



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS/CIMBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA (PPGecim)

ULISSES QUEIROZ PARREIRA

**A APRENDIZAGEM INVENTIVA COMO RESULTADO DA
CONSTITUIÇÃO DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA
EDUCACIONAL DA ESCOLA SESI DE ARAGUAÍNA - TO**

Araguaína/TO
2022

ULISSES QUEIROZ PARREIRA

**A APRENDIZAGEM INVENTIVA COMO RESULTADO DA
CONSTITUIÇÃO DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA
EDUCACIONAL DA ESCOLA SESI DE ARAGUAÍNA - TO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador(a): Prof. Dr. Deive Alves Barbosa

Araguaína/TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

P259a Parreira, Ulisses Queiroz .

A Aprendizagem Inventiva como resultado da constituição da Disciplina de Robótica Educacional da escola SESI de Araguaína – TO. / Ulisses Queiroz Parreira. – Araguaína, TO, 2022.

121 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ensino de Ciências e Matemática, 2022.

Orientador: Deive Barbosa Alves

1. Robótica Educacional. 2. Aprendizagem Inventiva. 3. Aprendizagem Criativa. 4. Educação Matemática. I. Título

CDD 510

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

ULISSES QUEIROZ PARREIRA

A APRENDIZAGEM INVENTIVA COMO RESULTADO DA CONSTITUIÇÃO DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL DA ESCOLA SESI DE ARAGUAÍNA - TO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Data de aprovação: 31 / 10 / 2022

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente



DEIVE BARBOSA ALVES

Data: 03/11/2022 16:34:01-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Deive Barbosa Alves, PPGecim (UFNT)

Orientador

Documento assinado digitalmente



ELISANGELA APARECIDA PEREIRA DE MELO

Data: 04/11/2022 17:53:14-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Elisângela Aparecida Pereira de Melo, PPGecim (UFNT)

Examinador Interno

Documento assinado digitalmente



FERNANDO DA COSTA BARBOSA

Data: 07/11/2022 13:07:40-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa, UFCAT

Examinador Externo

Araguaína/TO

2022

*Dedico esta dissertação à minha amada
esposa Kely, por me apoiar e me servir de
inspiração.*

*Aos meus pais João e Neuza, por sempre me
mostrarem o caminho a seguir e me apoiarem
incondicionalmente.*

*A meu irmão Hugo, sua esposa e filhos pelo
apoio e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

Por razões diversas, nossos sonhos ao longo da vida podem até ser adiados, mas, nunca abandonados. No percurso em busca da realização desse sonho, algumas pessoas e instituições se mostraram essenciais, e devido isso, deixo registrado aqui a minha gratidão.

À minha amada esposa Kely, amiga e companheira de todas as horas, por sempre me encorajar e motivar, por deixar claro que para mim, a desistência não era uma opção. Sua alegria me fortalece continuamente.

Aos meus pais João e Neuza, referências em minha vida, por não medirem esforços em me educar e mostrar que grandes conquistas advêm do esforço e dedicação daqueles que lutam e não se dão por vencidos, apesar das adversidades. A vocês, minha eterna gratidão.

A meu irmão Hugo, sua esposa Ademilde e meus sobrinhos Gilson e Sara, por todo o apoio nessa caminhada.

Ao meu orientador Professor Dr. Deive Barbosa Alves, por todos os momentos valiosos de instrução, por apoiar incondicionalmente a pesquisa, por sua paciência e por ser sempre acessível. Sua exímia orientação tornou tudo isso possível. Agradeço imensamente!

Ao Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa, a Prof.^a Dr. Elisângela Aparecida Pereira de Melo e a Prof.^a Dra. Domenica Palomaris Mariano de Souza, por disponibilizarem do seu tempo para participarem da avaliação dessa pesquisa, assim como todas as orientações e sugestões realizadas nesse processo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim) da Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade.

Aos professores, Rodney, Roberta, Gecilane (*in memoriam*), Paiva, Alessandro, Karolina e Marcelo, integrantes do PPGecim que me conduziram a um crescimento significativo enquanto pesquisador e educador.

A meu amigo de longa data, o Prof. Dr. Francisco Neto Pereira Pinto, por todo seu apoio e incentivo.

A todo o corpo discente do PPGecim, em especial aos colegas Marcos, Ricardo e Alexssandro, por todo o apoio, encorajamento e compartilhamento de ideias.

À direção, em nome da senhora Carmelita Cavalcanti, coordenação, professores e alunos da escola SESI que, com prontidão, aceitaram participar e contribuir com essa pesquisa.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

RESUMO

A presente pesquisa visa compreender como se constitui a disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do Ensino Fundamental II da Escola SESI de Araguaína – TO. A escolha da unidade de ensino se deve ao pioneirismo na inserção da disciplina de Robótica Educacional em sua estrutura curricular de ensino, sendo ainda a única no estado do Tocantins a oferecê-la. Trata-se de uma investigação qualitativa, na forma de um Estudo de Caso, pois, além de uma descrição ampla e profunda, se pretende encontrar no desenrolar da pesquisa, tanto as principais características da disciplina, o que a torna única, quanto sua estruturação enquanto componente curricular. Mediante o exposto, os participantes da pesquisa foram alunos regularmente matriculados nas turmas do Ensino Fundamental II da referida escola, além de mais dois professores que ministram a disciplina, totalizando 10 pessoas envolvidas. Como instrumentos para o levantamento de dados, foram utilizados documentos oficiais que estruturam a disciplina, entrevista, observação das aulas, além da análise das produções dos estudantes na disciplina. O processo de análise dos dados se deu a partir das seguintes Unidades Integradas de Análise: “Educação Pedagógica Tecnológica”; “Educação Matemática Tecnológica”; “Educação Pedagógica Matemática” e a “Educação Matemática Pedagógica Tecnológica”. Os resultados mostram que, a disciplina de Robótica Educacional atende a muitos quesitos relacionados aos objetivos propostos pela Aprendizagem Inventiva, ao passo que os participantes apresentam autonomia na formulação de problemas e não apenas na solução dos mesmos, uma vez que o invento está diretamente relacionado à Robótica Educacional. Percebe-se ainda a atuação de maneira positiva nos habitus de estudo dos discentes em diferentes momentos, por desenvolverem competências mediante a construção de objetos tecnológicos, ao inventar e resolver problemas, na argumentação e na própria autonomia, à medida que constroem e programam robôs.

Palavras-chaves: Robótica Educacional. Aprendizagem Criativa. Aprendizagem Inventiva. Educação Matemática.

ABSTRACT

The present research aims to understand how the Educational Robotics discipline is constituted in the study habitus of Elementary School II students at Escola SESI de Araguaína-TO. The choice of teaching unit is due to the pioneering spirit in the insertion of the Educational Robotics subject in its teaching curricular structure, being still the only one in the state of Tocantins to offer it. This is a qualitative investigation, in the form of a Case Study, because, in addition to a broad and deep description, it is intended to find, in the course of the research, both the main characteristics of the discipline, which makes it unique, and its structuring. As a curricular component. Based on the above, the research participants were students regularly enrolled in the Elementary School II classes of that school, in addition to two more teachers who teach the discipline, totaling 10 people involved. As instruments for data collection, official documents were used that structure the discipline, interview, observation of classes, in addition to the analysis of students' productions in the discipline. The data analysis process took place from the following Integrated Analysis Units: "Technological Pedagogical Education"; "Technological Mathematics Education"; "Mathematics Pedagogical Education" and "Technological Pedagogical Mathematics Education". The results show that the Educational Robotics discipline meets many requirements related to the objectives proposed by Inventive Learning, while the participants have autonomy in formulating problems and not only in solving them, since the invention is directly related to the Educational Robotics. It is also possible to perceive the positive performance in the students' habitus of study at different times, as they develop skills through the construction of technological objects, when inventing and solving problems, in argumentation and in their own autonomy, as they build and program robots.

Keywords: Educational Robotics. Creative Learning. Inventive learning. Mathematics Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Quantidade de pesquisas e ano de publicação.....	32
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios/filtros de inclusão e exclusão, para a seleção das pesquisas	31
Quadro 2 - Pesquisas selecionadas	33
Quadro 3 - Critérios de inclusão/exclusão – Professor	51
Quadro 4 - Critérios de inclusão/exclusão – Alunos.....	51
Quadro 5 - Participantes da Pesquisa	52
Quadro 6 - Exposição dos temas das aulas	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagem inicial da atividade "Luz, câmera, ação!"	19
Figura 2 - Apresentação, Compreensão do Problema e a Concepção de um Plano.....	20
Figura 3 - Montagem proposta na formação - Atividade "Luz, câmera, ação!"	21
Figura 4 - Locais onde foram feitas as observações.....	47
Figura 5 - A Triangulação por diferentes instrumentos em pesquisa qualitativa	57
Figura 6 - Planejamento com o Kit LEGO NXT – 9797.....	59
Figura 7 - Kit LEGO Mindstorms NXT – 9797	60
Figura 8 - Kit LEGO Education Mindstorms EV3 – 45544.....	62
Figura 9 - Kit LEGO Education Mindstorms EV3 expansão – 45560.....	63
Figura 10 - Layout inicial do Software LEGO Mindstorms EV3	64
Figura 11 - Tela de Programação do Software EV3 e paletas/abas de Programação.....	65
Figura 12 - Livro do Aluno, 9º ano	65
Figura 13 - Manual do Educador, 9º ano.....	67
Figura 14 - Manual de Montagem, 9º ano	67
Figura 15 - Visão geral do Caso e suas Unidades de Análise	69
Figura 16 - Etapas de execução das aulas utilizando os kits LEGO	79
Figura 17 - Atividade "Veículo com lagartas" - Conectar e Construir.....	81
Figura 18 - Atividade "Veículo com lagartas" - Analisar	82
Figura 19 - Atividade "Veículo com lagartas" - Analisar	83
Figura 20 - Espiral da Aprendizagem Criativa.....	84
Figura 21 - Construção da “impressora cartesiana”	90
Figura 22 - Impressora Cartesiana. Mesma imagem, resoluções diferentes	91
Figura 23 - Execução da atividade proposta / Construção das figuras A, B, C e D.....	92
Figura 24 - Análise via software (Experimentação) - Impressão A	94
Figura 25 - Calculadora Online utilizada pelo Aluno 3	95
Figura 26 - Lógica de Programação para produção da Impressão A	96
Figura 27 - Conceitos de Plano Cartesiano e representações	100
Figura 28 - Desafio elaborado e proposto pelo Professor 2	104
Figura 29 - Modelos de garras idealizados pelos alunos.....	105
Figura 30 - Adaptações feitas na estrutura da garra	106
Figura 31 - Robô com garras, construído por uma das equipes	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado geral das buscas nas bases de dados	31
Tabela 2 - Instrumentos utilizados na produção dos dados	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CESEFRS	Colégio Estadual Secretário Francisco Rosa Santos
CNI	Conselho Nacional da Indústria
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CTD	Catálogo de Teses e Dissertações
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Educação Matemática
EMPT	Educação Matemática Pedagógica Tecnológica
EMT	Educação Matemática Tecnológica
EP	Educação Pedagógica
EPM	Educação Pedagógica Matemática
EPT	Educação Pedagógica Tecnológica
ET	Educação Tecnológica
FLL	First Lego League
IFTO	Instituto Federal do Tocantins
MEC	Ministério da Educação
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPGecim	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Propesq	Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
RE	Robótica Educacional
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação e Cultura
SESI	Serviço Social da Indústria
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UEG	Universidade Estadual de Goiás
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFNT	Universidade Federal do Norte do Tocantins
UFT	Universidade Federal do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 A Trajetória do Pesquisador e a Proximidade com o Tema.....	17
1.2 A Investigação Proposta.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA – um Breve Panorama.	26
2.1 Um Breve Panorama da Robótica Educacional.....	27
2.2 Dos Procedimentos Metodológicos para a Formação do Corpus da Revisão	30
2.3 Da Questão Norteadora, da Estratégia de Busca e Seleção dos Manuscritos	30
2.4 Da Leitura das Pesquisas Seleccionadas	33
2.5 A Robótica Educacional a Partir das Produções Analisadas	34
2.6 Contribuições para a Pesquisa	37
3 A ABORDAGEM METODOLÓGICA	39
3.1 A Abordagem	40
3.2 O Método de Estudo de Casos	41
3.3 Dos Instrumentos Utilizados na Produção dos Dados.....	44
3.3.1 Observação com Registro em Notas de Campo	45
3.3.2 Fotografias.....	48
3.3.3 Entrevistas	48
3.3.4 Documentos Produzidos na Pesquisa	49
3.4 Os Sujeitos da pesquisa: recrutamento, critérios de inclusão e exclusão.....	50
3.5 Aspectos Éticos da Pesquisa	53
3.5.1 Locus da Pesquisa.....	54
3.6 Os Procedimentos para a Análise de Dados.....	56
3.7 O Caso: a disciplina de Robótica da Escola SESI	58
4 ANÁLISE DOS DADOS	72
4.1 Educação Pedagógica Tecnológica - EPT.....	75
4.1.1 O Programa de Educação Tecnológica da escola SESI.....	77
4.2 Educação Matemática Tecnológica - EMT	86
4.3 Educação Pedagógica Matemática - EPM	98
4.4 Educação Matemática Pedagógica Tecnológica	101
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Trajetória do Pesquisador e a Proximidade com o Tema

*“Mas, onde eu deveria começar? O mundo é tão vasto,
[...] não importa, começarei comigo mesmo”.*
(Elie Wiesel).

Neste capítulo, tenho a intenção, como diz o poeta citado, de começar a justificar o meu lugar de fala e de pesquisa nesse contexto, que se dá a partir da minha trajetória formativa e profissional, o que me levou a desenvolver este trabalho com Robótica Educacional (RE). Acredito que os principais acontecimentos que impulsionaram a realização desta pesquisa, foram vivenciados a partir do ano de 2012, quando ingressei na Escola Sesi¹ de Araguaína, estado do Tocantins, entretanto, um período ainda anterior a este merece ser mencionado.

O fato de muitos criticarem a carreira docente aguçava a minha curiosidade. Por ser filho de professor e residir em uma cidade pequena no interior do Tocantins, morando a poucos metros da escola onde estudei desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio, este ambiente e consequentemente a carreira docente eram vistos com tranquilidade. Ao passo que percebia o gosto que meu pai tinha por sua profissão, acabava caminhando ainda mais para a carreira docente, apesar de imaginar ainda outras possibilidades para minha vida, que não eram muitas, devido à ausência de cursos de nível superior em minha cidade ou mesmo de oportunidades para empreender.

No ano de 2001, vejo meu irmão ingressar em um curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática na recém-criada Universidade Federal do Tocantins (UFT), acredito que este tenha sido o incentivo final para minha tomada de decisão, que resultou também em meu ingresso neste mesmo curso a partir do segundo semestre de 2002. O campus que continha o curso em questão, ficava localizado em uma cidade vizinha distante 50 km da cidade em que residia, o que deu início ao vai e vem diário entre as cidades. Devido à necessidade de professores em minha cidade, logo a partir do ano de 2003, sem mesmo estarmos formados, meu irmão e eu já estávamos atuando em sala de aula. No meu caso fui contratado como professor substituto em uma das duas escolas de Ensino Médio existentes, e de maneira paralela ao meu novo emprego, me desdobrava como aluno ao cursar as disciplinas, tendo acesso a teoria pela manhã e me deparando com a prática da sala de aula durante as tardes e

¹ Serviço Social da Indústria.

noites como professor. Foram cinco anos de muito esforço, estudo e aprendizado até chegar ao final da Graduação no ano de 2007.

Formado no ano de 2008, tive a oportunidade de prestar concurso público e ingressar na rede municipal de ensino, enquanto continuava como professor contratado na rede estadual. Nos três anos seguintes, deparei-me com momentos de muito trabalho e aprendizado, atuei em escolas da zona rural, urbana e extensões em povoados próximos com turmas do Ensino Fundamental II, Ensino Médio e com a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

O desejo de novas oportunidades e da própria busca por capacitação profissional, fizeram-me ingressar, no início de 2010, em uma Especialização semipresencial em Matemática Aplicada e Estatística, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), momento em que pude perceber, devido as experiências que tive, as possibilidades e oportunidades que estavam ao meu alcance enquanto professor. Em se tratando de experiências, concordo com Larrosa (2002, p.21) quando diz que “[...] a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca [...]”, pois acredito ter sido impelido ao término desta especialização, a tomar novos rumos que resultaram, ao final de 2010, em minha mudança para a cidade onde cursei minha graduação em busca de novas oportunidades. Com a mudança, acabei optando por abdicar do meu concurso público na rede municipal e meu contrato na rede estadual, o que acabou sendo uma decisão difícil, mas, que logo se mostraria acertada.

