisa sem sofrer qualquer prejuízo ou consequência negativa.
- Assegurar a confidencialidade e privacidade das informações fornecidas pelos participantes.
- Manter um ambiente seguro e de apoio durante todo o processo da pesquisa.

É importante destacar que conduziremos esta pesquisa de maneira ética e responsável, priorizando o bem-estar e a integridade dos participantes. Qualquer dúvida ou preocupação dos

envolvidos será tratada com a devida atenção e cuidado, visando a uma experiência positiva e produtiva para todos os envolvidos.

BENEFÍCIOS DA PESQUISA:

A pesquisa em questão não proporcionará benefícios diretos aos participantes envolvidos. Entretanto, os benefícios derivados deste estudo podem ser considerados indiretos e abrangentes, com impactos em várias esferas. É importante destacar que esses benefícios estão voltados exclusivamente para os participantes da pesquisa.

Principais benefícios da pesquisa:

Para os Professores Participantes:

- A intervenção pedagógica em Robótica Educacional oferece a oportunidade de desenvolver novos conhecimentos, habilidades e estratégias pedagógicas.
- Pode resultar em uma melhoria significativa na qualidade do ensino, aumentando o engajamento e o desempenho dos estudantes em sala de aula.
- Proporciona a aquisição de competências relevantes para o ensino contemporâneo, incluindo o uso de tecnologia educacional e abordagens interdisciplinares.

Para os Estudantes Participantes:

- A aplicação da intervenção pedagógica pode proporcionar aos estudantes uma experiência educacional enriquecedora e diferenciada.
- Possíveis melhorias no desempenho acadêmico, na compreensão dos conteúdos e no interesse pela aprendizagem.
- Estímulo ao pensamento crítico, à resolução de problemas e à criatividade por meio da Robótica Educacional.

Para a Escola:

- A implementação bem-sucedida da intervenção pode elevar a qualidade do ensino na instituição.
- Serve como exemplo e referência para outras escolas na região que desejem adotar práticas pedagógicas inovadoras.
- Contribui para o desenvolvimento de um ambiente escolar mais dinâmico e atualizado.

Para o Pesquisador:

- Desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao planejamento, implementação e avaliação de intervenções pedagógicas.
- Oportunidade de produzir uma Tese de Doutorado, produtos educacionais e artigos científicos com base nos resultados da pesquisa.
- Possibilidade de contribuir para o avanço da pesquisa em Educação e Robótica Educacional.

Para a Comunidade Acadêmica e Científica:

- A pesquisa pode fornecer insights valiosos sobre a eficácia das intervenções pedagógicas em Robótica Educacional.
- Contribui para a expansão do conhecimento na área, servindo como base para pesquisas futuras.
- Enriquece o campo da Educação com evidências empíricas sobre práticas inovadoras em sala de aula.

Para a Sociedade em Geral:

- Uma melhoria na qualidade do ensino tem o potencial de impactar positivamente a formação dos jovens, preparando-os para um futuro mais crítico e consciente.
- Contribui para a formação de cidadãos mais capacitados e aptos a lidar com desafios tecnológicos e sociais.
- Promove o avanço da educação como um todo, fortalecendo a sociedade em termos de conhecimento e competências.

Assim o presente projeto procurará manter uma parceria de diálogo com os colaboradores, divulgando os resultados desta pesquisa, bem como explorando oportunidades de colaboração em projetos futuros que possam beneficiar ainda mais a comunidade escolar e acadêmica.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA PARA CONTATO EM CASO DE DÚVIDAS.

PESQUISADOR: Rafael Pitwak Machado Silva;

Celular/Whatsapp: (69) 9 9224-8636;

E-mail: rafael.pitwak@ifro.edu.br.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLAR (PPGEEProf)
DOUTORADO PROFISSIONAL da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR);
Campus José Ribeiro Filho - BR 364, Km 9,5. Porto Velho/RO - CEP: 76815-800.
Telefone: (69) 2182-2172 Sala 110-C, Bloco 4ª
Site: <https://mepe.unir.br/homepage>
E-mail: mepe@unir.br.

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS DA FUNDAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - CEP
Endereço: Campus José Ribeiro Filho - BR 364, Km 9,5. Porto Velho/RO - CEP: 76815-800.
Telefone: (69) 2182-2116.
E-mail: cep@unir.br.

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP
Endereço: SEPN 510 Norte, Bloco A 1º Subsolo, Edifício Ex-INAN – Unidade II – Ministério
da Saúde, CEP: 70.750-521, Brasília-DF,
Telefone: (61) 3315-5878.
E-mail: conep@saude.gov.br.

VI - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa “ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO” e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Fundação Universidade Federal de Rondônia; Endereço: Campus José Ribeiro Filho - BR 364, Km 9,5. Porto Velho/RO - CEP: 76815-800. Telefones: (69) 2182-2116, E-mail: cep@unir.br. Consinto, também, que os resultados obtidos por meio da entrevista, dos textos produzidos ou do registro de imagens sejam apresentados e/ou publicados em periódicos, artigos, livros, comunicações orais e/ou pôsteres em congressos da área de educação e outros julgados relevantes pelo pesquisador em eventos locais, regionais, nacionais e internacionais.

Porto Velho (RO), ____ de ____ de 2023.

Assinatura do participante da pesquisa

Pesquisador(a)/orientando(a)

Pesquisador(a)/orientador(a)

GRUPO DE PESQUISA
“HISTCULT - EDUCAÇÃO, PSICOLOGIA EDUCACIONAL E PROCESSOS
FORMATIVOS” (Portaria 33/PROPESQ de 29 de agosto de 2017)
<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4588784079192347>

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE DA GESTORA DA ESCOLA

CARTA DE ACEITE DE PESQUISA

Declaramos, para os devidos fins, que concordamos e autorizamos a realização da pesquisa científica que tem como título: **“ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO”** a ser realizada nesta unidade de ensino.

Ao autorizarmos a pesquisa, estamos cientes que o pesquisador, no período de execução previsto no projeto, terá livre acesso a todas às dependências físicas da escola, à intervenção pedagógica junto os professores que atuam no ensino médio, no período ser estabelecido conjuntamente com os professores e a direção, acesso a documentação da escola que contribuirão com a pesquisa, a gravações de falas e imagens que dizem respeito ao objeto da pesquisa.