No ano seguinte, já com o título de especialista em mãos, ingressei como professor substituto no colegiado de Matemática do Campus de Araguaína da UFT, no intuito de substituir um de meus antigos professores que havia pedido licença para estudos, ali permaneci por três semestres, chegando a ter o privilégio de trabalhar com alguns dos meus antigos professores, quando, então, tive a oportunidade de participar de uma seleção para professor de Matemática da Escola SESI, no ano de 2012, momento em que conheci o local onde teria meu primeiro contato com a Robótica Educacional.

Ainda em meu último semestre como professor substituto da UFT, e agora inserido no quadro de professores da escola SESI, tive minha primeira oportunidade de capacitação. Na época a escola contava com alguns kits do tipo LEGO Mindstorms NXT – 9797, que será discutido em um momento posterior, além de fascículos com orientações específicas para professores e alunos, contendo informações desde a contextualização da aula até o passo a passo para a montagem dos robôs. Por gostar de tecnologia, de imediato me interessei pelo material, e à medida que me apropriava de todo aquele novo recurso, passei a perceber que daquele momento em diante minha maneira de pensar e agir, seja de forma individual ou coletiva, passaria por grandes mudanças.

Ao término de meu contrato com a UFT, passei a me dedicar exclusivamente à escola SESI, e conforme as capacitações em robótica iam acontecendo, percebia que todos os que tinham contato com os kits passavam a ser marcados de maneira positiva, sendo levados a reflexões relacionadas a necessidade de se evitar abordagens estáticas nas práticas do dia a dia de sala de aula, nos instigando a fluir para um comportamento envolto em ação e dinamismo, ao passo que entendíamos a robótica como meio capaz para isso. Todo esse acontecimento me fez entender a importância de se trabalhar com a Robótica Educacional em sala de aula, além de perceber as facilidades que a mesma me proporcionaria na execução das minhas atividades no contexto de sala de aula.

Dentre as muitas atividades que realizamos em nossas formações com os *kits* de robótica, gostaria de destacar uma em especial, que me chamou a atenção na época por sua abordagem simples e eficaz, me refiro à atividade intitulada: “Luz, Câmera, Ação!”, onde sua abordagem inicial pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 - Abordagem inicial da atividade "Luz, câmera, ação!"



Fonte: Pietrocola et al. (2016, p. 12).

Por meio da figura supracitada, apresento aquilo que de imediato instigou a minha curiosidade, pois ao passo que a observamos, somos remetidos a um set de filmagem onde uma cena de ação será realizada. Recordo-me que, ao me deparar com a situação exposta na Figura 1, logo pensei: o mundo do cinema em uma atividade de robótica? Sim, essa era a situação, pois a atividade em questão trazia uma contextualização interessante relacionada ao universo cinematográfico, fazendo alusão aos primeiros rolos de celulose, fitas transparentes capazes de

possibilitar a gravação de imagens que, apresentadas de maneira sequencial, davam a ideia de movimento, além de outros detalhes envolvendo o set de filmagem.

O interesse só aumentou após a fala de um dos nossos formadores, quando o mesmo fazia menção aos tópicos abordados na atividade, dentre eles me recordo de: (1) funções que regem o movimento retilíneo uniforme; (2) cálculos de distância, tempo e velocidade; e (3) relações de proporção entre grandezas e as funções que descrevem o movimento de queda livre. Confesso que no íntimo duvidei inicialmente das informações repassadas pelo formador, pois pensava: como uma única atividade seria capaz de abordar de maneira tão simples tantos conteúdos?

Em linhas gerais, as informações foram sendo repassadas e, então, percebemos que tínhamos um intrigante desafio pela frente que, apesar de aparentemente complexo, se mostraria gratificante. Nosso grupo não tinha muita afinidade devido sermos “recém contratados”, entretanto, nem imaginávamos que aquele momento favoreceria significativamente nosso relacionamento interpessoal. De maneira concomitante a distribuição de funções em nosso grupo, passamos ao desenvolvimento da atividade propriamente dita. Assim elaboramos esta, conforme mostra a Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Apresentação, Compreensão do Problema e a Concepção de um Plano

APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Imagine-se em um set de filmagem. Como planejamos a cena para que o carro se dirija e o personagem tenha tempo de reagir ao acidente?

Antes de responder à pergunta, que tal você e sua equipe de grupo analisarem a ação do filme?

Para isso, vamos analisar o vídeo da cena em questão e discutir o movimento do carro e do personagem. Vamos analisar o movimento de queda livre e o movimento retilíneo uniforme.

COMPREENSÃO DO PROBLEMA

Como o carro se move? Qual o movimento que ele realiza? Qual o movimento que o personagem realiza? Qual o movimento que o carro realiza? Qual o movimento que o personagem realiza? Qual o movimento que o carro realiza? Qual o movimento que o personagem realiza?

CONCEPÇÃO DE UM PLANO

Como o carro se move? Qual o movimento que ele realiza? Qual o movimento que o personagem realiza? Qual o movimento que o carro realiza? Qual o movimento que o personagem realiza? Qual o movimento que o carro realiza? Qual o movimento que o personagem realiza?

ORGANIZAÇÃO E MONTAGEM

Primeiramente, monte o modelo **resgate** (composto pelo carro e pelo guindaste) e a peça quadro que representará o ator que será içado.

Programar no LEGO® Mindstorms EV3 Software as seguintes ações:

- Fixe a potência do motor que aciona o guindaste em 17.
- Estabeleça a duração da descida do guindaste em 525 graus. A duração da subida do guindaste também será fixada em 525 graus.
- Fixe a potência do motor que aciona o carro em 20.
- Defina o tempo de funcionamento do motor do carro de tal maneira que ele ultrapasse o ponto de encontro do guindaste.

MEDIDAS E CÁLCULOS

Após que sua equipe já conhece as grandezas físicas envolvidas (tempo, distância, velocidade, aceleração) determine algumas dessas grandezas.

Para fazer os cálculos, utilize as equações de movimento retilíneo uniforme ou queda livre. Observe que, na queda livre, há sempre uma aceleração constante (a aceleração da gravidade) em sentido contrário ao sentido do movimento.

Equações de movimento retilíneo uniforme	Momento Máximo	Momento Mínimo	Equações de queda livre
$v = v_0 + a \cdot t$	$v_{max} = \frac{v_0 + v_f}{2}$	$v_{min} = \frac{v_0 + v_f}{2}$	$v = v_0 + g \cdot t$
$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$s = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot s$

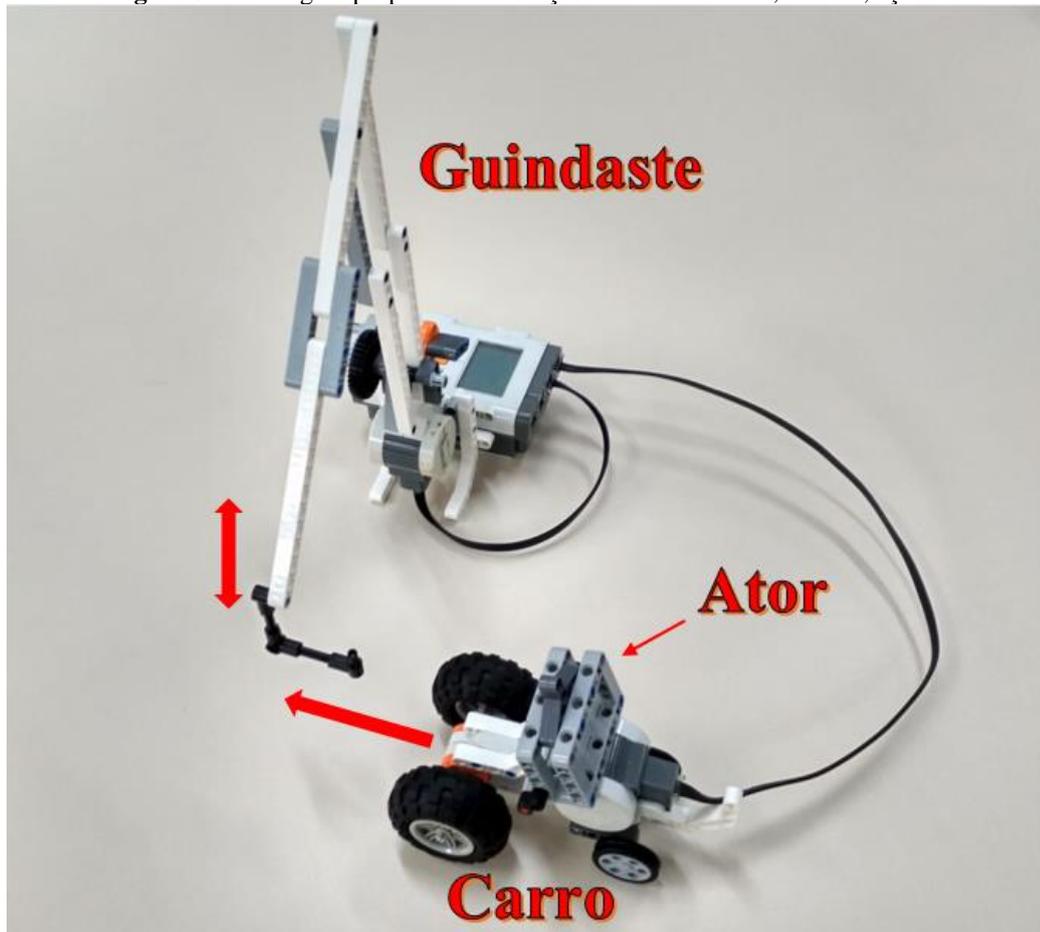
Fonte: Pietrocola et al. (2016, p. 12).

Com o auxílio da figura apresentada anteriormente, obtivemos informações detalhadas que nos apresentaram o problema, facilitaram sua compreensão e foram fundamentais para a construção do nosso “plano de ação”. Em síntese, o nosso grupo estava assumindo o papel de uma “equipe técnica, de efeitos especiais, de um filme de ação”. O desafio consistia em fazer com que o movimento de decida vertical do gancho de um guindaste estivesse sincronizado com o movimento vertical de um carro, sobre o qual estaria o “mocinho” do filme, durante uma cena de fuga, conforme ilustrado na Figura 2. Tudo devia ser cuidadosamente planejado a fim

de se evitar horas de testes sem sucesso, e nessa intenção, o uso dos conceitos relacionados aos tópicos mencionados anteriormente foram fundamentais.

Concluída a fase de organização, montagem e programação, que foram realizadas tendo por base as orientações em destaque na Figura 2, seguimos com os ajustes necessários afim de executarmos um “resgate” bem-sucedido. Apesar dessa mesma atividade ter sofrido algumas modificações com a atualização dos kits e do material de apoio, de maneira ilustrativa, apresento na Figura 3 um protótipo similar ao construído na ocasião.

Figura 3 - Montagem proposta na formação - Atividade "Luz, câmera, ação!"



Fonte: O Autor (2021).

A Figura 3 traz uma breve reprodução do resultado de muito planejamento, medidas e cálculos realizados por nosso grupo, nela observamos a simulação do “guindaste” responsável por realizar os movimentos verticais, sincronizados ao movimento horizontal do “carro” que trazia sob sua capota o “mocinho” do filme durante a referida cena de fuga. Após a realização do primeiro “resgate” bem-sucedido, nossa equipe foi tomada por um sentimento gratificante de dever cumprido, aquele momento específico me fez perceber o quão “rico” era o material que agora, enquanto professor, tinha a minha disposição, o que me moveu a reflexões

relacionadas as experiências que os meus alunos teriam, ao usufruírem do mesmo material em seus estudos.

No decorrer dos anos, a escola passou a depositar cada vez mais importância na robótica, mais formações vieram e isso acabou gerando um incentivo constante para a associação da mesma às demais disciplinas, ou mesmo a atividades paralelas no contra turno, independente da área. Tal empenho favoreceu ainda, a estruturação da metodologia com a aquisição de novos kits já ao longo de 2017, além de um laboratório específico na própria unidade neste mesmo ano. Como consequência, por assim dizer, os torneios de robótica, que já tinham sido inseridos no cotidiano dos alunos desde o ano de 2014, foram ampliados com a composição de equipes nas mais diversas modalidades, produzindo resultados ainda mais significativos, tendo destaque, os anos de 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020. Tais feitos, passaram a chamar a atenção da comunidade local.

Dentre muitos que voltaram suas atenções para a nossa unidade de ensino, é justo mencionar um jovem pesquisador que “literalmente”, bateu a nossa porta no ano de 2019, o mesmo acabara de ingressar no recém aprovado Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim) da UFT, Campus de Araguaína-TO, e demonstrava interesse em pautar sua investigação em uma das metodologias adotadas por nossa escola. Aquela situação me fez perceber que muito das metodologias adotadas, dentre elas a Robótica Educacional, não apenas atiçavam a curiosidade da comunidade local, mas estavam indo além, sendo capazes de propiciar pesquisas consistentes que poderiam resultar no aprimoramento das nossas próprias práticas, além de uma consequente disseminação para outras instituições.

Isso posto, com grande alegria consigo ingressar na segunda turma do PPGecim no ano de 2020, mas, antes mesmo do início das aulas, uma notícia veiculada em escala global mudaria drasticamente a maneira como lidaríamos com os desafios relacionados ao mestrado, refiro-me ao anúncio feito pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, relacionado a pandemia mundial causada pela Covid-19². Como meio de combate ao aumento vertiginoso no número de contaminações e mortes, o isolamento social passava a ser fundamental, fato que gerou a suspensão das aulas presenciais em todos os níveis de ensino.

Nesse contexto, a UFT por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (Propesq), decide por dar prosseguimento as aulas do PPGecim por meio do ensino remoto, fazendo uso de diferentes plataformas *on-line* para a execução das aulas, além de Ambientes

² A Covid-19 é uma doença infecciosa causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) e tem como principais sintomas febre, cansaço e tosse seca. Disponível em <https://www.paho.org/pt/covid19>. O significado da sigla Covid é corona vírus *disease*, o que na tradução para o português significa "doença do coronavírus".

Virtuais de Aprendizagem (AVA) como ferramentas de apoio durante todo o período decorrente da pandemia causada pela Covid-19. Frente a tal situação, todo o corpo docente e discente do programa passou a fazer uso de novas metodologias de ensino, e acredito que mesmo diante de um fim próximo da pandemia, as mesmas continuarão a ser utilizadas em larga escala.

Todos os processos envolvendo a adaptação ao ensino remoto e às ferramentas *on-line* necessárias para a execução do mesmo, foram bastante desafiadoras, entretanto, com o passar dos dias, cada vez mais professores e alunos se apropriavam da nova modalidade de ensino, o que permitiu fluidez as discussões propostas em sala, além das atividades.

Aqui finalizo este breve relato acerca da minha trajetória, trazendo de maneira sucinta, desde as questões que me motivaram a optar pela carreira docente, até as nuances que me instigaram a ingressar no mestrado, assim como a escolha da minha linha de investigação. A partir deste ponto, resgato a posição de pesquisador.

1.2 A Investigação Proposta

Por meio desta, planejamos alcançar os elementos que estruturam a disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do Ensino Fundamental II da Escola SESI de Araguaína – TO, propondo-se para isso a construção de uma linha de investigação voltada ao estabelecimento dos critérios que favorecem a formação da mesma enquanto componente curricular, tomando por base os principais conceitos relacionados a Aprendizagem Inventiva e almejando ainda, a identificação das suas principais características que consequentemente, a tornam única.

Acredita-se que enquanto componente curricular, devido ao fosso existente nessa questão, e baseado no aprendizado dos conceitos multidisciplinares que a RE oferece, ao levarmos em conta a construção de modelos que levam “o educando a uma gama enorme de experiências de aprendizagem”, como afirma Zilli (2004, p. 39), consideram-se relevantes as questões elencadas acima, a ponto de vislumbrarmos a necessidade de compreendermos: **como se constitui a disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do ensino fundamental II da escola SESI de Araguaína – TO?**

Uma vez definida a questão norteadora, como próximo passo apresentamos o objetivo geral: compreender a constituição da disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do ensino fundamental II da Escola SESI de Araguaína – TO. O que nos leva aos objetivos específicos, sendo eles:

1. Estudar dissertações e teses sobre a robótica educacional no ensino fundamental II, para a construção de um posicionamento acerca das principais problemáticas que estão surgindo nesse campo de estudo.
2. Estabelecer os caminhos que nortearão a produção de dados durante o desenvolvimento da pesquisa.
3. Acompanhar as atividades desenvolvidas pelos professores e alunos na disciplina de Robótica Educacional.
4. Criar estratégias de análises de dados que possibilitem o acesso a informações relevantes para a construção da pesquisa.