Estamos cientes que a pesquisa está vinculada ao PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESCOLAR (PPGEEProf) DOUTORADO PROFISSIONAL da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e ao GRUPO DE PESQUISA “HISTCULT - EDUCAÇÃO, PSICOLOGIA EDUCACIONAL E PROCESSOS FORMATIVOS” (Portaria 33/PROPESQ de 29 de agosto de 2017) e está sob a responsabilidade do doutorando Rafael Pitwak Machado Silva e de seu orientador Professor Doutor Rafael Fonseca de Castro.

Assinado no projeto, em livre e esclarecido

Assinado junto os professores

Sim. Descreva essa experiência formativa: _____

Não.

6) Recebeu alguma formação continuada baseada na Teoria Histórico-Cultural?

Sim. Descreva essa experiência formativa: _____

Não.

BLOCO C – PRÁTICA PEDAGÓGICA

1) Tempo de docência na Educação Básica: _____

2) Disciplina(s) que ministra: _____

3) Atua em turmas de: 1º ano () 2º ano () 3º ano

4) Como você caracteriza suas aulas? _____

5) Quais recursos você mais utiliza em suas aulas? _____

6) Você utiliza tecnologias em suas aulas?

Sim. Quais? _____

Não.

7) Entre os conteúdos que leciona, qual o conteúdo que percebe que os estudantes possuem mais dificuldade de apropriação? _____

8) Quais estratégias desenvolve para superar essas dificuldades? _____

BLOCO D – ROBÓTICA EDUCACIONAL:

1) O que você entende por Robótica Educacional? _____

2) Como você acredita que a Robótica Educacional pode contribuir com o ensino? _____

3) Você acredita que seus estudantes se sentiriam mais ou menos motivados aprendendo por meio da Robótica? Por quê? _____

4) Você tem alguma preocupação específica ou desafios antecipados em relação à implementação da Robótica Educacional em sua escola? _____

ANEXO IV - QUESTIONÁRIO MISTO PÓS-INTERVENÇÃO

Caro(a) Professor(a), este questionário tem o objetivo de coletar informações essenciais para a pesquisa “**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ABORDAGEM DIDÁTICA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL COM PROFESSORES DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DE PORTO VELHO/RO**”. Suas respostas serão mantidas em sigilo e usadas exclusivamente para fins científicos.

BLOCO A – Robótica Educacional

1. Após a intervenção, como você define Robótica Educacional?

2. Você se sente mais preparado(a) para aplicar atividades de Robótica Educacional em sua disciplina? Por quê?

3. Quais conteúdos da sua disciplina você considera mais compatíveis com a aplicação da Robótica Educacional?

4. Você tem interesse em continuar desenvolvendo projetos de RE com seus estudantes?

Sim – Com apoio externo

Sim – De forma autônoma

Não

Ainda estou em dúvida

Justifique: _____

BLOCO B – Teoria Histórico-Cultural

5. Você conseguiu identificar elementos da Teoria Histórico-Cultural na formação realizada? Se sim, quais?

6. De que forma você percebeu a mediação (conforme proposta por Vigotski) nas atividades desenvolvidas durante a intervenção?

7. Você considera que a Robótica Educacional, mediada por ferramentas e signos, contribuiu para a apropriação de conceitos científicos? Justifique.

BLOCO C – Comparativo antes e depois

8. O que mudou na sua percepção sobre o uso de tecnologias na educação após participar da intervenção?

9. Você considera que houve alguma mudança na sua forma de planejar ou pensar a prática pedagógica a partir desta experiência? Explique.

10. Se você tivesse que descrever esta formação em uma frase, qual seria?

ANEXO V - AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO

Caro(a) Professor(a), este questionário tem o objetivo de avaliar a intervenção da formação de Professores em Robótica Educacional na Perspectiva da Teoria Histórico-Cultural. Suas respostas serão mantidas em sigilo e usadas exclusivamente para fins científicos.

Bloco A - Sobre as condições da escola

1. Você considera que a escola apresentou condições adequadas para a realização da formação em Robótica Educacional?

- Sim
- Parcialmente
- Não

Comentário: _____

2. Houve dificuldades relacionadas à infraestrutura ou à disponibilidade de tempo docente que afetaram a formação? Se sim, quais foram e como isso impactou sua participação?

Bloco B - Sobre a experiência formativa

3. Mesmo com os desafios encontrados, você considera que a formação contribuiu para sua prática pedagógica?

- Sim, com Certeza
- Em parte
- Não contribuiu

Comentário: _____

4. A abordagem usada na formação (baseada na Robótica Educacional e na Teoria Histórico-Cultural) foi compreensível e coerente com a realidade da escola?

- Sim
- Em partes
- Não

Explique: _____

4. Você acredita que essa formação tem potencial de ser melhor aproveitada em contextos com mais tempo, recursos ou apoio institucional? Por quê?

Bloco C - Avaliação geral

6. Que aspectos da formação mais te chamaram atenção positivamente?

7. Que sugestões você deixaria para que essa formação seja ainda mais eficaz em futuras aplicações (sem considerar infraestrutura)?

8. Você indicaria essa formação para outros colegas? Por quê?

INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Este ebook apresenta uma abordagem inovadora da robótica educacional, fundamentada na teoria histórico-cultural. Diferente das abordagens tradicionais, exploramos como a robótica pode ser uma poderosa ferramenta, que pode ser utilizada pelo professor para mediar o desenvolvimento de conceitos científicos pelos estudantes. Se você deseja ir além das técnicas convencionais e entender como a robótica pode ampliar a construção do conhecimento, este ebook é para você.

Por Prof. Rafael Pitwak



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

PREFÁCIO

Este ebook é o resultado de pesquisas realizadas no Doutorado Profissional em Educação Escolar pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Ele representa a continuidade de uma jornada de investigação e de experiências acumuladas ao longo de uma trajetória profissional dedicada à educação e à RE (RE).

A proposta aqui apresentada nasce de vivências práticas e teóricas que buscam explorar como a RE pode ser uma ferramenta potente auxiliando o professor no desenvolvimento dos estudantes. Com base na teoria histórico-cultural, esta obra tem como principal objetivo esclarecer professores sobre as formas como a robótica pode ser utilizada para auxiliar a apropriação de conhecimentos científicos no contexto escolar.

Ao longo deste ebook, você encontrará orientações práticas e conceituais que visam auxiliar educadores a integrar a robótica de no processo de aprendizagem.

Espero que este material inspire novas práticas pedagógicas e contribua para o avanço do uso da tecnologia como uma aliada no ensino de ciência e tecnologia.

Rafael Pitwak



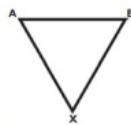
INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Conceito de Mediação

A Teoria Histórico-Cultural, desenvolvida por Lev Semionovitch Vygotsky, enfatiza que o desenvolvimento cognitivo é moldado por contextos sociais e culturais.

No cerne dessa teoria está a mediação, o processo pelo qual ferramentas e signos, especialmente a linguagem, intermediam a relação entre indivíduos e seu ambiente.

Figura 01 – Triângulo de mediação.



Fonte: (VYGOTSKI, 1931/1995, p. 116)

Esses mediadores não apenas facilitam a comunicação mas também transformam a cognição, permitindo que os indivíduos internalizem e reorganizem influências externas em competências internas.

Ferramentas e signos modificam tanto o indivíduo quanto a sociedade, influenciando a forma como pensamos e interagimos. Na educação, isso ressalta a importância de integrar artefatos culturais no ensino para enriquecer o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Conceitos Espontâneos e Científicos

Os conceitos do cotidiano e os conceitos científicos têm naturezas distintas, mas inter-relacionadas.

Os conceitos do cotidiano são formados a partir de experiências diárias e empíricas, adquiridos de maneira espontânea e prática. Eles refletem o conhecimento imediato que a criança desenvolve através de interações com o mundo, sem uma sistematização formal.

Já os conceitos científicos são mais abstratos, estruturados e sistematizados, surgindo através da instrução formal.

Esses conceitos exigem maior nível de consciência e reflexão e se desenvolvem de forma mais intencional, permitindo ao aluno operar com eles de maneira lógica e deliberada.

Enquanto os conceitos cotidianos oferecem uma base concreta, os conceitos científicos elevam esse conhecimento a níveis mais avançados, promovendo uma compreensão mais profunda e organizada da realidade.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

RE e a THC

A aprendizagem teórica é essencial para o desenvolvimento de conceitos científicos significativos.

Conforme discutido por Yuri V. Karpov, a abordagem de descoberta guiada apresenta limitações, pois exige que os alunos redescubram conhecimentos que já foram acumulados pela humanidade, resultando em um processo de aprendizado ineficaz e, muitas vezes, superficial.

Segundo Karpov, “o progresso humano ocorre quando cada nova geração se apropria da essência do conhecimento acumulado pelas gerações precedentes” (p. 19), reforçando a importância da transmissão direta de conhecimento.

Nesse contexto, a RE surge como uma ferramenta auxílio na mediação de conteúdos científicos.

Ao integrar a robótica no ensino, os professores podem oferecer um ambiente em que os alunos internalizem conceitos científicos por meio de atividades práticas, conectando teoria e aplicação.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

RE e a THC

A programação de robôs, por exemplo, possibilita que os estudantes explorem conceitos de física, matemática e lógica, transformando conhecimentos abstratos em habilidades práticas.

Além disso, a RE resolve uma das críticas de Karpov ao ensino tradicional, que muitas vezes força os alunos a recorrer à aprendizagem empírica, resultando em conceitos espontâneos errôneos.

Ao promover a aplicação direta de conceitos científicos, a robótica permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda e estruturada, essencial para a transferência de conhecimento para diferentes contextos.

Portanto, a RE complementa a aprendizagem teórica ao combinar conhecimentos conceituais com experiências práticas.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Uso da Intervenção Pedagógica na RE

A intervenção pedagógica é um processo de pesquisa aplicada, cujo objetivo é promover melhorias nos processos de ensino e aprendizagem. Trata-se de um planejamento de mudanças ou inovações pedagógicas, seguido de sua implementação e avaliação dos resultados.

Este método, que vem sendo amplamente utilizado em contextos educacionais, pode ser adaptado para a RE (RE), visando o desenvolvimento de conceitos científicos entre os alunos.

A intervenção pedagógica não apenas envolve a aplicação de uma nova prática, mas também exige uma reflexão crítica sobre seus resultados.

A RE, por sua natureza interdisciplinar e prática, é uma excelente ferramenta para promover essa metodologia, ajudando os estudantes a aplicarem conceitos científicos de maneira concreta e significativa.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Fases da Intervenção Pedagógica

A pesquisa do tipo intervenção pedagógica geralmente é estruturada em quatro fases principais:

Diagnóstico: Nesta fase, o professor identifica as necessidades e desafios de aprendizado dos estudantes. No caso da RE, o diagnóstico pode envolver a análise do nível de conhecimento prévio dos alunos em relação a conceitos científicos e ao uso de tecnologia. É importante também mapear os recursos disponíveis, como kits de robótica e infraestrutura tecnológica.

Planejamento: Após o diagnóstico, o professor desenvolve um plano de ação. O planejamento envolve a definição dos objetivos da intervenção (ex.: desenvolver o conceito de circuito elétrico através da montagem de robôs) e a escolha das atividades práticas que serão realizadas com os estudantes. No caso da robótica, essas atividades devem estimular o raciocínio lógico e a aplicação de conceitos científicos de forma prática.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Fases da Intervenção Pedagógica

Implementação: A fase de implementação consiste em colocar em prática as atividades planejadas. O professor atua como facilitador, orientando os alunos na montagem e programação dos robôs.

Durante esse processo, os estudantes são incentivados a trabalhar em equipe e a resolver problemas de forma colaborativa.

Avaliação: Após a implementação, o professor avalia os resultados da intervenção pedagógica. Para isso, podem ser utilizados instrumentos qualitativos, como a observação direta do desempenho dos estudantes, entrevistas ou questionários.