A fim de se responder ao questionamento da pesquisa, bem como alcançar os objetivos apresentados. Além desta introdução, em que buscamos apresentar um resgate da trajetória do pesquisador e os caminhos trilhados até a presente investigação, foram construídos mais 4 capítulos.

No capítulo 2, apresentamos uma revisão bibliográfica dos trabalhos relacionados a robótica educacional nos últimos 5 anos, no intuito de entender a maneira como a RE vem sendo trabalhada em sala de aula, seus aportes teóricos e os resultados obtidos dentro da aplicação dos seus respectivos projetos.

No capítulo 3, temos o caminho metodológico adotado para a construção, registro e obtenção dos dados, além da abordagem utilizada e o método de Estudo de Caso, utilizado na pesquisa. Ao final deste capítulo, apresenta-se o caso estudado e suas respectivas unidades de análise.

No capítulo 4, expomos a análise dos dados em quatro seções/eixos que expõem as unidades de análise do caso estudado. Na primeira seção, exploramos a **Educação Pedagógica Tecnológica (EPT)**, visando a compreensão de como as práticas de ensino-aprendizagem são alteradas quando determinadas tecnologias são utilizadas. Na segunda seção, a análise da **Educação Matemática Tecnológica (EMT)**, correspondendo à compreensão do impacto de determinadas tecnologias, RE, nas práticas de disciplinas específicas. Na terceira, temos a **Educação Pedagógica Matemática (EPM)**, exibindo como o professor empenha-se na extração da própria matemática no contexto utilizado e por fim, na última seção, apresentamos uma análise da **Educação Matemática Pedagógica Tecnológica (EMPT)**, onde as técnicas pedagógicas que usam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos, são postas em evidência.

Em conclusão, o capítulo 5 contendo as considerações finais e apresentando-se como momento de reflexão acerca da questão de pesquisa, bem como dos objetivos traçados, além de apresentar uma síntese de toda a investigação.

Diante do exposto, é neste contexto que a presente investigação buscou realizar contribuições relacionadas ao uso da RE no contexto escolar, uma vez que, segundo Alves et al. (2020, p. 2), ela é “um recurso poderoso ao desenvolvimento cognitivo do aluno, capaz de ressignificar a forma de aprender os conhecimentos científicos”, facilitando assim o suprimento das diretrizes e habilidades demandadas pelo ensino atual, e ainda mais agora, devido ao cenário desafiador que a educação tem pela frente em razão dos impactos ocasionados em todos os setores pela pandemia da Covid-19, uma vez que, com a educação não seria diferente.

2 REVISÃO DA LITERATURA – um Breve Panorama³

“Quando um investigador inicia um trabalho, é pouco provável que o assunto tratado nunca tenha sido abordado por outra pessoa, [...] tem-se frequentemente a impressão de que não há nada sobre o assunto, mas essa opinião resulta, em regra, de uma má informação”
(VAN CAMPENHOUDT et al., 1998, p.50).

A revisão da literatura apresenta-se como etapa fundamental no desenvolvimento de uma investigação científica. Nessa direção, Santos (2020, p. 42) aponta em seus estudos que esta tem a capacidade de exercer “funções distintas que vão desde a aproximação do pesquisador com o tema, até a delimitação das questões de pesquisa [...]”. Por corroborarmos com este entendimento, enxergamos a necessidade de desenvolvê-la. Nesta linha de pensamento, optamos por uma *revisão seletiva*, que na visão de Yin (2016, p. 72) pode ser conveniente no sentido de:

[...] aguçar suas considerações preliminares sobre o seu tema de estudo, [...] Em vez de assumir uma perspectiva mais ampla e relatar o que se sabe sobre um tema, seu objetivo é revisar e relatar em maior detalhe um leque específico de estudos anteriores, diretamente dirigidos a seu provável tema de estudo, método e fonte de dados. (YIN, 2016, p. 72).

Com isso em mente, apoiamo-nos nesta abordagem de revisão, no sentido de buscar por temas anteriores que se aproximam das intenções desta investigação, uma vez que, de acordo com Yin (2016, p.73), “um estudo anterior pode ter deixado uma “ponta solta” – inclusive indicando-a nas conclusões do estudo – que poderia servir como prioridade” para mais investigações.

Na busca por tais lacunas, vislumbramos por meio desta a possibilidade de situarmos a presente pesquisa diante dos temas já existentes, além de apresentarmos novos posicionamentos acerca da Disciplina de RE que possam contribuir com o aprimoramento, ou mesmo, a disseminação da disciplina.

As questões relacionadas a RE já vêm sendo discutidas e exploradas ao longo dos anos, entretanto, acreditamos que essas discussões podem ainda ser potencializadas, ou mesmo novas questões apontadas, principalmente ao passo que consideramos a necessidade da disseminação da robótica enquanto componente curricular, ao passo que esta, em sua grande maioria, é utilizada de maneira paralela as atividades em sala de aula. Por essa razão, faz-se necessário a

³ Os resultados desta revisão foram publicados na versão de artigo pela Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), Versão 09, N° 3: setembro a dezembro de 2021, disponível em [10.26571/reamec.v10i1.12976](https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.12976). Acesso em: 05 out. 2022.

construção de um breve panorama relacionado a robótica educacional, no intuito de se fornecer um cenário adequado.

2.1 Um Breve Panorama da Robótica Educacional

Muitos setores da sociedade têm sido beneficiados com os consideráveis avanços proporcionados pela tecnologia, com a Educação não seria diferente. Estudiosos apontam a necessidade de compreensões mais aprofundadas acerca de como a junção entre as tecnologias digitais e o ensino deve ocorrer, com o intuito de se abarcar tanto a parte cognitiva da aprendizagem quanto as habilidades socioemocionais. Nesta conjuntura, o investimento em procedimentos que visam à utilização de tecnologias digitais no processo educativo tem sido uma constante (FUZA *et al.*, 2020).

O período compreendido entre os anos de 1946 e 1953 apresentam os primeiros registros voltados para o campo que viria a ser a robótica educacional, pois nesse período, uma série de conferências foram realizadas pela Fundação Josiah Macy, com o intuito de aproximar, de maneira diversificada e interdisciplinar, acadêmicos e pesquisadores, para se estabelecer o que viria a nortear a ciência cibernética. “As conferências de Macy”, como ficaram conhecidas, constituíram um marco para o campo, pois foram as primeiras a lidar com novos termos e informações necessárias às, hoje conhecidas, tecnologias digitais (MASARO, 2010).

Entretanto, foi em 1964 que Seymour Papert, ao ter acesso ao Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), desenvolveu atividades intelectuais relevantes para a robótica educacional. “Inspirado nas tartarugas de William Grey Walter”, evidencia Barbosa *et al.* (2018, p. 332), Papert “construiu um robô em forma de tartaruga e desenvolveu a linguagem LOGO para controlá-lo”, menciona Curcio (2008, p. 17). Tal ação, no entendimento dos autores citados, resultou na inserção da robótica no contexto escolar no final da década de 60. Segundo Papert (1994, p. 160),

[...] o esboço desta nova disciplina surgira gradualmente, e o problema de situá-la no contexto da Escola e no ambiente de aprendizagem será melhor apresentado quando a tivermos na nossa frente. Apresento aqui uma nova definição preliminar da disciplina, porém apenas como uma semente para discussão, como aquele grão de conhecimento necessário para que uma criança invente (e evidentemente, construa). Se este grão constituísse a disciplina inteira um nome adequado seria “engenharia de controle” ou até mesmo “robótica”.

Dentre muitos, um aspecto que merece destaque nas ideias de Papert apresentadas na linguagem de programação LOGO, se deve ao fato de se aceitar o erro como um importante fator de aprendizagem, o que oferece oportunidades para que o aluno entenda por que errou e busque uma nova solução para o problema, “investigando, explorando, descobrindo por si

próprio, ou seja, a aprendizagem acontece por descoberta” (CURCIO, 2008, p. 25). Em consequência da disposição de Papert em compartilhar seus conhecimentos e saberes, a inserção de computadores nas escolas ganhou força com o passar dos anos, especificamente a partir de “1986 quando a Lego lançou robôs programados usando a linguagem Logo e, em 1989, quando Seymour Papert se uniu a Lego” (CURCIO, 2008, p. 23). A parceria só aumentou tendo como consequência o lançamento, por parte da empresa, da série LEGO *Mindstorms* no ano de 1998.

Os *kits* chegaram ao Brasil via universidade, tendo como ponto de partida o MIT. Posterior a isso, com a chegada deles nas escolas, e mediante pesquisas de outros, a metodologia foi sendo conhecida e disseminada.

Hoje, os principais projetos de robótica educacional são iniciativas isoladas de universidades, prefeituras ou escolas particulares. A maioria das instituições utiliza kits padronizados, formado por hardware, software e material didático próprios. Algumas, em outra direção, adotam software livre e material reciclado para construção de robôs com diferentes níveis de complexidade (CURCIO, 2008, p. 23).

Para Barbosa et al. (2018), as pesquisas que contribuíram para a disseminação da Robótica Educacional trabalharam tendo como base um referencial comum: Seymour Papert, sendo justo mencioná-lo como um dos precursores no uso da robótica, sempre objetivando incorporar a tecnologia à evolução do pensamento humano. Segundo o próprio Papert (1994), tal perspectiva só é possível frente ao fim da cultura de que ciência e as variadas tecnologias não andam juntas, pois tais pensamentos acabam impedindo a construção de um conhecimento científico próprio por parte dos alunos, criando lacunas no processo de ensino aprendizagem que acabam, num futuro próximo, expondo-se como habilidades não atingidas.

Tal constatação fica ainda mais evidente ao se observar o contexto educacional dos últimos anos, pois, abordagens em que o progresso do aluno resulta do seu esforço em assimilar, memorizando e copiando, o máximo de informações repassadas pelo professor, tem perdido espaço. Entende-se que os alunos não são mais os mesmos, e isso acaba impossibilitando o uso de abordagens estáticas em alunos, que impulsionados pela própria tecnologia, estão cada vez mais em movimento (PARREIRA; ALVES, 2021).

Acerca desta questão, Papert (1994) afirma que o referido atraso da escola se deu, visto que o ato de aprender ficou esquecido, enquanto o mundo acadêmico dedicou-se ao ato de ensinar:

Por que não há, em inglês, uma palavra para a arte de aprender? O *Webster* diz que a *palavra* pedagogia significa a arte de ensinar. O que está faltando é uma palavra para a arte de aprender. [...] A Pedagogia, a arte de ensinar, sob seus vários nomes, foi adotada pelo mundo acadêmico como uma área respeitável e importante. A arte de aprender é um órfão acadêmico (PAPERT, 1994, p. 77).

A referida observação impulsionou o autor na busca de entendimentos das diversas formas de aprendizagem, dentre as diversas maneiras citadas por Papert (1994), está a Robótica. Tal temática, como a muito defendida por Papert, apresenta-se como um modelo inovador no contexto educacional pois, apesar de alguns percalços, vem se destacando nos mais variados níveis de ensino, resultando na produção de protótipos robóticos voltados para o ambiente escolar que acarretam em grande contribuição para o processo de construção do conhecimento. Remetemo-nos, assim, à Cesar (2009, p. 25) quando diz que:

Os projetos de Robótica [...] possibilitam, ainda, o rompimento com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, ao trazer para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento; requerem a colaboração entre os sujeitos envolvidos nos projetos e possibilitam a construção e experimentação de modelos.

Antes de adentrarmos ainda mais neste tema, uma análise se faz necessária pois, percebemos na literatura que propostas pedagógicas fundamentadas na robótica acabam sendo denominadas, ao menos, de três formas distintas entre os educadores, sendo elas: “*Robótica Educativa* e/ou *Robótica Pedagógica* ou *Educacional*”. Antes de adotar uma das expressões, consideramos relevante diferenciar os termos educativo e pedagógico ou educacional” (CÉSAR 2013, p. 54).

Segundo o ponto de vista de César (2013), o termo *educativo* está relacionado ao aprendizado derivado das experiências do dia a dia, ou seja, das diferentes situações resultantes da nossa interação com diferentes pessoas nos mais variados locais. Este convívio, nas palavras de César (2013, p. 54), “é educativo, porque é um processo de formação não-planejado pedagogicamente, isto é, os conteúdos/ações pensados, executados e avaliados não são sistematizados”. Enquanto que o *pedagógico* ou *educacional*, na mesma linha de pensamento, tem a função de:

[...] promover o desenvolvimento de conteúdos/ações específicas nas diversas áreas de conhecimento, de forma crítica, reflexiva e sistematizada – planejada/organizada – a partir da utilização de estratégias e metodologias, visando a atingir/alcançar resultados previstos por um ou vários objetivos. Enfim, enquanto no ato educativo, os conteúdos/ações (fatos pedagógicos) são espontâneos, assistematizados, sem metodologia; no ato pedagógico ou educacional, os conteúdos/ações são previamente pensados e planejados (CÉSAR, 2013, p. 54).

Sem estendermos ainda mais a discussão conceitual abordada acima, entendemos que:

Robótica “Pedagógica” ou “Educacional” refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, as discussões sobre Robótica Pedagógica não se

restringem às tecnologias ou aos artefatos robóticos e cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim às possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem (CÉSAR, 2013, p. 55).

Com base no exposto, de maneira específica, adotaremos nesta revisão o termo Robótica Educacional a partir das ideias de César (2013), ao entendê-la como um conjunto de procedimentos que, por intermédio de dispositivos robóticos, contribuem para a construção do conhecimento.

2.2 Dos Procedimentos Metodológicos para a Formação do Corpus da Revisão

Para a construção desta revisão, optou-se por uma estratégia voltada para o reconhecimento e uso de bancos de dados virtuais para a coleta de trabalhos similares de duas diferentes fontes, sendo elas: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e o Catálogo de Teses e Dissertações (CTD).

Tais bases de dados foram selecionadas por terem um reconhecimento significativo no meio acadêmico. Ambas permitem a consulta de teses e dissertações de diferentes instituições ao mesmo tempo, a BDTD possui a vantagem de remeter o pesquisador diretamente ao texto completo da dissertação ou tese, o que não acontece com o CTD, entretanto, este último possui obrigatoriamente em seus bancos de dados, o registro de todas as teses e dissertações dos programas de pós-graduação das Universidades Brasileiras, por ser o sistema oficial do governo vinculado ao Ministério da Educação (MEC) (UNESP, 2013).

Para Galvão e Pereira (2014, p. 183), os métodos para a elaboração de uma revisão da literatura preveem “a elaboração da pergunta de pesquisa, a busca na Literatura, a seleção dos manuscritos, a extração dos dados, a avaliação da qualidade metodológica, a síntese dos dados, a avaliação da qualidade das evidências e a redação e publicação dos resultados”. Posto isso, demos início a construção da revisão.

2.3 Da Questão Norteadora, da Estratégia de Busca e Seleção dos Manuscritos

Como etapa fundamental desta revisão, especificou-se uma questão norteadora factível de resposta, com o intuito de que esta auxiliasse a busca de manuscritos relevantes nas bases de dados em prol da sua resolução. Entendemos que uma questão norteadora clara e objetiva faz toda a diferença na condução de uma investigação, e com isso em mente, temos como questão central: *Quais os principais avanços relacionados a robótica educacional e como esta vem sendo utilizada no contexto escolar ao longo dos últimos cinco anos?*

Uma vez elaborada a pergunta, estabeleceu-se as palavras-chave que deveriam ser pesquisadas, sendo elas: *Robótica Educativa*, *Robótica Pedagógica* e *Robótica Educacional*. Apesar da opção pelo uso do termo *Robótica Educacional*, justificada na seção anterior, o uso dos três termos na busca não deve ser encarado como equívoco, mas apenas como uma precaução no intuito de não perder uma boa investigação, ao passo que recordamos das palavras de César (2009, p.25) quando diz, “ainda que não chegue a constituir um equívoco, [...] é facilmente perceptível uma certa confusão em torno da definição” dos termos entre os autores, parecendo não existir uma preocupação ou mesmo consenso nesta questão.

Posto isso, ao realizarmos a busca automática nas bases de dados especificadas anteriormente, a *string* de busca foi definida da seguinte forma: “ROBÓTICA EDUCATIVA” OR “ROBÓTICA PEDAGÓGICA” OR “ROBÓTICA EDUCACIONAL”. A partir dessas *strings*, obtivemos os resultados que podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado geral das buscas nas bases de dados

Bases de dados	End. eletrônico	Quantidade de manuscritos
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).	https://bdttd.ibict.br/vufind/	111
Catálogo de Teses e Dissertações (CTD).	https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/	189
TOTAL		300

Fonte: O Autor (2021).

Na Tabela 1 referenciada, podemos perceber, além das bases de dados utilizadas, seus respectivos endereços eletrônicos e o total de manuscritos localizados, o que perfaz um total de 300 pesquisas, destas, 111 foram localizadas na BDTD, e 189 na CTD.

Realizada a busca geral, prosseguimos com o refinamento da mesma. Em um primeiro momento fizemos uso de alguns critérios específicos de inclusão e exclusão, elaborados com o intuito de selecionar as pesquisas relacionadas a nossa área de interesse, bem como ao intervalo de tempo escolhido. Apenas após este refinamento, seguimos com a investigação. Tais critérios/filtros podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios/filtros de inclusão e exclusão, para a seleção das pesquisas

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
Manuscritos publicados entre 2016 e março de 2021.	Manuscritos publicados antes de 2016.
Pesquisas relacionadas a educação, ensino e ensino de ciências e matemática.	Pesquisas fora da área de interesse.
Pesquisas que possuam em seus títulos o termo “Robótica Educativa”, “Robótica pedagógica” ou “Robótica Educacional”	Produções duplicadas nas bases de busca.

Pesquisas que evidenciem como a robótica está sendo trabalhada no contexto escolar e contribuam para a resposta das questões norteadoras.	Pesquisas que não façam alusão a robótica educativa, pedagógica, educacional ou aprendizagem inventiva em seus títulos.
---	---

Fonte: O autor (2021).

Na intenção de se construir um *corpus* adequado para a realização da presente pesquisa, considerando a gama de trabalhos existentes, os critérios apresentados acima foram fundamentais para seguirmos com o refinamento adequado das investigações, considerando nossa área de interesse. Após esta etapa, e fazendo uso inicial dos dois primeiros critérios apresentados no Quadro 1, restaram um total de 53 trabalhos, sendo 18 na BDTD e 35 na CTD. Cabe ressaltar aqui, que por serem bases de busca com mecanismos distintos, não é possível aplicar *exatamente* os mesmos filtros em ambas as bases, o que pode ocasionar a presença de uma publicação apenas em uma das bases consultadas. Uma distribuição dessas publicações ao longo do período de tempo selecionado pode ser observada no Gráfico 1. Ao passo que o analisamos, percebe-se uma maior concentração destas publicações no ano de 2017 e 2019, considerando é claro, a área de conhecimento pretendida para a revisão. A ausência de publicações no ano de 2021 acaba sendo justificável, uma vez que nos mecanismos de busca, o período selecionado vai até março de 2021.



Fonte: O Autor (2021).

Seguindo com a organização das teses e dissertações obtidas, e considerando que as ferramentas de procura retornam trabalhos com toda a expressão inserida na *string* de busca, ou partes dela, prosseguimos com a aplicação dos dois últimos critérios de inclusão, identificando trabalhos que possuíam exatamente os termos “Robótica Educativa”, “Robótica Pedagógica” ou “Robótica Educacional” em seus títulos, além daqueles que evidenciavam a maneira como a robótica está sendo trabalhada no contexto escolar e contribuam para a resposta da questão norteadora. Dessa forma, dos 53 trabalhos listados anteriormente, restaram 12 trabalhos, dos quais prosseguimos com a leitura dos resumos. Após a análise destes, foram selecionados seis

manuscritos que irão compor as bases desta revisão bibliográfica. Tais estudos acabaram sendo selecionados por responderem de maneira adequada a questão que norteou esta pesquisa de revisão, abordando de maneira clara os principais avanços da robótica educacional no contexto escolar, além da maneira como a mesma vem sendo utilizada em sala de aula nos últimos anos. As pesquisas selecionadas contendo o autor, referência e ano, o tipo e o título, podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Pesquisas selecionadas

Autor (referência/ano)	Tipo	Título
Fernando da Costa Barbosa (BARBOSA, 2016)	Tese	Rede de aprendizagem em robótica : uma perspectiva educativa de trabalho com jovens
Fabiana de Oliveira Andrade (ANDRADE, 2018)	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL: um estudo da aprendizagem no Colégio Estadual Secretário Francisco Rosa Santos (2013-2016)
Heitor Felipe da Silva (SILVA, 2018)	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO FOMENTADOR DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO NA CIDADE DO RECIFE
Robson Souto Brito (BRITO, 2019)	Dissertação	A PESQUISA BRASILEIRA EM ROBÓTICA PEDAGÓGICA: um Mapeamento Sistemático com foco na Educação Básica
Fernando Barros da Silva Filho (SILVA FILHO, 2019)	Dissertação	FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL, DESENVOLVIMENTO, CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS
Marcos Roberto da Silva (SILVA, 2020b)	Tese	EXPERIÊNCIA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ESTÁGIO-DOCÊNCIA: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática

Fonte: O Autor (2021).

A partir disso, e estando formado o *corpus* da revisão, seguimos com a leitura das pesquisas selecionadas em busca de reflexões que pudessem favorecer o entendimento acerca das compreensões dos estudos relacionados a RE, no intuito de construirmos um panorama adequado, orientados por essas pesquisas.

2.4 Da Leitura das Pesquisas Selecionadas

Uma vez selecionadas as pesquisas, e tomando por base os critérios estabelecidos anteriormente, Gil (2002, p. 77) nos ajuda a compreender que a leitura do material deve servir para “identificar as informações e os dados constantes do material impresso, estabelecer relações entre as informações e os dados obtidos com o problema proposto e analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores”. O autor destaca ainda, que “embora seja desejável certo grau de sistematização do processo de leitura, esta não pode ser

prejudicada por normas muito rígidas, sobretudo quando a justificativa das normas não considera adequadamente as diferenças individuais” (GIL, 2002, p. 77).

Com isso em mente, durante a leitura do material selecionado nesta revisão, optamos por uma leitura seletiva pautada nos procedimentos estabelecidos por Yin (2016, p. 74), onde o mesmo sugere que:

Ao ler um estudo pela primeira vez, tente fazer os seguintes registros: O principal tema de estudo, incluindo os problemas/questões que estão sendo abordados. O método de coleta de dados, incluindo a extensão da coleta de dados (p. ex. o número de pessoas entrevistadas, em investigações que usaram entrevistas, ou a duração e amplitude do trabalho de campo em um estudo de observação-participante). Os principais resultados do estudo, incluindo a data específica usada para representar os resultados e as principais conclusões do estudo.

Segundo esse ponto de vista, apresentaremos a seguir a essência, em nossa compreensão, dos trabalhos analisados de forma cronológica, cientes de que estes contribuirão de maneira significativa com a construção de um panorama adequado em relação as pesquisas em RE.

2.5 A Robótica Educacional a Partir das Produções Analisadas

Barbosa (2016), objetivou em sua pesquisa, compreender qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo com robótica educacional com estudantes do ensino médio. A realização de atividades no decorrer de alguns anos, oportunizou ao autor acompanhar a trajetória dos estudantes que participaram, inicialmente, de oficinas de robótica em escolas públicas, o que propiciou aos mesmos o acesso a diferentes espaços em escolas particulares, universidades e organizações não governamentais. Segundo o autor, à medida que as atividades avançavam, ficaram mais evidentes o desenvolvimento de autonomia, colaboração, compartilhamento e autoria tecnológica por parte dos sujeitos. A pesquisa teve cunho qualitativo, fez uso de diário de campo, fotografias, filmagens, produção de documentos, questionários e entrevistas. O processo de análise dos dados foi estruturado pelo movimento de aprendizagem em rede com robótica, os diferentes papéis nos acontecimentos de robótica e experiências em engenharia e tecnologia, buscando sempre, nesse processo, compreender qual a trajetória da constituição de uma rede de aprendizagem de robótica educacional que se encontra em expansão e consolidação.

Andrade (2018) aborda em seu estudo uma investigação da aprendizagem, sob a perspectiva dos estudantes, por meio do uso da Robótica Educacional utilizada em um projeto desenvolvido pelo Colégio Estadual Secretário Francisco Rosa Santos (CESEFRS). Tal escolha ocorreu, conforme afirma o autor, devido o notório pioneirismo do projeto, o que tornou a

escola referência para as demais unidades de ensino da rede. Neste processo, o pesquisador desenvolveu um estudo de carácter qualitativo e descritivo, utilizando a abordagem de estudo de caso. Como instrumento de produção dos dados, foram utilizados questionários semiestruturados para as entrevistas e a composição de um diário de campo, o que possibilitou ao autor uma análise dos dados com base em uma triangulação entre o objeto, o fenômeno e os sujeitos, de acordo com os dados obtidos. Tal pesquisa permitiu ao autor inferir que os estudantes relacionam a aquisição da aprendizagem, por meio do uso dos recursos, mediante o desenvolvimento dos conceitos das disciplinas que compõem a matriz curricular a partir da interação entre os pares, durante as atividades desenvolvidas.

Em seu estudo, de cunho qualitativo do tipo pesquisa exploratória, Silva (2018) buscou categorizar o Letramento Científico de um grupo de alunos do Ensino Médio de uma Escola de Referência localizada na cidade do Recife. Para isso, o autor procurou verificar como a robótica foi inserida na realidade escolar dos alunos e que ações foram realizadas visando o trabalho com a educação científica e o alcance de um bom Letramento Científico desses estudantes. Acerca dos procedimentos adotados na execução, o pesquisador os caracterizou como pesquisa de observação participante. Como resultados desta investigação, o autor destaca que a Robótica Pedagógica atende aos vários elementos que compõem os objetivos propostos pela educação científica, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, o que, conseqüentemente, influência de maneira direta o Letramento Científico dos alunos envolvidos nas atividades com a robótica. Todavia, Silva (2018) nos ajuda a compreender ainda em seu estudo, que algumas limitações são impostas às atividades desenvolvidas com a robótica quando fatores relacionados ao seu planejamento, no que diz respeito a interdisciplinaridade, são desconsiderados, o que acaba também comprometendo elementos da cultura científica.

Brito (2019) buscou em sua pesquisa, analisar por meio de um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) teses e dissertações brasileiras relacionadas a robótica pedagógica na educação básica, contidas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) no período de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2017. Para nortear sua pesquisa, o autor buscou identificar as regiões, instituições e áreas que produziram pesquisas de Mestrado e Doutorado em Robótica Pedagógica no Brasil no período de estudo, buscou ainda as características dos kits de robótica utilizados, as teorias que embasavam as pesquisas e as metodologias utilizadas nas investigações durante o período especificado. Com base em suas análises, o autor destaca um crescimento de 52,7% ao ano nas publicações, aponta uma intensificação no número de trabalhos defendidos no ano de 2013 e uma concentração destes nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país. Como evidencia ainda o autor, não foram

identificadas pesquisas em Robótica Pedagógica na região Centro-Oeste, o que mostra a necessidade de se intensificar as pesquisas nessa região, além de se dar um direcionamento maior para a Educação Infantil e Ensino Médio, segundo Brito (2019).

Silva Filho (2019) expõe em sua pesquisa as diversas mudanças que a educação vem sofrendo ao longo dos últimos anos, atribui tais mudanças principalmente as tecnologias que advém da informática, o que tem evidenciado no contexto escolar, tanto de escolas públicas como privadas como afirma o autor, o desenvolvimento de atividades que abordam temáticas tecnológicas, dentre elas a Robótica Educacional. Em sua investigação, Silva Filho (2019) traz à tona um movimento científico de apoio e incentivo às atividades de Robótica Educacional dentro da rede pública de ensino do estado do Ceará, tais atividades já ocorrem há alguns anos e tem sido realizadas por professores que não tiveram formação específica nesta temática e mesmo assim, tem contribuído com trabalhos de relevante valor pedagógico. Tais práticas instigaram o pesquisador a questionar quais são os conceitos trabalhados por esses docentes nas atividades de Robótica Educacional, bem como identificar as bases teóricas que norteiam essas ações. Desta forma intencionado, o pesquisador realizou um levantamento de informações na base de dados da Secretaria da Educação do Estado do Ceará dos últimos 10 anos. Por meio desta, pode-se identificar os incentivos dados ao desenvolvimento destes projetos, as formações dos professores envolvidos e as instituições que mais evidenciaram a temática abordada. Como resultados desta investigação, o autor aponta que a Robótica Educacional tem se colocado dentro das redes de ensino, oportunizando o trabalho com duas demandas formativas do século, sendo elas: o trabalho colaborativo e o incentivo à resolução de problemas complexos. O pesquisador aponta ainda que a inexistência de um planejamento pautado nos materiais didáticos disponíveis, podem desvirtuar a proposta da Robótica como instrumento de apoio pedagógico.

Silva (2020b) busca em sua investigação, problematizar a prática formativa com o uso da robótica educacional no estágio docência, em um curso de licenciatura em matemática da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Mediante ações colaborativas, o autor analisou propostas educacionais de matemática produzidas pelos estagiários com o uso da robótica, pautadas em experiências de problematização associadas a aprendizagem de alunos regularmente matriculados em duas escolas públicas estaduais, utilizadas como campo de estágio. Silva (2020b) destaca como seus objetivos, a análise das práticas relacionadas a robótica educacional e se estas apresentam-se como experiências de aprendizagem inventiva para os estagiários, sujeitos da pesquisa. Após a análise dos eixos de pesquisa estabelecidos, como resultados da investigação produzida, o autor destaca que as ações e as práticas com o

uso da robótica educacional, no contexto do estágio-docência, produziram experiências de aprendizagem inventiva nos estagiários, que mediante o uso de dispositivos robóticos, e utilizando de conhecimentos matemáticos próprios, produziram subjetividades ao mesmo tempo em que usufruíam uma auto-formação-inventiva, nas palavras do autor.

2.6 Contribuições para a Pesquisa

Não é de hoje que as interações entre alunos, ou mesmo entre professor e aluno dentro do contexto de sala de aula são tidas como importantes, tais relações se estabelecem no processo de ensino-aprendizagem, e este processo acaba vinculando um conjunto de ações pedagógicas, que de maneira direta ou indireta, influenciam no desenvolvimento do aluno. Neste viés, o educador ao adotar uma postura dinâmica e interativa, inclina-se a considerar aspectos individuais dos alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, habilitando assim a construção e reconstrução de conceitos (NASCIMENTO et al., 2012).

Nessa acepção, acredita-se que a Robótica Educacional possa contribuir com o ensinar-aprender Matemática entrelaçada com a tecnologia digital, uma vez que a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) nos ajuda a compreender que os “jovens estão dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas, [...] sendo necessário reconhecer as potencialidades das tecnologias para a realização de uma série de atividades” (BRASIL, 2018, p. 474).

Embasados nessas considerações, remetemo-nos às pesquisas de Barbosa (2016), Andrade (2018), Silva (2018), Brito (2019), Silva Filho (2019) e Silva (2020b), ao percebermos uma concordância no sentido de posicionar a robótica como área interdisciplinar, capaz de fomentar as transformações necessárias na rotina de aprendizagem dos alunos por meio da própria tecnologia, além do estímulo a busca por soluções de problemas compostos por conceitos de diferentes disciplinas. Sublinha-se aí a conciliação de benefícios que visam a evolução cognitiva e social dos alunos, acarretando na construção e reconstrução de conceitos nos mais diversos componentes curriculares. O próprio estímulo ao trabalho coletivo dado pela temática acaba fortificando as interações sociais, indo de encontro com as ideias apresentadas na investigação de Nascimento et al. (2012).

Ao prosseguirmos com a análise das produções em busca das respostas às questões norteadoras, podemos perceber, de acordo com nosso entendimento, que os principais avanços relacionados a temática estão voltados para as investigações pautadas em uma robótica mais acessível, que foge da ideia dos kits comerciais, isso tem gerado uma expansão que consequentemente tem favorecido a sua disseminação em instituições públicas e particulares.

Apesar de abordagens distintas, nota-se que as investigações observadas sempre mencionam essa temática como estratégia, ferramenta, ou mesmo algo a ser inserido entre diferentes componentes curriculares, sempre visando o aprimoramento no processo de ensino-aprendizagem, potencializando o trabalho coletivo, permitindo que os estudantes programem, discutam e conseqüentemente, aprendam brincando.

Não conseguimos identificar em nossa revisão, uma investigação específica relacionada a RE enquanto disciplina presente na grade curricular do ensino fundamental, o que nos permite enxergar aqui um espaço que pode gerar novas investigações. Entretanto, é importante destacarmos que a defesa da metodologia, de forma extracurricular ou opcional, é uma constante nos trabalhos analisados.