A avaliação deve focar não apenas nos conhecimentos adquiridos, mas também nas habilidades desenvolvidas, como a capacidade de resolver problemas e aplicar conceitos científicos de maneira prática.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Organizando as Fases para a Prática Docente com RE

A seguir, apresentamos um guia prático de como os professores podem organizar as fases da intervenção pedagógica utilizando a RE:

Diagnóstico:

Objetivo: Identificar o nível de familiaridade dos alunos com robótica e conceitos científicos.

Ação: Realize atividades introdutórias ou questionários para avaliar o conhecimento prévio. Identifique quais conceitos científicos, como eletricidade, força ou programação, podem ser explorados.

Planejamento:

Objetivo: Definir um plano de ação claro e organizado para o uso da robótica.

Ação: Escolha um tema científico (ex.: circuitos elétricos, movimento, força) e crie atividades que exijam a construção de robôs que representem esses conceitos. Estabeleça metas claras, como a compreensão de como a programação pode controlar componentes robóticos (sensores, motores) para simular fenômenos científicos.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Organizando as Fases para a Prática Docente com RE

A Implementação:

Objetivo: Desenvolver atividades práticas que permitam a aplicação dos conceitos científicos.

Ação: Divida os alunos em grupos, atribuindo funções como programador, montador e relator, conforme a proposta de organização de Fornaza e Webber (2014). Cada grupo deve construir e programar robôs que demonstrem os conceitos científicos trabalhados. Ao longo das atividades, promova discussões sobre como o processo de montagem e programação está relacionado aos conceitos científicos estudados.

Avaliação:

Objetivo: Avaliar os resultados da intervenção.

Ação: Utilize a observação direta do trabalho dos alunos, além de instrumentos como relatórios escritos e apresentações. Analise como os conceitos científicos foram compreendidos e aplicados pelos estudantes. A avaliação pode também incluir uma autoavaliação dos alunos sobre suas dificuldades e aprendizados.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Introdução ao Arduino

O que é o Arduino?



O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, amplamente utilizada na educação para ensinar conceitos de programação, eletrônica e robótica de forma acessível e prática. A simplicidade do Arduino permite que tanto iniciantes quanto profissionais desenvolvam projetos que envolvem a interação entre hardware e software, sendo uma ferramenta poderosa para construir protótipos e explorar a lógica da programação e do controle de dispositivos eletrônicos.

Criado inicialmente para simplificar o desenvolvimento de protótipos em projetos de arte digital e eletrônica, o Arduino rapidamente ganhou popularidade em várias áreas, como educação, ciência, engenharia e até mesmo design. Sua facilidade de uso, combinada com uma vasta comunidade global, torna o Arduino ideal para o aprendizado prático em salas de aula ou laboratórios de RE.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

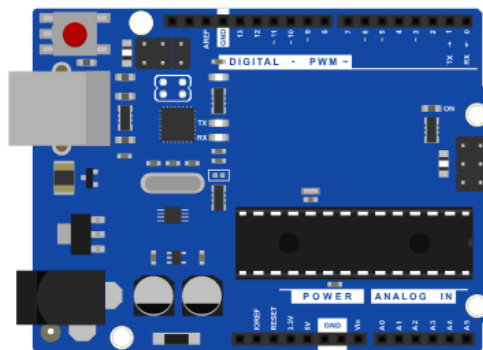
Introdução ao Arduino

Componentes Principais

O Arduino é composto por alguns componentes principais que permitem sua ampla aplicabilidade em projetos eletrônicos. Aqui estão os principais elementos que formam a base do funcionamento do Arduino:

Microcontrolador: No coração do Arduino, encontra-se o microcontrolador, um pequeno chip responsável por processar as instruções fornecidas por um programa e controlar as diversas saídas conectadas à placa.

O microcontrolador toma decisões com base em informações recebidas de sensores ou comandos programados, permitindo que o Arduino realize tarefas como acender LEDs, controlar motores ou monitorar sensores ambientais.





INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Introdução ao Arduino

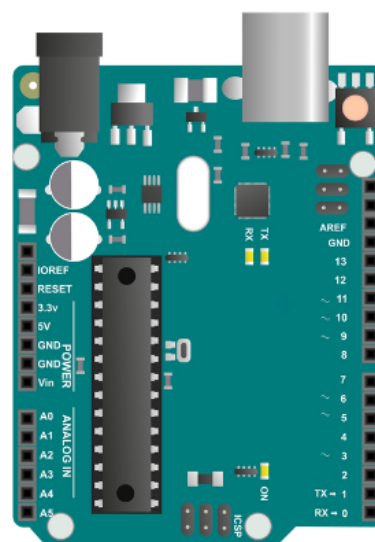
Portas de Entrada e Saída: O Arduino possui um conjunto de portas que podem ser configuradas tanto como entradas quanto como saídas. Essas portas são os canais de comunicação do Arduino com o mundo externo.

Entradas: As portas de entrada recebem informações de dispositivos como sensores de luz, botões, potenciômetros, sensores de distância, entre outros. Essas entradas fornecem dados que o Arduino utiliza para tomar decisões programadas.

Saídas: As portas de saída controlam dispositivos externos como LEDs, motores, servomotores, relés e outros atuadores, que executam ações com base nas instruções enviadas pelo microcontrolador.

Interface de Comunicação com o Computador: A conexão entre o Arduino e o computador é geralmente feita via USB, o que permite que você carregue programas (também chamados de sketches) escritos na linguagem de programação do Arduino.

O computador também pode enviar dados para o Arduino, ou vice-versa, através dessa interface, possibilitando a criação de projetos interativos.





INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Introdução ao Arduino

Programação com Arduino

Uma das maiores vantagens do Arduino é sua interface de programação simples, chamada Arduino IDE (Integrated Development Environment). A Arduino IDE permite que você escreva, edite e carregue programas diretamente para a placa Arduino. A programação é baseada em C++, mas simplificada para que até mesmo iniciantes possam começar a desenvolver projetos sem dificuldades.

Estrutura básica de um programa no Arduino

Todo código Arduino segue uma estrutura básica e simples, composta principalmente por duas partes fundamentais: void setup() e void loop().