Um consenso entre os pesquisadores analisados é que: “as tecnologias digitais nas atividades de robótica estabelecem relações de interação dos sujeitos envolvidos nas atividades”, como afirma Barbosa (2016, p.134), objetivando, nas palavras de Brito (2019, p. 83), “dinamizar a aprendizagem através de um ensino baseado na interação mútua entre estudantes e entre estes e professores”. Contudo, Silva (2018) chama a atenção ainda para a necessidade de interação não apenas entre os sujeitos envolvidos nas atividades de RE, mas também na necessidade de uma “real interação interdisciplinar nos planejamentos de aula” das disciplinas que farão uso deste recurso educacional (SILVA, 2018, p. 113). Corroborando com esta ideia, Andrade (2018) evidencia ainda a necessidade de uma proposta pedagógica interdisciplinar, mantenedora de ações/projetos desenvolvidos com a RE integrada às disciplinas, uma vez que, existem “melhorias no desenvolvimento da aprendizagem nas áreas que possuem interação” com a Robótica Educacional (ANDRADE, 2018, p. 83).

Por fim, tendo sido devidamente apresentado o percurso trilhado na construção desta revisão, apresentaremos a seguir, no capítulo 3, a abordagem metodológica seguida do respectivo método, com os instrumentos, sujeitos e aspectos éticos considerados, expondo os procedimentos para a análise de dados e, por fim, o caso de estudo.

3 A ABORDAGEM METODOLÓGICA

“[...] a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos”.
(MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 83).

As considerações de Marconi e Lakatos (2003), nos ajudam a compreender que o desenvolvimento de uma investigação científica carece da adoção de métodos, capazes de conduzir o pesquisador na busca por legitimidade dos dados e informações coletadas no decorrer da pesquisa. Neste processo, é oportuno que o investigador permita que referenciais teóricos metodológicos atuem como “lentes conceituais” diante da sua visão de mundo, na tentativa de explicar a construção de um determinado conhecimento, uma vez que, segundo Severino (2013, p. 63), “a ciência se faz quando o pesquisador aborda os fenômenos aplicando recursos técnicos, seguindo um método e apoiando-se em fundamentos epistemológicos”. Tais fundamentos fornecem uma melhor visão do caminho a seguir, o que conseqüentemente oportuniza a obtenção, construção e propagação do conhecimento. Sobre esta questão, Barbosa (2016, p. 81) nos diz que:

A construção de uma pesquisa possui muitas semelhanças com o processo de formular uma história, são caminhos adotados pelo pesquisador para construir os dados e informações necessários para compor um enredo. Esses caminhos são muitas vezes os mesmos que outros pares já fizeram, mas acabam ganhando leve diferenciação, pois as características próprias e pessoais de cada pesquisador são agregadas à pesquisa.

Nesta acepção, retomando a construção do “enredo” que direciona a pesquisa, fazemos alusão a natureza qualitativa envolvida neste processo, e os cuidados a serem observados, uma vez que, como afirma Yin (2016, p. 120), na pesquisa qualitativa se “exige que o pesquisador esteja ciente das potenciais tendenciosidades [...] (ou seja, as suas). Elas incluem condições resultantes de seus antecedentes pessoais, suas razões para fazer a pesquisa e suas categorias ou filtros” que possuem o poder de influenciar o entendimento dos eventos. Tais apontamentos corroboram com Severino (2013, p. 67), uma vez que o autor aponta o cuidado que o pesquisador deve ter com “influências deturpantes decorrentes de nossa subjetividade”.

A partir disso, a pesquisa qualitativa difere de outras por apresentar enfoques e compreensões derivadas da perspectiva dos participantes do estudo, o que acaba sendo de grande importância, uma vez que as ideias provenientes da pesquisa qualitativa podem evidenciar fatos da vida real daqueles que os vivenciaram, e não convicções ou suspeitas

defendidas pelos pesquisadores (YIN, 2016). Munidos de tal cuidado, remetemo-nos as palavras de Barbosa (2016, p. 82) que, sobre esta questão nos diz:

O olhar subjetivo no campo e na pesquisa é responsável por detectar indicadores que orientem o pesquisador. Nem sempre caminhos metodológicos pré-estabelecidos podem oferecer material de valor a ser interpretado. Se o campo de pesquisa envolve o cotidiano escolar, o tempo e resposta para decisões e a construção de dados e informações são praticamente instantâneos. É preciso interpretar e decidir quais aspectos são importantes no caminho da construção da pesquisa.

Eis, então, a maneira como pretendemos desenvolver a presente pesquisa. Ora embasados por um olhar subjetivo, no que tange a investigação no ambiente escolar, ora alertas quanto ao uso da subjetividade, apresentando o entendimento pautado na perspectiva daqueles que integrarem a pesquisa.

Nesse contexto, apresentamos neste capítulo a apropriação de alguns procedimentos e instrumentos de pesquisa, que auxiliaram no desenvolvimento desta investigação qualitativa, contribuindo com a construção dos caminhos necessários para o apoio das hipóteses lançadas anteriormente, com o intuito de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Robótica Educacional, além da resposta à questão norteadora apresentada ao final do capítulo de introdução.

3.1 A Abordagem

Iniciamos nosso raciocínio em relação a abordagem da pesquisa, compreendendo que “[...] praticamente todo acontecimento da vida real pode ser objeto de um estudo qualitativo” (YIN, 2016, p. 24). Isso posto, entendemos que investigações na área de Ensino de Ciências e Matemática podem conter elementos que caracterizam a pesquisa qualitativa, nesta acepção, remetemo-nos as palavras de Santos (2020), quando o mesmo aponta em seus estudos que pesquisas na referida área, em muitas situações, são “compostas de variáveis que não são mensuráveis quantitativamente [...], este fator exige que a abordagem do pesquisador seja direcionada à qualidade específica da variável em tratamento, o que a torna uma pesquisa qualitativa” (SANTOS, 2020, p. 58).

Na visão de Yin (2016), a pesquisa qualitativa apresenta grande amplitude e potencial, o que faz com que esta tenha grande relevância em diferentes disciplinas e profissões, posicionando-a à frente de outros métodos das ciências sociais. Tal constatação apresenta-se como um desafio quando o objetivo é chegar a uma definição sucinta, e diante disso, na intenção de expor uma definição clara em relação à pesquisa qualitativa, Yin (2016) expressa a

necessidade de se considerar cinco características que juntas, são capazes de apresentar uma definição clara sobre o método em questão, sendo elas:

(1) estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real, (2) representar as opiniões e perspectivas das pessoas de um estudo, (3) abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem, (4) contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano, e (5) esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte. (YIN, 2016, p. 28).

Dessa maneira, ao darmos destaque a primeira característica elencada acima pelo autor, fica perceptível que a abordagem qualitativa apresentará mínima interferência aos sujeitos da pesquisa, uma vez que estes estarão desempenhando seus papéis cotidianos de maneira totalmente independente de qualquer investigação. Nessa mesma linha de pensamento, vislumbramos a possibilidade de atuação desta no estudo do habitus de alunos e professores no que tange a disciplina de RE, buscando representar as visões e perspectivas desses mesmos participantes, a fim de construirmos um posicionamento adequado ao passo que buscamos por múltiplas fontes de evidência (YIN, 2016).

Neste ponto, temos assegurado a escolha do método ao compactuarmos com Yin (2016) no sentido de percebermos, nas características da pesquisa qualitativa, as condutas necessárias para o desenvolvimento desta investigação, ao passo que *estudamos e representamos* as diferentes opiniões dos sujeitos da pesquisa, exploramos o *contexto* da vida dos participantes e contribuímos com *revelações de conceitos existentes* ou *emergentes* mediante o uso de *múltiplas fontes de evidência*, como defende o autor.

Uma vez definida e justificada a abordagem, dá-se início a definição do método de pesquisa utilizado. Nessa questão, Yin (2015, p.4) nos ajuda a compreender que “diferentes métodos de pesquisa nas ciências sociais preenchem diferentes necessidades e situações para a investigação de tópicos da ciência social”. Nessa compreensão, a abordagem metodológica escolhida foi o Estudo de Caso, o que nos leva a apresentar nos tópicos a seguir, o método propriamente dito, seguido dos instrumentos utilizados e os procedimentos de análise adotados, exibindo finalmente, o caso estudado.

3.2 O Método de Estudo de Casos

Com a abordagem devidamente apresentada, foi necessário estabelecer a pesquisa de Estudo de Caso. Esse método se apresenta como um dos muitos métodos de se executar uma investigação científica. Nesta questão, Yin (2015) nos ajuda a compreender que o método de estudo de casos passa a ser a melhor escolha, “em comparação aos outros em situações nas

quais (1) as principais questões da pesquisa são ‘como?’ ou ‘por quê?’; (2) um pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre eventos comportamentais; e (3) o foco de estudo é um fenômeno contemporâneo” (YIN, 2015, p. 2).

Partindo desse pressuposto, na busca por uma definição adequada do Estudo de Caso como método de pesquisa, algumas definições apenas expõem temas nos quais o presente método vem sendo aplicado, entretanto, na acepção de Yin (2015, p. 16), persistir “em uma definição de estudo de caso *por interesse em um caso específico, não pelos métodos de investigação utilizados*, pareceria insuficiente para estabelecer a base completa para estudos de caso como método de pesquisa”. Nessa lógica, uma outra falha na definição comum apontada por Yin (2015, p. 16), “era confundir a pesquisa de estudo de caso com trabalho de campo, como na etnografia ou na observação participante”, o que acabava limitando a discussão de Estudos de Caso a um detalhamento da observação participante ou do trabalho de campo como um recurso de produção dos dados (YIN, 2015).

Embasados nessas considerações, eis a questão: como se define o método de Estudo de Caso? Yin (2015) apresenta características tecnicamente importantes que resultam em uma definição em duas partes,

[...] a primeira parte começa com o escopo do estudo de caso, onde o apresenta como: uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes. (YIN, 2015, p.17).

Nas palavras de Yin (2015), esta primeira parte da definição contribui para a distinção da pesquisa de estudo de caso de outros métodos, o que favoreceria seu uso ao se desejar compreender um fenômeno do mundo real, e reconhecer que essa compreensão possivelmente envolva fatores contextuais relativos ao caso estudado.

Atingimos, então, a segunda parte da definição elencada por Yin (2015) para o método de Estudo de Caso, uma vez que a mesma se faz necessária devido ao fato do fenômeno e do contexto nem sempre serem facilmente distinguíveis, fazendo com que outras características se tornem relevantes, como defende o autor. Devido isso, como segunda característica,

[...] a investigação do estudo de caso enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e como resultado conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados (YIN, 2015, p. 18).

Uma vez apresentadas as duas características, que na visão de Yin (2015) definem o estudo de caso, compreendemos a necessidade da amplitude desta definição, visto que o método

se estende desde “a lógica do projeto, as técnicas de produção dos dados e as abordagens específicas à análise de dados” (YIN, 2015, p. 18), o que não limita o Estudo de Caso a uma tática de coleta ou mesmo a uma particularidade de um projeto isolado.

Isso posto, compreendemos que a abrangência da pesquisa de Estudo de Caso permite desde a análise de casos únicos à múltiplos, ao passo que se consideram estes como variações dos projetos de Estudo de Caso. Nesta questão, Yin (2015) nos ajuda a compreender que todos os projetos de estudo terão por primazia o desejo de analisar os contextos relacionados ao *caso*, ainda que casos únicos ou múltiplos possam apresentar situações com abrangências distintas.

Assim sendo, em síntese, Yin (2015) apresenta quatro tipos de propostas de estudo de caso, sendo “(Tipo 1) projetos de caso único (holísticos), (Tipo 2) projetos de caso único (integrados), (Tipo 3) projetos de casos múltiplos (holísticos) e (Tipo 4) projetos de casos múltiplos (integrados)” (YIN, 2015, p. 53). Tal exposição revela a necessidade de uma decisão ainda anterior a produção dos dados, referindo-nos a escolha quanto ao tipo de proposta de Estudo de Caso que se queira adotar.

No que diz respeito a escolha, nas palavras de Yin (2015, p. 54), o Estudo de Caso único se faz adequado quando se tem “um caso *crítico, peculiar, comum, revelador* ou *longitudinal*”, relacionando-o a teoria proposta ou as proposições de interesse. Nesta questão, o autor menciona que um mesmo Estudo de Caso único pode possuir uma abordagem holística, ao defender uma compreensão global do fenômeno, ou mesmo integrada, quando um caso único contenha Unidades de Análise Integrada em diferentes níveis.

Em relação à(s) Unidade(s) de Análise apontada(s) no Estudo de Caso único, Yin (2015) identifica que elas se definem com relação a maneira como se coloca a questão, ou questões iniciais de pesquisa, sendo essas fundamentais para a identificação de informações importantes relacionadas ao(s) caso(s) em estudo, seja ele único ou múltiplo. Dessa forma, a(s) Unidade(s) de Análise tem o papel de auxiliar o pesquisador em uma análise mais extensiva e na delimitação do seu campo de estudo, evitando que este seja tentado a cobrir “tudo” sobre o(s) caso(s) em estudo, o que seria impossível, na visão de Yin (2015).

Por fim, chegamos a segunda opção, o Estudo de Casos múltiplos. Quanto a preferência por ele, esta deriva, diretamente, de seu entendimento das replicações literais e teóricas. Segundo Yin (2015, p. 65),

[...] o projeto de casos múltiplos mais simples seria a seleção de dois ou mais casos considerados replicações literais, como um conjunto de casos com resultados exemplares em relação a algumas questões de avaliação como, “como e por que uma determinada intervenção foi implementada sem sobressaltos”. A seleção de tais casos exige conhecimento anterior dos resultados, com a investigação de casos múltiplos

concentrada em como e por que os resultados exemplares podem ter ocorrido e com a esperança de replicações literais (ou diretas) dessas condições de caso a caso. (YIN, 2015, p. 65)

Ressaltamos ainda, acerca desta questão, que o fato de um determinado projeto requerer Estudos de Casos múltiplos, não suprime a variação identificada ao observarmos anteriormente os Estudos de Caso único, ou seja, “um estudo de casos múltiplos pode consistir em casos múltiplos holísticos ou casos múltiplos integrados, [...] ao passo que a diferença entre essas duas variantes depende do tipo de fenômeno sendo estudado e das suas questões de pesquisa” (YIN, 2015, p. 66).

Nessa perspectiva, e na intenção de alcançarmos os objetivos propostos com relação ao caso estudado nesta investigação, pautamo-nos nos procedimentos apresentados por Yin (2015), ao definirmos o objeto desta investigação e compreendê-lo como um caso único, porém, detentor de diferentes níveis de análise, o que nos faz encarar a presente pesquisa como um Estudo de Caso único integrado.

Uma vez familiarizados com o método, e em busca do rigor metodológico capaz de gerar confiabilidade para a pesquisa, partimos em busca dos instrumentos capazes de gerar as evidências necessárias para a realização de um Estudo de Caso. Sobre este aspecto, Yin (2015) destaca que “a evidência do estudo de caso pode vir de várias fontes” (Yin, 2015, p. 107), ao passo que cada fonte traz consigo uma série de evidências. Com isso, apresentamos a seguir o detalhamento de cada item que compõe os instrumentos utilizados na produção dos dados, visando a construção desta investigação.

3.3 Dos Instrumentos Utilizados na Produção dos Dados

Para o desenvolvimento desta pesquisa, visando o levantamento de dados e informações assim como todo o registro envolvido neste processo, foram adotados alguns mecanismos que viabilizaram esta ação. Acerca disto, Yin (2015) nos mostra que os dados e evidências de um estudo de caso podem vir de várias fontes, dentre elas: “documentação, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Cada fonte está associada com uma série de dados ou evidências” (YIN, 2015, p. 107), entretanto, como alerta o autor, diz que o uso dessas fontes acaba exigindo do pesquisador o controle de diferentes técnicas, e este ponto requer atenção.

Ademais, cabe ainda assinalar que o uso de diferentes fontes na produção dos dados possibilita a apropriação de eventos e comportamentos humanos, ou ainda, “apreender as diferentes perspectivas dos participantes em seu estudo de caso” (YIN 2015, p. 106). Esta

questão acaba nos sendo de grande interesse, pois, ao passo que temos a disciplina de RE como ponto central desta investigação, e a inventividade presente nela, entendemos a existência de grande diversidade na percepção dos sujeitos no que concerne à disciplina. Nessa questão, Santos (2020) nos ajuda a compreender que, ao nos depararmos com um ambiente com grande diversidade de informações, é fundamental que:

... o pesquisador esteja atento às suas questões de investigação, à teoria que fundamenta a pesquisa e, ainda, preparado para as adversidades que podem surgir em um ambiente real, que não foi preparado especificamente para a pesquisa. (SANTOS (2020, p. 61).

Assim, como versam os autores acima acerca desta temática, corroboramos com a necessidade do emprego de diferentes técnicas de produção dos dados, com o intuito de que o estudo de caso em questão possa fazer uso de diferentes fontes de evidência, o que o fortalece enquanto pesquisa e favorece o surgimento de uma validade inestimável para a investigação.

Pautados na necessidade do uso de diferentes fontes de coletas de dados apresentadas por Yin (2015), expomos a seguir as diferentes fontes de coleta que contribuíram com a construção desta investigação, sendo elas: Observação; Fotografias; Entrevistas e por fim, os Documentos Produzidos na Pesquisa.

3.3.1 Observação com Registro em Notas de Campo

Para Yin (2015), o estudo de caso deve ocorrer de fato, no cenário de mundo real do caso, esta necessidade acaba gerando oportunidades e condições propícias para observações diretas do caso, o que resulta em notas de campo carregadas de evidências sólidas para a construção da pesquisa. Acerca das notas de campo, Alves (2017) as encara como instrumentos de registro para a pesquisa qualitativa, considerando que seja

[...] necessário um planejamento prévio do que deve ser anotado e observado, delimitando claramente o foco da investigação para não desviar da proposta inicial da pesquisa. Para tanto, a construção dessas notas de campo deve acontecer o quanto antes, visando registrar as diferentes informações descritivas e reflexivas (ALVES, 2017, p. 87).

É nesse contexto que entendemos toda a utilidade dos registros produzidos pelo pesquisador, uma vez inserido no contexto da pesquisa. Nas palavras de Alves (2017), esses registros são uma “expressão clara dos acontecimentos, das emoções e de informações sobre o projeto. Durante esses registros, o pesquisador descreve o campo de pesquisa, [...] torna-se, então, um momento de reflexão sobre o projeto e suas atividades” (ALVES, 2017, p. 87), situação que favorece o surgimento de evidências fortes, tão necessárias a pesquisa. Com o

intuito de estruturar esse processo de “reflexão” mencionado por Alves (2017), remetemo-nos as palavras de Bogdan e Biklen (1994, p. 150) ao mencionarem que:

Depois de voltar de cada observação, entrevista, ou qualquer outra sessão de investigação, é típico que o investigador escreva, de preferência num processador de texto ou computador, o que aconteceu. Ele ou ela dão uma descrição das pessoas, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e conversas. Em adição e como parte dessas notas, o investigador registrará ideias, estratégias, reflexões e palpites, bem como os padrões que emergem. Isto são as notas de campo: o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo.

Nessa lógica, as notas de campo geradas a partir das observações acabam sendo recursos valiosos dentro da pesquisa qualitativa, e afim de se obter sintonia com os objetivos da pesquisa, o foco do pesquisador é fundamental, para que este não se desvie das proposições iniciais de estudo. Nessa linha de pensamento, Yin (2015) nos ajuda a compreender ainda que, se o “estudo de caso for sobre uma nova tecnologia ou um currículo escolar, por exemplo, as observações da tecnologia ou do currículo em funcionamento são auxiliares valiosos para o entendimento dos seus verdadeiros usos” (YIN, 2015, p. 119), o que possibilita uma análise detalhada do fenômeno em estudo. Concorda-se, aqui, com Marconi e Lakatos (2003, p. 190), ao passo que estes definem a observação como uma técnica de

[...] coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. [...] A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. É o ponto de partida da investigação social.

Sublinha-se aí, partindo do contexto apresentado pelos autores, a importância de se examinar todos os detalhes envolvendo o fenômeno que se quer estudar, no intuito de se atingir os objetivos traçados. A observação, por exigir do pesquisador um contato mais direto com fenômeno em estudo, acaba desempenhando um papel primordial, como ponto de partida para a produção dos dados (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Ainda nessa questão, Yin (2015, p. 119) menciona que “as observações podem ser tão valiosas que você pode até mesmo considerar fotografar o local do trabalho de campo. No mínimo, essas fotografias ajudarão a transmitir importantes características do caso” estudado, contribuindo com o entendimento de observadores externos. Com isso em mente, e corroborando com o pensamento de Yin (2015), assim o fizemos. Por meio da Figura 4, apresentamos os dois locais onde foram feitas as observações.

Figura 4 - Locais onde foram feitas as observações



Fonte: O autor (2021).

A Figura 4 exhibe os dois ambientes onde ocorreram as observações, no primeiro deles, o Laboratório de Informática, onde percebemos que a organização do mesmo, o que inclui a disposição das mesas e computadores, facilita a locomoção e contato com os alunos, permitindo ainda que o professor tenha uma visão periférica das atividades que estão sendo desenvolvidas.

Sobre o segundo ambiente, o Laboratório de Robótica, as mesmas características observadas anteriormente também são percebidas, com o acréscimo da possibilidade de criação/modificação de peças para o implemento das atividades de robótica, devido aos equipamentos presentes tais como, micro retífica, impressora 3D e chaves diversas. Este segundo espaço também é o local em que é acomodado todo o material utilizado pela disciplina de robótica, referindo-me aos kits, material de apoio, etc. Devido ao fato da disciplina ser ministrada por dois professores, frequentemente os espaços eram ocupados simultaneamente.

Nos ambientes apresentados, das muitas, uma tecnologia utilizada nas observações para a construção das notas de campo foi o aplicativo “Anotações”⁴, disponível gratuitamente em diversos *smartphones* com diferentes sistemas operacionais. No decorrer da pesquisa, ficou claro que o uso da tecnologia é um ótimo meio para se construir as notas. Posto isso, um outro

⁴ Trata-se de um aplicativo para celular, com a função de guardar anotações ou lembretes por meio de digitação ou reconhecimento de voz, substituindo o caderno físico. Este tipo de tecnologia possibilita ainda o registro de notas em áudio para verificação futura.

instrumento utilizado na produção desta investigação foram as fotografias, que serão descritas a seguir.

3.3.2 Fotografias

Muitos são os procedimentos para o registro de informações durante o desenvolvimento de uma investigação, nesta seção destacamos a Fotografia, que para Yin (2015), apresenta-se como artefato relevante na construção das evidências que compõem uma investigação, ainda de acordo com o autor, “a mídia e os arquivos eletrônicos contemporâneos abrem um novo panorama de fontes de evidência” (YIN, 2015, p. 133), o que favorece até mesmo o acesso a pesquisas passadas.

Ao fazermos uso da Fotografia como recurso, remetemo-nos ainda ao pensamento de Alves (2017) ao entendê-la como uma maneira de “registrar momentos, atitudes, expressões e produções intelectuais dos alunos. A fotografia, durante a investigação, é mais um olhar, o registro de determinados momentos, sob a visão daquele que fotografa” (ALVES, 2017, p. 88). Ainda acerca desta questão, esse autor aponta em seus estudos que:

[...] a fotografia tem sua mensagem subjetiva, que expressa características importantes do olhar do pesquisador e, ainda mais, expressa quem é o pesquisador. Essas informações são traduzidas e interpretadas de modo que os leitores entendam o que o pesquisador-fotógrafo pretende comunicar.

Com isso em mente, intencionamos no decorrer desta investigação, capturar as demonstrações e expressões dos participantes da maneira mais natural possível, atraindo o mínimo de atenção nesta ação, para que nenhuma reação importante por parte dos sujeitos da pesquisa seja escondida. Além disso, ao fazermos uso da Fotografia, recordamo-nos de todas as questões éticas já pontuadas em seções anteriores, evitando ao máximo fotografar o rosto dos participantes ou até fazendo uso de edições de imagem a fim de que seja preservada a identidade dos mesmos.

3.3.3 Entrevistas

Como instrumento utilizado enquanto recurso para a obtenção, construção e registro dos dados, fez-se uso da técnica de Entrevista. Para Yin (2015), esta acaba sendo uma das “fontes mais importantes de informação para o estudo de caso” (YIN, 2015, p. 114), visto que a mesma possibilita o entendimento por parte do pesquisador acerca da ocorrência de certas nuances dentro de um determinado processo.

Nessa linha de raciocínio, o uso da Entrevista nesta investigação teve ainda o objetivo de apurar “fatos”, entendendo que os entrevistados possuem determinados conhecimentos que podem ser contundentes para a pesquisa, o que gera a necessidade de se perceber se estes compreendem as informações que carregam, ou mesmo a determinação das opiniões dos próprios sujeitos acerca do que vem a ser os “fatos” ou informações que possuem (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Nesta pesquisa, desenvolvemos o tipo de Entrevista que para Yin (2015) se enquadra como não estruturada, esta, ainda de acordo com o autor, exige que o pesquisador adote diferentes níveis de comportamento, um que tenha por objetivo satisfazer as necessidades da investigação, favorecendo o surgimento de evidências que contribuam com suas questões de investigação e conseqüentemente com a análise de dados, e de maneira paralela a ela, uma outra que apresente questões amigáveis, com o intuito de eliminar qualquer apreensão do sujeito ao compartilhar as informações que possui com o pesquisador (YIN, 2015).

As entrevistas com os alunos foram previamente agendadas com os professores da disciplina de RE, em um horário paralelo ao horário das aulas, para que desta forma não surgisse a necessidade de deslocamento por parte dos alunos no contra turno para a realização das mesmas. O local escolhido foi o laboratório de robótica da escola, e essa escolha se deu devido ao fato do mesmo ser comum aos alunos, o que já contribuiria diretamente com a redução da inibição ou mesmo constrangimento, um outro detalhe que pesou na escolha foi o fato do mesmo possuir um menor fluxo de pessoas em determinados horários, o que acabou gerando mais privacidade. Já as entrevistas dos professores, ocorreram em janelas de planejamento, em horários previamente agendados e escolhidos pelos mesmos.

O registro das entrevistas foi feito por meio de um *Smartphone*, utilizando um aplicativo de gravação de voz deste dispositivo. Em um momento posterior, toda a conversa foi transcrita em um editor de texto para facilitar a análise das evidências.

3.3.4 Documentos Produzidos na Pesquisa

É provável que muitas informações presentes em documentos, sejam relevantes para diversos tópicos de estudo de caso. O fato é que tais informações podem assumir diferentes formas, e devem constar nos planos do pesquisador para a realização da sua produção dos dados. Apesar da possibilidade de imprecisão ou mesmo parcialidade, os documentos são fontes de dados úteis, que exigem do pesquisador a cautela necessária para não os tomar como verdade absoluta de eventos ocorridos. (YIN, 2015).

Na acepção de Yin (2015, p. 111), “para a pesquisa de estudo de caso, o uso mais importante dos documentos é para corroborar e aumentar a evidência de outras fontes”, nessa linha de raciocínio, associamos a este o entendimento de Alves (2015, p. 89), onde “qualquer registro ou produção intelectual fruto do indivíduo no meio social que possa ser analisada e estudada”, deve ser entendida como documento, uma fonte de dados. O fato é que a análise de documentos produzidos pelos próprios alunos acaba trazendo um outro olhar para a pesquisa, dessa maneira, entendemos que as produções dos participantes durante o desenvolvimento das aulas de RE, mencionando por exemplo, os relatórios produzidos pelos alunos, os registros para a construção dos protótipos ou mesmo as reflexões acerca das atividades desenvolvidas, devem ser encaradas como documentos que são pautados em critérios ou mesmo rigor ao serem produzidos, sendo capazes de contribuir de maneira significativa com a investigação.

Neste cenário, seguimos com o uso de instrumentos que favoreceram o registro das informações, e possibilitaram, por exemplo, a construção de um diário relatando os acontecimentos durante as aulas ou fora delas, além da gravação de conversas e debates entre os sujeitos da pesquisa, referindo-nos aqui tanto aos professores quanto aos alunos, nos precavendo é claro, de todas as questões éticas envolvidas, o que nos conduziu a um uso consciente das anotações, gravações ou mesmo imagens capturadas no decorrer da pesquisa.

3.4 Os Sujeitos da pesquisa: recrutamento, critérios de inclusão e exclusão

Identificamos em nossa região três escolas que ofertam a RE, entretanto, das três escolas identificadas, uma única oferta da RE como componente curricular em sua grade de ensino, trata-se da Escola Sesi, da cidade de Araguaína – TO. Após contatos iniciais com a Direção e Professores que ministram a disciplina na escola citada, obtivemos autorização para a realização da investigação, além do uso do nome da mesma, tendo sido tais autorizações devidamente apresentadas ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

De posse das devidas autorizações, seguimos com a identificação dos indivíduos que melhor serviriam à questão de pesquisa. Sobre este aspecto, Luna Filho (1998, p. 736) nos diz que “o investigador deve especificar as características da população alvo que melhor serve à questão da pesquisa. Isto é realizado através do estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão”. Embasados nessas considerações, seguimos com a elaboração dos critérios que trariam à tona, as características presentes nos sujeitos necessárias à realização da pesquisa. Em um primeiro momento, apresentamos os critérios de inclusão e exclusão referentes aos professores, uma vez que era do nosso interesse identificar dentre o quadro de professores da

Unidade Escolar, aqueles que se enquadrariam e conseqüentemente contribuiriam com a investigação. Os critérios podem ser observados a seguir, no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios de inclusão/exclusão – Professor

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
- Ser Professor de Robótica que ministre a disciplina de RE.	- Não ser professor da disciplina de robótica; - Professor com saúde debilitada.

Fonte: O Autor (2021).

De maneira sucinta, o quadro acima apresenta os critérios necessários para a identificação dos indivíduos, dentre os professores, com características indispensáveis aos participantes da investigação, visando é claro, a resolução da pergunta de pesquisa, além da identificação daqueles que não se enquadrariam por questões de saúde debilitada, principalmente devido ao contexto de pandemia em que nos encontramos.

Ainda fazendo menção aos critérios, Luna Filho (1998) enriquece a discussão ao citar o estabelecimento de critérios, mencionando inicialmente os de inclusão, como fundamentais para a definição das características da população que irá compor a pesquisa e, conseqüentemente, possibilitar a resolução das questões de estudo, estes podem ser generalizados para outras populações ou ainda caracterizar de maneira geográfica ou temporal um grupo acessível. Tão importante quanto, ainda nas ideias apresentadas pelo autor, são os critérios de exclusão. Eles são fundamentais para expor ao pesquisador, indivíduos que, apesar de se enquadrarem nos critérios de inclusão, também apresentam particularidades que podem interferir na qualidade dos dados, tornando-o inadequado para participar da pesquisa. A partir dessa perspectiva, apresentamos a seguir, no Quadro 4, os critérios de inclusão e exclusão referentes aos alunos que compõem o grupo que participou da pesquisa.

Quadro 4 - Critérios de inclusão/exclusão – Alunos

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
- Participar frequentemente das aulas de robótica da escola; - Ser aluno regular das séries iniciais ou finais do Ensino Fundamental II. - Ser aluno da disciplina de RE.	- Participar esporadicamente das aulas de robótica; - Não ser aluno Regular do Ensino Fundamental II; - Estudante com saúde debilitada.

Fonte: O Autor (2021).

A maneira como procedemos com a triagem dos alunos que iriam compor a pesquisa, conforme o Quadro 4, foi elaborada no mesmo dia em que apresentamos e conseguimos a autorização da Unidade Escolar para a realização desta investigação, a mesma se deu após uma conversa informal, ainda nos corredores da escola, com um dos professores que ministram a

disciplina. Nas palavras deste professor, que por questões de privacidade será indicado como Professor 1, temos:

[...] olha, eu acho que as turmas de 9º ano seriam bacanas pra você desenvolver essa pesquisa, porque como nós temos a robótica aqui na escola desde a 6º série do ensino fundamental, eles chegam no 9º com bastante bagagem e domínio dos softwares, inclusive até tem alguns que já participaram de torneios [...], e tem a questão das outras disciplinas também, que dá para verificar o rendimento deles, eu acho que seria interessante dar uma olhada nessas turmas (PROFESSOR 1, 2021).

Partindo desse ponto de vista, os integrantes da pesquisa foram, inicialmente, os alunos regularmente matriculados nas turmas de 8º e 9º ano da referida escola, entretanto, após algumas ponderações e no intuito de perceber também como ocorre o primeiro contato dos alunos com os kits de RE, optou-se por incluir entre os integrantes da pesquisa, alunos das séries iniciais, 6º e 7º anos, afinando é claro o grupo dos que fariam parte da pesquisa.