- void setup(): A função setup() é chamada uma única vez, quando o Arduino é ligado ou reiniciado. Aqui, você configura as portas (por exemplo, definindo se elas serão entradas ou saídas) e inicializa quaisquer variáveis ou dispositivos. Todas as configurações iniciais do seu projeto devem ser feitas nesta função.

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT); // Configura o pino 13 como saída (geralmente um LED)  
}
```



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Introdução ao Arduino

`void loop()`: A função `loop()` é onde o código principal do seu programa é executado continuamente, em um ciclo infinito. Tudo o que você quer que o Arduino faça repetidamente deve ser colocado dentro desta função. O Arduino lê e executa o código dentro do `loop()` sem parar, enquanto estiver ligado.

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // Liga o LED no pino 13  
  delay(1000);           // Espera por 1 segundo  
  digitalWrite(13, LOW); // Desliga o LED  
  delay(1000);           // Espera por 1 segundo  
}
```

Neste exemplo simples, o LED conectado ao pino 13 piscará continuamente, acendendo por 1 segundo e apagando por 1 segundo, em um ciclo sem fim.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Experimentos

Experimento: Medindo a Velocidade do Som com o Sensor de Ultrassom HC-SR04

Objetivo:

Demonstrar o funcionamento de um sensor de ultrassom, medir distâncias utilizando o sensor HC-SR04 e relacionar esse experimento com o conteúdo de Física sobre a velocidade do som.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Experimentos

Introdução ao Conteúdo de Física: Velocidade do Som

A velocidade do som é uma das propriedades fundamentais das ondas sonoras. No ar, a velocidade do som é aproximadamente 343 metros por segundo (m/s) a 20°C, embora esse valor varie com a temperatura e a pressão do ar. A equação básica para calcular a velocidade do som (v) é:

$$v = \frac{d}{t}$$

Onde:

- v é a velocidade do som (m/s),
- d é a distância percorrida pela onda (m),
- t é o tempo que a onda leva para percorrer essa distância (s).

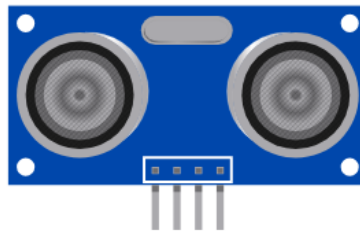
Quando usamos um sensor de ultrassom, ele emite uma onda sonora de alta frequência (inaudível para os seres humanos) e espera que essa onda rebata em um objeto e retorne. O tempo de ida e volta da onda pode ser medido, e com isso, podemos calcular a distância entre o sensor e o objeto.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Experimentos

Funcionamento do Sensor Ultrassônico HC-SR04



O HC-SR04 é um sensor que mede a distância utilizando ondas ultrassônicas. Ele funciona enviando um pulso sonoro através de um pino Trigger e esperando que o eco retorne ao pino Echo. A partir do tempo que o eco leva para voltar ao sensor, podemos calcular a distância até o objeto. Como a onda precisa percorrer a distância de ida e volta, o cálculo da distância deve ser dividido por dois.

Funcionamento básico:

- 1.0 sensor emite um pulso ultrassônico de 40 kHz.
- 2.0 pulso viaja pelo ar até atingir um objeto.
- 3.0 eco da onda reflete de volta ao sensor.
- 4.0 sensor mede o tempo entre o envio do pulso e o retorno do eco.

A fórmula para calcular a distância usando o HC-SR04 é:

$$\text{Distância} = \frac{\text{Tempo} \times \text{Velocidade do som}}{2}$$



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Experimentos

Experimento com o Arduino e o Sensor HC-SR04

Material Necessários:

- 1 Arduino Uno
- 1 Sensor de Ultrassom HC-SR04
- 1 LED (opcional, para indicar quando a medição está ocorrendo)
- 1 Resistor de 220Ω (para o LED)
- Jumpers e Protoboard
- Cabo USB para conectar o Arduino ao computador

Circuito:

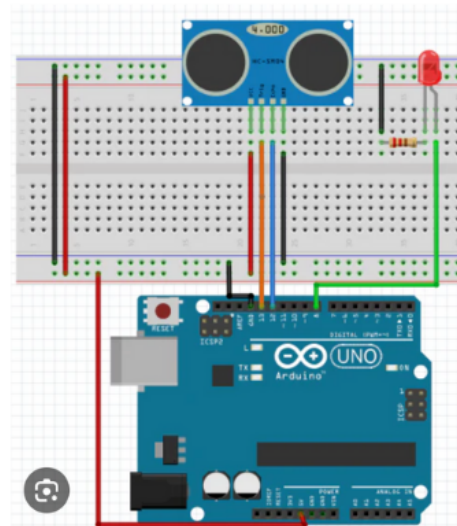
Conecte o pino Trigger do HC-SR04 ao pino 9 do Arduino.

Conecte o pino Echo ao pino 10 do Arduino.

Conecte o VCC (alimentação) do sensor ao 5V do Arduino.

Conecte o GND do sensor ao GND do Arduino.

Se usar o LED, conecte o pino positivo do LED ao pino 13 do Arduino e o negativo ao GND.





INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

CÓDIGO

```
// Definir os pinos do sensor ultrassônico
const int pinoTrigger = 9;
const int pinoEcho = 10;
long duracao;
float distancia;

void setup() {
  // Configurar os pinos do sensor
  pinMode(pinoTrigger, OUTPUT);
  pinMode(pinoEcho, INPUT);

  // Iniciar a comunicação serial para mostrar os resultados
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Enviar pulso ultrassônico
  digitalWrite(pinoTrigger, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(pinoTrigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(pinoTrigger, LOW);

  // Ler o tempo que o pulso leva para voltar ao Echo
  duracao = pulseIn(pinoEcho, HIGH);

  // Calcular a distância em centímetros
  distancia = (duracao * 0.034) / 2;

  // Mostrar a distância e o tempo no monitor serial
  Serial.print("Distancia: ");
  Serial.print(distancia);
  Serial.println(" cm");

  Serial.print("Duracao: ");
  Serial.print(duracao);
  Serial.println(" microsegundos");

  // Pequena pausa antes da próxima leitura
  delay(500);
}
```





INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Experimentos

Análise e Intervenção Pedagógica:

Os alunos devem comparar os resultados obtidos com a distância real até o objeto para verificar a precisão da medição. Eles também podem usar a fórmula para calcular a velocidade do som a partir do tempo medido e comparar com o valor teórico baseado na temperatura da sala.

Introdução: Comece explicando o conceito de ondas sonoras e a velocidade do som no ar. Discuta como a temperatura e a pressão afetam essa velocidade.

Prática com o sensor: Os alunos montarão o circuito e utilizarão o código para medir distâncias.

Cálculo da Velocidade do Som: Usando os dados medidos (tempo e distância), os alunos podem calcular a velocidade do som e compará-la com o valor teórico.

Discussão: Reflita com os alunos sobre as possíveis fontes de erro e como a tecnologia utilizada no sensor de ultrassom está relacionada ao conteúdo de Física sobre ondas e som.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

O Início de uma Jornada na Robótica Histórico-Cultural

Chegamos ao final deste ebook, mas este é apenas o começo da sua jornada no fascinante mundo da RE. Ao longo deste material, você foi introduzido a conceitos fundamentais sobre como a robótica pode ser uma poderosa ferramenta para mediar a aprendizagem de seus alunos, apoiada na teoria histórico-cultural.

Essa abordagem nos ensina que o aprendizado não acontece de forma isolada, mas é mediado por ferramentas e pela interação social. A robótica, dentro desse contexto, se apresenta como uma ferramenta expansiva, permitindo que os estudantes construam novos conhecimentos de maneira ativa e colaborativa. Ao mediar a apropriação de conceitos científicos por meio de atividades práticas e criativas, a RE torna-se um poderoso aliado no processo de ensino-aprendizagem.

Mas a verdadeira transformação acontece quando você, como educador, continua a se aprofundar. Este ebook serviu como um ponto de partida, oferecendo uma base sólida para integrar a robótica em sua prática pedagógica. Agora, cabe a você dar os próximos passos, explorando mais a fundo a teoria histórico-cultural e sua aplicação na educação por meio de intervenções pedagógicas.



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

O Início de uma Jornada na Robótica Histórico-Cultural

O estudo contínuo da RE, aliado a uma compreensão mais profunda das bases teóricas e metodológicas, permitirá que você crie ambientes de aprendizagem, onde os estudantes possam não apenas adquirir conhecimentos, mas também desenvolver habilidades críticas para o futuro.

Seja no desenvolvimento de novos projetos com Arduino ou na criação de metodologias inovadoras de ensino, cada novo desafio será uma oportunidade de crescimento e descoberta. Incentivo você a continuar explorando e expandindo esse caminho, buscando sempre formas de unir a tecnologia e a educação em práticas pedagógicas transformadoras.

A RE oferece um universo de possibilidades, e com o embasamento teórico e prático que você adquiriu até aqui, você está pronto para ir ainda mais longe.

Lembre-se: a educação é um processo contínuo, e você tem nas mãos a capacidade de inspirar seus alunos a construir um futuro melhor. Que este seja o primeiro de muitos passos na sua jornada com a RE!



INTRODUÇÃO À ROBÓTICA HISTÓRICO-CULTURAL

Referências

DAMIANI, Magda F.; ROCHEFORT, Renato S.; CASTRO, Rafael F. de; PINHEIRO, Silvia S.; DARIZ, Marion. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 45, n. 1, p. 57-67, 2013.

PIMENTA, Selma Garrido; FRANCO, Maria Antonieta S. **Pesquisa em educação: possibilidades Investigativas, formativas da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Editora Loyola, 2014.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. (2007). **El instrumento y el signo en el desarrollo del niño**. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia, educação e desenvolvimento: escritos de L. S. Vigotski**. Organização e tradução de Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2021.

Manual de Coleta de Materiais Recicláveis para Robótica Educacional

Um guia para catadores de
materiais recicláveis



Autores:

Rafael Christofolletti

Rafael Fonseca de Castro

Rafael Pitwak Machado Silva



Sumario

Apresentação	01
Coleta de Baterias	02
Coleta de Chassis de Carrinhos de Brinquedo	03
Coleta de Cabos de Impressora	04
Coleta de Cabos Flat	05
Coleta de Motores	06
Coleta de Servo Motores	07
Agradecimento	08





Apresentação

Bem-vindo ao Manual de Coleta Seletiva, parte integrante das pesquisas de doutorado em Educação Profissional da Universidade Federal de Rondônia. Uma iniciativa inovadora destinada a instruir catadores de materiais recicláveis e a comunidade em geral sobre a importância e o impacto da reciclagem na educação e na tecnologia. Este manual não é apenas um guia prático, mas também uma ponte para um futuro sustentável, onde cada item descartado pode se transformar em uma ferramenta de aprendizado vital.

A Robótica Educacional tem se mostrado uma ferramenta pedagógica valiosa, oferecendo aos estudantes a oportunidade de se apropriarem de conhecimentos científicos de maneira prática e engajadora. No entanto, os recursos para essas atividades educativas, muitas vezes são limitados e caros. É aqui que a coleta seletiva de materiais recicláveis entra como uma solução criativa e responsável.

Cada material reciclável que você coleta tem o potencial de se tornar parte de um projeto de robótica. Motores pequenos, rodas, sensores, e até mesmo garrafas plásticas e caixas de papelão, podem ser transformados em componentes de robôs que ajudam no ensino de conceitos complexos de maneira tangível e interativa. Além do mais, ao reutilizar materiais, estamos não só economizando recursos, mas também ensinando às futuras gerações sobre a importância da sustentabilidade e do cuidado com o meio ambiente.

Este manual guiará você através dos tipos de materiais que são particularmente úteis para a Robótica Educacional, como identificá-los, coletá-los de forma segura, e prepará-los para uso. Cada item que você contribui não é apenas um material; é uma oportunidade de inspirar e educar, transformando lixo em inovação e aprendizado.