Uma vez definidos os critérios e selecionados os participantes, com o início da pesquisa, assegurou-se a todos a total liberdade para quando e como contribuir com a pesquisa, seu vínculo se deu por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinados pelo pesquisador e participante ou responsável, podendo ainda se retirar a qualquer momento da pesquisa, sendo necessário apenas informar este desejo ao pesquisador. Ainda com o objetivo de trazer conforto e segurança aos participantes, adotamos como medida a apresentação dos dados coletados ao final da pesquisa, para que estes possam fazer ressalvas antes da publicação, mesmo é claro, que a mesma seja feita sem a identificação dos sujeitos. Uma vez aplicados os critérios estabelecidos, chegamos aos participantes da pesquisa, sua composição pode ser observada no Quadro 5.

Quadro 5 - Participantes da Pesquisa

Integrantes da Pesquisa	Perfil
Professor 1	Homem, 37 anos. Possui formação em Educação física, com 12 anos de experiência em sala de aula, atuando há dois anos como professor da Disciplina de RE.
Professor 2	Homem, 36 anos. Possui formação Técnica em Libras, e atualmente cursa graduação em Letras, com 6 anos de experiência em sala de aula, atua a dois anos como professor da Disciplina de RE.
Aluno 1	Menino, 12 anos, regularmente matriculado no 6º ano A do EFII.
Aluno 2	Menino, 12 anos, regularmente matriculado no 6º ano A do EFII.
Aluno 3	Menina, 13 anos, regularmente matriculada no 7º ano B do EFII.
Aluno 4	Menino, 13 anos, regularmente matriculado no 7º ano B do EFII.

Aluno 5	Menino, 13 anos, regularmente matriculado no 8º ano C do EFII.
Aluno 6	Menina, 14 anos, regularmente matriculada no 8º ano C do EFII.
Aluno 7	Menino, 15 anos, regularmente matriculado no 9º ano B do EFII.
Aluno 8	Menino, 16 anos, regularmente matriculado no 9º ano B do EFII.

Fonte: O Autor (2021).

O Quadro descrito anteriormente representa o resultado de reflexões acerca da aplicação dos critérios de seleção anteriormente citados. No que diz respeito aos professores, apenas dois se enquadraram em todos os critérios, e felizmente os mesmos se dispuseram a participar. No que tange aos alunos, após a aplicação dos critérios, afinou-se o grupo levando em consideração a assiduidade dos alunos e aqueles que durante as aulas, por vezes saíam da posição de aluno e passavam a atuar como monitores, devido as habilidades apresentadas, o que nos fez inseri-los na investigação. Logo, a pesquisa se concentrou nos dez sujeitos apresentados anteriormente.

Escolhidos os participantes, e por entendermos a importância de se considerar aspectos éticos, ao passo que a pesquisa envolve seres humanos, seguimos com uma etapa fundamental, a submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética e Pesquisa, com isso, descreveremos a seguir os aspectos éticos.

3.5 Aspectos Éticos da Pesquisa

Todo tipo de pesquisa, qualitativa ou não, que envolva seres humanos, deve ser submetida ao CEP, a fim de que sejam observados os critérios estabelecidos para a realização da mesma. Ao viabilizar a garantia da promoção dos direitos éticos aos participantes da pesquisa, versam as resoluções de nº 466/12 e nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Nessa linha de pensamento, Yin (2016) alerta em seus estudos que a necessária aprovação em um comitê de ética “pode ser uma parte rotineira de fazer pesquisa qualitativa. [...] e também pode ser motivo de muita frustração, exigindo mais energia e atenção do que você tinha imaginado” (YIN, 2016, p. 57).

Independente dos percalços e desafios, e visando cumprir com os critérios éticos estabelecidos, seguimos com a submissão desta investigação ao CEP, uma vez que a mesma tem como cerne o envolvimento de alunos e professores no que tange à constituição da disciplina de RE de uma escola de nível fundamental II.

Por essa via, seguimos com o cadastro do projeto na Plataforma Brasil⁵, e aguardamos os primeiros pareceres a fim de realizarmos as adequações caso fosse necessário ao iniciarmos nossa pesquisa. O primeiro parecer recomendou apenas uma adequação dos critérios de exclusão dos participantes, e uma vez atendidas as recomendações, submetemos novamente ao comitê. Passados alguns meses, o Parecer nº 4.745.606 foi emitido, permitindo ao pesquisador a realização desta investigação, sempre à luz de uma perspectiva ética. Nas palavras de Valls (2017), a ética é do tipo de coisa que muitos conhecem, mas, poucos conseguem explicar. Nesse sentido, a ética é entendida como,

[...] um estudo ou uma reflexão, científica ou filosófica, e eventualmente até teológica, sobre os costumes ou sobre as ações humanas. Mas também chamamos de ética a própria vida, quando, conforme aos costumes considerados corretos. A ética pode ser o estudo das ações ou dos costumes, e pode ser a própria realização de um tipo de comportamento (VALLS, 2017, p.3).

Neste sentido, ao situarmos a ética nesta investigação, entendemos a necessidade dessa abordagem ao considerarmos os costumes, ações e até o comportamento dos envolvidos na pesquisa, levando isso em consideração durante a produção dos questionários, realização das entrevistas ou mesmo os registros por foto.

Por fim, com os trâmites envolvendo os aspectos éticos devidamente apresentados, seguimos com a identificação, no tópico a seguir, do local onde desenvolvemos a nossa investigação, na intenção de situar o leitor quanto ao contexto em que a mesma ocorreu, apresentando em maiores detalhes, o local da pesquisa.

3.5.1 Lócus da Pesquisa

A escola SESI, local em que a presente investigação foi desenvolvida, está situada no município de Araguaína - TO, fundada em 28 de dezembro de 2007, por meio da portaria nº 7.708 da Secretaria de Estado da Educação e Cultura (SEDUC), credenciando a mesma para oferecer o Ensino Fundamental e Médio (TOCANTINS, 2007). A referida unidade de ensino foi fundada com o propósito de:

[...] formar pessoas qualificadas para o mundo do trabalho, com o entendimento e aplicabilidade dos conceitos e processos característicos à realização do trabalho, especialmente o industrial, possuindo um sistema de ensino próprio, padronizado e com excelência, sendo destinada, prioritariamente, aos trabalhadores da indústria e seus dependentes, do ensino fundamental (anos finais) ao ensino médio, adotando metodologias e currículos inovadores, com foco nas áreas de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) (SESI, 2020b, p. 16).

⁵ A Plataforma Brasil é uma base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP/Conep. Ela permite que as pesquisas sejam acompanhadas em seus diferentes estágios - desde sua submissão até a aprovação final pelo CEP (BRASIL, 2012, p. 1).

Além de tal propósito, um fato que também nos chamou a atenção foi a grande quantidade de prêmios conquistados e veiculados nas mídias locais ao longo dos anos. Dentre os prêmios obtidos, destacamos principalmente as participações nos torneios de Robótica. Destarte, as principais premiações no período de 2014 a 2020 foram:

Escola SESI de Araguaína (2014)

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Estadual em Palmas – TO, Nível II.

Escola SESI de Araguaína (2016)

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Estadual em Palmas – TO, Nível II.

Prêmio Melhor Técnico em parceria com o Instituto Federal do Tocantins (IFTO), no Festival SESI de Robótica, evento integrante da Olimpíada do Conhecimento realizado pelo SENAI em Brasília.

Escola SESI de Araguaína (2017)

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Estadual em Palmas – TO, Níveis I e II.

Escola SESI de Araguaína (2018)

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Estadual em Palmas – TO, Nível I.

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Nacional em João Pessoa – PB, Nível I.

1ª Colocada no Desafio de Mesa na First Lego League (FLL) em Manaus – AM.

Escola SESI de Araguaína (2019)

1ª Colocada na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Fase Estadual em Palmas – TO, Níveis I e II.

Escola SESI de Araguaína (2020)

1ª Colocada no quesito de apresentação verbal no Festival SESI de Robótica modalidade F1 in Schools em São Paulo – SP. (SESI, 2020b, p. 26).

Tais resultados ao longo dos anos demonstra uma participação vitoriosa em eventos relacionados a RE, o que acabou por contribuir com o reconhecimento por parte da comunidade local acerca da qualidade do ensino ofertado pela referida unidade. Acerca desta questão, um dos alunos integrantes da pesquisa comenta: “*Quando minha mãe me falou que iria me matricular aqui na escola (SESI), no caso no sétimo ano, eu já fiquei... meu Deus tem robótica!*” (Aluno 1, 2021).

A escola oferece desde o 6º ano do Ensino Fundamental II, até o 3º ano do Ensino Médio, atendendo jovens de diferentes faixas etárias, com o intuito de desenvolver um processo educativo pautado em Inovação, Empatia, Trabalho em Equipe, Dedicção e Comprometimento (SESI, 2020c).

Em sua grade de ensino, são ofertadas no Ensino Fundamental II, as disciplinas de: Matemática, História, Geografia, Libras, Robótica (foco desta investigação), Educação Física,

Empreendedorismo, Inglês, Português, Ciências, Produção Textual e Artes. Já nas turmas de Ensino Médio, são ofertadas as disciplinas de: Filosofia, Português, Química, História, Educação Física, Produção Textual, Geografia, Oficinas Tecnológicas, espanhol, Inglês, Espanhol, Matemática, Biologia, Projetos de Aprendizagem e Ciências Aplicadas. Em termos de estrutura,

[...] a instituição possui uma área construída de 1.011,80m², conta com quatro laboratórios, sendo eles de *matemática, biologia, informática e robótica*. Possui uma secretaria, cantina, sala de professores, almoxarifado, financeiro, banheiros com acessibilidade, diretoria, sala de orientação educacional e 9 salas de aula para atender aos alunos (SESI, 2020b, p. 2).

Dentre a estrutura apresentada, sem dúvidas um dos espaços que merece destaque é o Laboratório de Robótica, principalmente pelo fato do mesmo impulsionar atividades interdisciplinares com abordagens de temas relacionados ao STEAM. Durante nossas observações, ficou evidente que os investimentos relacionados a manutenção desses espaços, tem contribuído consideravelmente com os estudos dos alunos, sujeitos desta investigação. Em continuidade, discutiremos na seção a seguir, os procedimentos adotados para a análise de dados.

3.6 Os Procedimentos para a Análise de Dados

Nesta etapa, nas palavras de Yin (2015), a análise das evidências do estudo de caso acaba reservando ao pesquisador algumas dificuldades, uma vez que, “é um dos aspectos menos desenvolvidos nos estudos de caso” (YIN, 2015, p. 137). Devido isso, é comum observar pesquisadores iniciantes buscando por estratégias ou ferramentas prontas que possam produzir, por si só, os resultados necessários, entretanto, como afirma Yin (2015), estas são poucas, recaindo sobre o pesquisador a necessidade do emprego de um raciocínio próprio, empírico e rigoroso, associando a este é claro, evidências consistentes e a consideração de interpretações alternativas confiáveis, já presentes em outros estudos de caso, com o intuito de se obter validade e confiabilidade.

No que diz respeito aos dados presentes nesta investigação, os mesmos serão analisados por meio do método de triangulação. No que tange a triangulação, Yin (2015) nos ajuda a compreender que qualquer descoberta ou conclusão de um estudo de caso será, provavelmente, mais incontestável se esta for baseada em diferentes fontes de evidência, norteadas pela visão de diferentes métodos que culminem em uma convergência semelhante. Partindo desse ponto de vista, entende-se que a convergência gerada pela triangulação, acaba fortalecendo a validade e a confiabilidade de um estudo de caso. Mas, o que vem de fato a ser o método de triangulação?

Simplificando, o conceito de triangulação remete-se a uma questão de pesquisa que é considerada a partir de pelo menos dois pontos ou perspectivas. A transformação deste conceito em um princípio metodológico ganhou força ainda na década de 70, com a estruturação do conceito de triangulação como uma abordagem mais sistemática para as pesquisas sociais, especialmente a qualitativa (DENZIN; LINCOLN, 2011).

Yin (2015) apresenta em seus estudos quatro tipos de triangulação, que contribuem para a construção de linhas convergentes de investigação, sendo, a triangulação “(1) das fontes de dados, (2) entre os diferentes avaliadores, (3) de perspectivas para o mesmo conjunto de dados e (4), dos métodos” (YIN, 2015, p. 124). Isso posto, seguiremos com uma observação mais aprofundada do quarto tipo apresentado, a triangulação metodológica, da qual fizemos uso durante esta investigação. Na acepção de Azevedo et al. (2013, p. 5), a triangulação metodológica,

[...] refere-se ao uso de múltiplos métodos para obter os dados mais completos e detalhados possíveis sobre o fenômeno. Este tipo de triangulação é a mais estudada e aplicada. Envolve [...] geralmente observação e entrevista, de modo a compreender melhor os diferentes aspectos de uma realidade e a evitar os viesamentos de uma metodologia única.

Nessa mesma linha de pensamento, entendemos que a triangulação de métodos qualitativos pode ser aplicada a um único caso. Os mesmos indivíduos entrevistados, também serão observados, suas respostas durante o procedimento de entrevista e suas práticas observadas serão comparadas, reunidas e confrontadas entre si, dentro de um único caso, buscando linhas convergentes de investigação, tais semelhanças estão entrelaçadas e conseqüentemente podem ser comparadas, veja Figura 5 (DENZIN; LINCOLN, 2011).

Figura 5 - A Triangulação por diferentes instrumentos em pesquisa qualitativa



Fonte: Adaptado de Denzin e Lincoln (2011). Tradução nossa.

Destarte, a Figura 5 ilustra a disposição dos instrumentos utilizados, onde, além das entrevistas, fotografias e observações com notas de campo, a produção dos alunos se faz presente no conjunto de dados. Com isso, por meio da Figura 5 compreendemos que, com a “convergência de evidências, a triangulação dos dados ajuda a reforçar a validade do constructo do seu estudo de caso. As múltiplas fontes de evidência proporcionam, essencialmente, várias avaliações do mesmo fenômeno” (YIN 2015, p. 125). Posto isso, no intuito de situar o leitor quanto ao caso específico desta investigação, a seguir, exibiremos o caso estudado, a Disciplina de Robótica da escola SESI.

3.7 O Caso: a disciplina de Robótica da Escola SESI

Os primeiros kits de Robótica Educacional chegaram até a Escola SESI no ano de 2012, com a mediação do Departamento Nacional do SESI⁶ visando a disseminação da RE como uma metodologia alternativa de ensino-aprendizagem, uma vez que esta já estava presente em outras unidades da rede SESI espalhadas pelo Brasil.

Concomitante a chegada dos kits, a unidade logo ofertou ao seu corpo docente, capacitações voltadas para o uso do material de maneira paralela as atividades desenvolvidas por cada disciplina. Essas capacitações foram ofertadas pela *ZOOM Education for life*⁷, uma empresa do ramo que já atendia outras unidades da rede SESI pelo Brasil. Acerca desta questão, o Professor 1 relata:

[...] olha, no início, a ideia era que cada professor analisasse os manuais, porque todos os professores fizeram as capacitações com a ZOOM, de todas as disciplinas mesmo, ai ele iria observar as montagens que eles tinham, específicas para cada série e na hora do planejamento, ia tentar encaixar determinada montagem dentro do conteúdo que estava lá no planejamento, ai naquele dia o professor ia abordar o conteúdo que estava lá no planejamento com a montagem e com a contextualização também que os manuais do kit traziam, tipo como um material de suporte para trabalhar os conteúdos do dia a dia com os kits de robótica (PROFESSOR 1, 2021, Entrevista).

Diante desse cenário, com o passar dos dias e a utilização dos kits, os professores foram tendo mais familiaridade com o material, mais capacitações foram ofertadas e, naturalmente,

⁶ O Departamento Nacional do SESI executa, administra e propõe estratégias de atuação que são avaliadas pelo Conselho Nacional do SESI. Atualmente, as ações do Departamento Nacional são coordenadas pela Diretoria de Educação e Tecnologia da CNI e executadas pela Superintendência Nacional, com o apoio das Unidades de Educação e Unidade Gerência Executiva de Educação Básica e Cultura e da Gerência-Executiva de Qualidade de Vida (SESI, 2021).