Ao participar desta iniciativa, você desempenha um papel importante na promoção da educação e da inovação tecnológica e proteção do nosso planeta. Juntos, podemos criar um ciclo virtuoso de aprendizagem e sustentabilidade que beneficia todos.

Agradecemos por se juntar a nós nesta jornada empolgante. Vamos transformar o futuro, um material reciclável de cada vez.

Coleta de baterias 02

Identificação

Primeiramente, identifique brinquedos eletrônicos e notebooks descartados. Verifique se os dispositivos não estão mais em uso e se podem ser reciclados.

Extração cuidadosa:

Ao manusear baterias, use luvas de proteção e ferramentas adequadas para evitar curtos-circuitos ou danos. Para brinquedos, geralmente, a bateria está localizada em um compartimento de fácil acesso. Nos notebooks, a remoção pode exigir desmontar parte do equipamento, por isso, proceda com cautela para evitar danificar a bateria.

Verificação do estado:

Antes de coletar, verifique se a bateria não está danificada, inchada ou vazando. Baterias nessas condições podem ser perigosas e não devem ser utilizadas.

Armazenamento seguro:

Antes de coletar, verifique se a bateria não está danificada, inchada ou vazando. Baterias nessas condições podem ser perigosas e não devem ser utilizadas.

Importância:

Ao reciclar baterias para uso em robótica educacional, não só estamos proporcionando uma segunda vida a esses materiais, mas também estamos conscientizando sobre a importância da reciclagem de eletrônicos, que são uma significativa fonte de poluição ambiental quando descartados incorretamente.



Coleta de Chassis de Carrinhos de Brinquedo

03



Descrição:

O chassi de um carrinho de brinquedo é a base estrutural sobre a qual outros componentes, como rodas, motores e, às vezes, baterias, são montados. Esses chassis são excelentes recursos para projetos de robótica educacional, pois já vêm com espaços designados para montagem de componentes, facilitando a construção de veículos robóticos.

Identificação:

Busque por carrinhos de brinquedo eletrônicos que estejam fora de uso. Priorize aqueles que pareçam ter sua estrutura básica — o chassi — em bom estado.

Inspeção:

Ao encontrar um carrinho, inspecione cuidadosamente para verificar se as rodas, motores e baterias ainda estão intactos. Estes componentes são valiosos para a montagem de robôs e sua preservação é essencial.

Desmontagem cuidadosa:

Caso o chassi tenha componentes danificados ou se a intenção é apenas utilizar partes específicas, proceda com a desmontagem de forma cuidadosa. Utilize ferramentas adequadas para remover rodas, motores e baterias sem causar danos. Lembre-se de que a preservação desses componentes é crucial para seu reaproveitamento.

Armazenamento:

Guarde os chassis coletados em um local seguro, separando-os por tipo ou tamanho, se necessário. Componentes como rodas, motores e baterias devem ser armazenados separadamente, em condições adequadas para evitar danos.



Atenção:

Durante todo o processo de coleta e desmontagem, é fundamental manter as rodas, motores e baterias intactos, quando possível. Essa prática assegura que esses componentes possam ser efetivamente reutilizados, maximizando o valor educacional e ambiental do material coletado.

Importância:

Reaproveitar chassis de carrinhos de brinquedo não apenas promove a reciclagem de materiais, mas também incentiva a criatividade e a inovação em projetos de robótica educacional. Além disso, a prática conscientiza sobre a importância de dar uma nova vida a objetos que, de outra forma, seriam descartados, contribuindo para a redução de resíduos.

Coleta de Cabos de Impressora

04

Descrição:

Cabos de impressora, especialmente aqueles terminados em USB normal e USB mini, são componentes cruciais para conectar e alimentar diversos dispositivos eletrônicos, incluindo projetos de robótica educacional. O reaproveitamento desses cabos não só é uma prática sustentável, mas também oferece aos estudantes a oportunidade de explorar diferentes formas de conexões eletrônicas em seus projetos.

Onde Encontrar:

Cabos de impressora podem ser encontrados em equipamentos de informática descartados, depósitos de reciclagem eletrônica ou como sobras de upgrades de equipamentos. Muitas vezes, esses cabos são descartados mesmo estando em perfeito estado de uso.

Identificação:

Procure por cabos de impressora que estejam visualmente em bom estado. Dê atenção especial aos cabos USB normal e USB mini, pois são os mais comumente utilizados em projetos de robótica.

Inspeção:

Antes de coletar, verifique cuidadosamente se os cabos não apresentam sinais de desgaste, como isolamento rompido, ou ferrugem nos conectores. Priorize cabos menores, pois são mais versáteis para uso em espaços limitados de montagens robóticas.

Armazenamento:

Após a coleta, armazene os cabos de forma organizada, preferencialmente separando-os por tipo (USB normal e USB mini). Isso facilitará a identificação e o uso posterior nos projetos.



Importância:

A coleta consciente de cabos de impressora destaca a importância da reciclagem e do reaproveitamento de componentes eletrônicos. Ao utilizar esses cabos em projetos de robótica educacional, promovemos não apenas a aprendizagem prática e a inovação, mas também incentivamos uma consciência ambiental entre os estudantes, mostrando-lhes como materiais recicláveis podem ser valiosos recursos para o aprendizado.

Coleta de Cabos Flat

05

Descrição:

Cabos flat, conhecidos por sua flexibilidade e ampla utilização em dispositivos eletrônicos para conexões internas, são componentes valiosos para projetos de robótica educacional. A capacidade de dobrar sem quebrar torna os cabos flat ideais para criar conexões em espaços restritos e em designs que requerem movimento ou flexibilidade.

Onde Encontrar:

Esses cabos podem ser resgatados de uma variedade de dispositivos eletrônicos antigos ou danificados, como impressoras, laptops, e aparelhos de DVD. Muitas vezes são descartados mesmo quando ainda estão em perfeitas condições de funcionamento.

Identificação:

Procure cabos flat em equipamentos eletrônicos descartados. Esses cabos são facilmente reconhecíveis por sua aparência achatada e largura uniforme.

Inspeção:

Verifique cada cabo cuidadosamente para assegurar que não apresentem sinais de ferrugem nos conectores, quebras ou desgastes significativos. A integridade do cabo é crucial para garantir sua funcionalidade em projetos de robótica.

Armazenamento:

Mantenha os cabos flat coletados de forma organizada, preferencialmente em um ambiente seco para evitar a oxidação. A categorização por comprimento ou tipo de conexão pode facilitar o acesso quando necessários para um projeto.



Importância:

Ao coletar e reutilizar cabos flat em robótica educacional, não só promovemos a reciclagem de componentes eletrônicos, mas também proporcionamos uma experiência de aprendizado única para os estudantes. Eles aprendem sobre a importância da sustentabilidade e o valor de reimaginar o uso de objetos do cotidiano em novas e inventivas aplicações.

Coleta de Motores

06

Descrição:

Motores retirados de brinquedos, como carrinhos a controle remoto e helicópteros, são recursos inestimáveis para projetos de robótica educacional. Esses pequenos motores elétricos podem ser utilizados para criar movimento e adicionar funcionalidade a construções robóticas, permitindo que os estudantes explorem conceitos de física e engenharia de forma prática.

Onde Encontrar:

Os motores ideais podem ser encontrados em carrinhos a controle remoto e helicópteros de brinquedo que não funcionam mais. É importante priorizar a coleta de motores de brinquedos que estão quebrados ou inutilizáveis, preservando aqueles em bom estado para uso como chassis em projetos completos de robótica.

Identificação:

Busque por brinquedos eletrônicos quebrados ou danificados. Esses itens frequentemente contêm motores pequenos que são perfeitos para aplicações em robótica educacional.

Inspeção:

Ao encontrar um brinquedo potencial, inspecione para assegurar que os motores estejam intactos e em condições de reutilização. Evite motores com sinais de corrosão, danos ou desgaste excessivo.

Extração cuidadosa:

Ao desmontar o brinquedo para acessar o motor, é crucial manter os fios soldados ao motor o mais longos possível. Isso é importante para facilitar a conexão do motor em novos projetos de robótica. Recomenda-se cortar o fio o mais distante possível do motor, preservando o máximo de comprimento do fio ainda soldado. Evite puxar o fio para não soltar a solda ou danificar a conexão do motor. Utilizar ferramentas adequadas para o corte garante que o fio permaneça o mais longo possível, facilitando sua futura utilização.



Armazenamento:

Armazene os motores coletados de maneira segura e organizada, preferencialmente etiquetando-os com informações sobre a tensão e tipo, para facilitar sua utilização futura.

Importância:

A coleta de motores de brinquedos eletrônicos promove não apenas o reaproveitamento de materiais e a redução de resíduos, mas também fornece uma ferramenta pedagógica valiosa para ensinar sobre mecânica, eletricidade e sustentabilidade. Incorporando esses componentes em projetos de robótica, incentivamos a criatividade, a resolução de problemas e o aprendizado prático entre os estudantes.

Coleta de Servo Motores

07

Descrição:

Servo motores, componentes fundamentais em muitos brinquedos eletrônicos controlados remotamente, são extremamente valiosos para a robótica educacional. Eles permitem um controle preciso sobre o movimento, essencial para projetos que requerem movimentação detalhada ou posicionamento específico.

Onde Encontrar:

Servo motores podem ser extraídos de carrinhos a controle remoto e helicópteros de brinquedo que não funcionam mais. É importante focar em brinquedos quebrados ou inoperantes, preservando aqueles em bom estado para serem reutilizados integralmente como chassis.

Identificação:

Localize brinquedos eletrônicos danificados ou descartados que contêm servo motores. Esses dispositivos são comuns em modelos que necessitam de controle preciso de movimento.

Inspeção:

Inspeccione o servo motor para garantir que não haja danos visíveis, corrosão ou desgaste que possam comprometer sua funcionalidade.

Extração cuidadosa:

Durante a remoção do servo motor do brinquedo, é crucial manter os fios soldados ao motor o mais longos possível. Este cuidado facilita a integração do motor em novos projetos de robótica. Ao separar o servo motor, corte o fio o mais distante possível do corpo do motor, mantendo a extensão do fio. Evite puxar os fios para não danificar as conexões ou a solda. A utilização de ferramentas apropriadas é recomendada para preservar a integridade do componente.



Armazenamento:

Armazene os servo motores coletados de maneira segura e organizada, preferencialmente etiquetando-os com informações sobre a tensão e tipo, para facilitar sua utilização futura.

Importância:

A recuperação e reutilização de servo motores de brinquedos danificados não apenas promove práticas sustentáveis, mas também enriquece a experiência educacional, permitindo aos alunos explorar e aplicar conceitos de robótica de maneira prática. Essa iniciativa sublinha o valor da reciclagem e do reaproveitamento no contexto da educação tecnológica, incentivando a inovação responsável e consciente.



Agradecimento

À medida que chegamos ao final deste manual, gostaríamos de expressar nossa gratidão a todos que dedicam seu tempo e esforço à coleta consciente de materiais recicláveis. Seu empenho não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também desempenha um papel fundamental na promoção da educação e inovação tecnológica.

A reutilização de componentes eletrônicos, como motores, cabos e servo motores, em projetos de robótica educacional, é um excelente exemplo de como a criatividade e a sustentabilidade podem andar de mãos dadas. Cada item que você coleta e prepara para reutilização representa uma oportunidade de aprendizado para jovens estudantes, inspirando-os a se tornarem solucionadores de problemas conscientes e inovadores do futuro.

Encorajamos todos a continuarem com esta importante missão de coleta seletiva, sempre atentos à segurança e à integridade dos materiais recolhidos. Lembre-se de que, ao transformar o que seria descarte em recursos valiosos para a educação, estamos não só ajudando a formar a próxima geração de engenheiros, cientistas e inventores, mas também contribuindo para um mundo mais sustentável.

Este manual é apenas o começo. Esperamos que ele sirva como inspiração para futuras iniciativas de reciclagem e reaproveitamento, tanto na área de robótica educacional quanto em outras aplicações. Juntos, podemos fazer a diferença, um componente reciclado de cada vez.

Agradecemos novamente por sua participação e compromisso com este projeto. Continuemos a trabalhar juntos por um futuro mais brilhante e sustentável.