⁷ A metodologia da *ZOOM education for life* está presente em mais de 450 escolas particulares e em mais de 500 escolas SESI de todo o Brasil. Os nossos programas para Educação Infantil, Fundamental e Médio, trabalham os conteúdos de STEAM e Robótica fundamentados nos conteúdos curriculares de ciências e matemática (ZOOM, 2021).

alguns professores acabaram se habituando em utilizar os kits, enquanto outros, o utilizavam esporadicamente, conforme as palavras do Professor 2:

[...] com o tempo, a questão do uso mesmo dos kits ficou mais a cargo dos professores da área de exatas, até porque a maioria das montagens encaixavam perfeitamente nos conteúdos de matemática e física, algumas na disciplina de geografia como o planetário por exemplo, tinha algumas pra história também ... quer saber no fim acho que não era questão de ter ou não a montagem, porque todos viam que dava pra adaptar, a questão do uso era coisa de afinidade mesmo com a tecnologia, medo de não dar conta de usar o material, não sei bem, uns se sentem atraídos outros não ... bom é isso (PROFESSOR 2, 2021, Entrevista).

Percebe-se nos escritos da fala do professor, que a frequência com que o material era utilizado em sala de aula após as capacitações, estava mais relacionado ao desejo/interesse dos professores das diversas áreas, do que a uma limitação específica presente nos kits mediante a ausência de uma montagem para um determinado conteúdo. Apesar de mencionar um quantitativo maior de montagens para a área de exatas, o Professor 2 relata a existência de montagens/atividades em outras áreas. Na Figura 6, podemos observar um momento de planejamento com o uso do kit de RE, além dos fascículos de apoio e materiais complementares como papel, pincéis e tesoura.

Figura 6 - Planejamento com o Kit LEGO NXT – 9797



Fonte: Facebook da Escola Pesquisada (2015).

Na Figura 6, tem-se a impressão de que o local destinado ao planejamento e construção das atividades não era o mais adequado, nela tem-se a sensação de um espaço pequeno em que os professores precisavam se acomodar entre caixas de som, teclados e outros componentes, assemelhando-se mais a um almoxarifado do que uma sala de planejamento. De fato, mediante a fala de um dos envolvidos na época, constatam-se as impressões iniciais. Nas palavras do Professor 2 temos: “olha de início, apesar de termos os kits e alguns computadores para a

programação, não tínhamos uma estrutura adequada para planejar e desenvolver as atividades, não que isso impossibilitasse o nosso planejamento, mas acabava dificultando um pouco” (PROFESSOR 2, 2021, Entrevista).

Percebe-se com a situação retratada acima, que nem sempre se tem todos os componentes ideais para o desenvolvimento de boas práticas no contexto de uma unidade escolar, entretanto, a ausência de um ou outro (no caso acima, um espaço adequado de planejamento) não deve ser encarado como fator limitante, uma vez que, mesmo na ausência de determinado recurso, os resultados podem ser positivos, como demonstraremos no percurso desta investigação.

Isso posto, apresentaremos em mais detalhes a seguir, o kit de Robótica Educacional utilizado na época e seus principais componentes em detalhes. O respectivo kit já foi indicado acima na Figura 6, em um momento de planejamento. Trata-se do Kit LEGO Mindstorms NXT – 9797, como mostra a Figura 7, a seguir.

Figura 7 - Kit LEGO Mindstorms NXT – 9797



Fonte: Adaptado de Bauru (2020).

Os componentes do kit apresentados na Figura 7, possibilitavam aos alunos construir e programar diversos protótipos robóticos capazes de apresentar soluções reais para os desafios propostos em sala, o kit é composto por 437 elementos, sendo os principais: (01) Bloco programável NXT, (01) Bateria de lítio recarregável, (03) servo motor, (01) sensor de luz, (01) sensor de som, (01) sensor ultrassônico, (02) sensores de toque, (03) sensores de rotação incorporada nos motores, (03) cabos conversores (por meio de sensores e motores ligado com o NXT *Intelligent Brick*), (07) cabos conectores (um 0,2 m, dois 0,5 m e quatro de 0,35 m), (03) lâmpadas, (01) Cabo USB, além de diversos elementos de construção LEGO *Technic* e

(01) caixa organizadora de armazenamento com bandejas de plástico resistente (WSKITS, 2021).

Nesse cenário, com o passar dos dias, os kits de RE foram sendo utilizados nas salas com todos os alunos regularmente matriculados, de todas as séries, o uso acabou dando mais confiança aos professores e conseqüentemente, permitiu o surgimento de alunos que devido a habilidade demonstrada, acabaram se tornando tutores em suas respectivas turmas. A atividade foi ganhando força e a partir dos próprios alunos, após tomarem ciência da existência dos torneios de robótica que aconteciam pelo Brasil, a escola no início de 2015 passou a se aventurar no mundo dos torneios, o que acabou dando mais visibilidade a mesma pois, com as participações, os prêmios vieram e a mídia local acabava disseminando essas informações, que resultavam em um número maior de matrículas de alunos oriundos de outras unidades educacionais, fazendo ainda com que os próprios alunos da escola se interessassem ainda mais pela metodologia, conforme nos relata um dos professores responsáveis,

[...] a participação nos torneios acabou dando mais visibilidade entende? ... os alunos perceberam que por meio da robótica eles poderiam ter experiências incríveis, e isso acabou fazendo com que todos eles se interessassem e até cobrassem mais aulas de robótica dos professores. Isso gerou ainda um número maior de matrículas e uma outra coisa importante é que, com as participações, os prêmios vieram e isso deu mais condições pra gente cobrar investimento sabe, como uma sala específica para a robótica, peças adicionais etc. Se a gente parar pra pensar, foi a partir dos bons resultados nos torneios que conseguimos o investimento necessário para montarmos o nosso laboratório, pelo menos eu acho que isso fez com que ele fosse estruturado mais rápido. Uma outra coisa muito positiva, é que os alunos assimilavam com mais facilidade diversos tópicos trabalhados em sala com o auxílio do material, era tipo um efeito dominó, o que eu pude ver eram alunos melhorando comportamento, concentração... muitas coisas positivas vieram com o uso dos kits (PROFESSOR 2, 2021, Entrevista).

Percebe-se nos escritos da fala do professor, que o crescimento e até mesmo a agilidade na estruturação do Laboratório de Robótica foram atribuídos a participação nos torneios. Os resultados provenientes dessas participações acabaram trazendo desdobramentos positivos em todos os sentidos, ora servindo de estímulo para que mais professores e alunos se aproximassem da metodologia obtendo melhores resultados em sala, ora fomentando investimentos em estrutura e material dentro da unidade de ensino. Nesta direção, e como resultado dos constantes investimentos feitos pela escola na RE, no ano de 2017, os já defasados kits de robótica LEGO Education Mindstorms NXT - 9797, foram substituídos pelos atuais Kits LEGO Education Mindstorms EV3 - 45544. Acerca desta questão, o Professor 1 relata:

[...] quando chegávamos nos torneios com nossos kits NXT, acho que já saíamos em desvantagem, porque enquanto as equipes de outros estados já possuíam o EV3, que foi lançado em 2013 ou 2014, não lembro bem, nós tínhamos que cumprir os mesmos desafios com nossos kits que já estavam defasados. Algumas missões por exemplo,

precisavam de sensores mais precisos de leitura de cor e a gente não tinha esses sensores, então com a chegada dos kits EV3 as nossas equipes de robótica aumentaram consideravelmente os resultados, e as possibilidades para as atividades em sala de aula também aumentaram significativamente (PROFESSOR 1, 2021, Entrevista).

A escola possui, hoje, um total de 22 kits LEGO EV3 - 45544. Como mencionado acima, os Kits EV3 acabaram substituindo os antigos kits NXT, e acreditamos que isso tenha favorecido consideravelmente na conquista dos prêmios nos diferentes torneios mencionados anteriormente, tendo em vista a dificuldade apresentada acima na fala do professor 01. No intuito de conhecermos melhor o sucessor do kit NXT, na Figura 8 a seguir, apresentaremos em mais detalhes o kit LEGO EV3 - 45544.

Figura 8 - Kit LEGO Education Mindstorms EV3 – 45544



Fonte: O Autor (2021).

A geração Mindstorms EV3, Figura 8, acabou expondo um modelo mais avançado, com um bloco programável capaz de se conectar com outros dispositivos, como celulares e *notebooks*, via Wifi e Bluetooth. Além desta versão oferecer ainda uma gama maior de sensores, contava ainda com um número maior de montagens e possibilidades, o que acabava sendo interessante para as atividades em sala de aula e também para os torneios de robótica que a escola participava, visto que a cada ano que se passava, os mesmos traziam desafios ainda mais complexos. No tocante aos torneios, a versão expansiva do kit EV3, o modelo 45560, acabava por aumentar a gama de possibilidades, Figura 9.

Figura 9 - Kit LEGO Education Mindstorms EV3 expansão – 45560



Fonte: LEGO (2020).

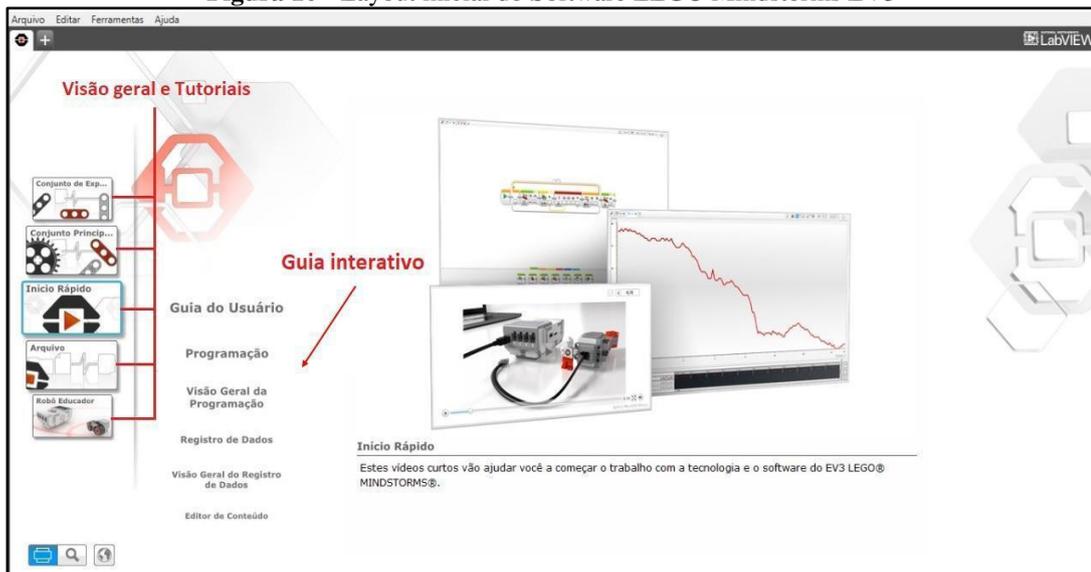
O kit expansivo EV3 – 45560, exposto acima, contém uma ampla variedade de peças e elementos complementares, o mesmo foi projetado no intuito de

[...] permitir que os usuários possam levar sua experiência de robótica para o próximo nível. Possibilita construir modelos maiores e mais complexos fornecendo elementos extras ou de substituição. Há uma grande variedade de peças especiais, como diversas engrenagens, uma grande mesa giratória, peças para personalização do robô, elementos estruturais únicos, feixes, eixos e conexões (LEGO, 2020, p. 3).

Assim sendo, tendo sido os kits devidamente apresentados, ao analisarmos e compararmos a composição dos dois kits, percebe-se claramente que o kit EV3 traz diversas inovações em relação ao seu antepassado, o NXT. A versão EV3 apresenta um processador com uma capacidade considerável de processamento, o que o torna consideravelmente veloz, possibilitando a execução de programas mais complexos. O fato do bloco programável EV3 possuir entrada para cartão micro SD amplia consideravelmente seu poder de armazenamento, além de conectores USB e conexões Wi-Fi e Bluetooth, já mencionadas anteriormente. Além de todo upgrade apresentado na nova versão, um ponto positivo é que existe compatibilidade de peças e sensores entre as versões NXT e EV3, o que acaba sendo um ponto positivo considerando que muitas unidades de ensino podem possuir as duas versões, como é o caso da escola SESI.

Em se tratando do *software*, a ver na Figura 10 a seguir, o mesmo também recebeu aprimoramentos consideráveis, que o tornaram ainda mais intuitivo, o que facilita consideravelmente o uso por parte dos alunos no momento de desenvolver suas programações.

Figura 10 - Layout inicial do Software LEGO Mindstorms EV3



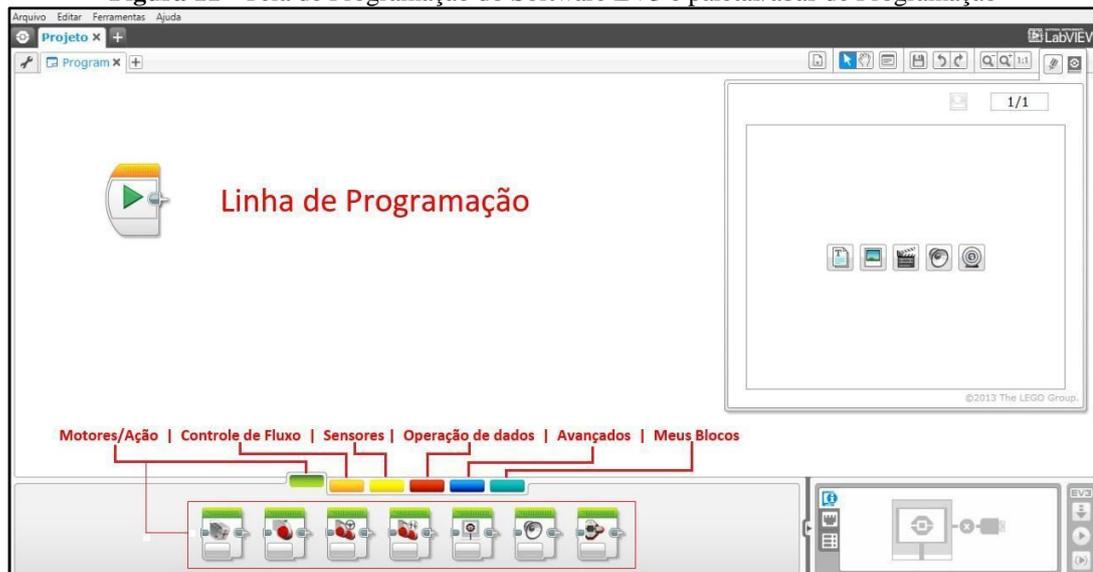
Fonte: O Autor (2021).

Como pode ser observado na Figura 10, a programação neste *software* é realizada por meio de programação gráfica, baseada em blocos que, com suas respectivas funções, são organizados de acordo com a programação desejada. Acerca desta questão, Tavares et al. (2021, p. 1282) comenta em seus estudos que:

O programa de controle é composto por um conjunto de blocos maiores que agem como macros, ou seja, contém vários sub-blocos, cada um executando uma tarefa de controle específica. Por exemplo, já existem blocos pré-definidos para mover o robô para frente por algum tempo, para virar à esquerda ou à direita.

O *software* conta com a tela de layout inicial, já apresentada na Figura 10, com a tela de programação, que contém as paletas de programação e a página de hardware além do editor de conteúdo, que podem ser observados na Figura 11. Todos os blocos destinados para o controle do robô estão localizados nas abas de programação, na parte inferior da tela. A maneira intuitiva como os blocos são dispostos acaba facilitando a construção da programação, de acordo com o tipo e a natureza da mesma (TAVARES et al., 2021).

Figura 11 - Tela de Programação do Software EV3 e paletas/abas de Programação



Fonte: O Autor (2021).

A figura acima retrata as questões apontadas por Tavares et al. (2021) com respeito a aba de programação. Nela, no intuito de favorecer ainda mais o entendimento do leitor, indicamos os blocos com as respectivas funções que são utilizadas durante a programação.

Cada kit conta ainda com o auxílio de material didático impresso específico, sendo eles: *O Livro do Aluno*, *o Manual do Educador e o Manual de Montagens*. Este material de apoio acaba permitindo uma abordagem integral do desenvolvimento do aluno, “atendendo sete das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular” (CONNECTA, 2021, p. 11). No que diz respeito ao *livro do aluno* como se nota na Figura 12,

[...] está organizado por ano, com 16 aulas estruturadas e 16 aulas de situações-problema, totalizando 32 atividades por ano. As 32 atividades possibilitam um trabalho semanal com a turma e levam em média 2 horas/aula ou 100 minutos cada. Recomenda-se que as duas horas/aula sejam sequenciais (CONNECTA, 2021, p. 11).

Figura 12 - Livro do Aluno, 9º ano



Fonte: Signorelli et al. (2016b, p.6).

Na Figura 12, percebemos a exposição de uma das aulas estruturadas mencionadas anteriormente no *livro do aluno*, nesta aula, indicada para turmas de 9º ano inclusive, é exibida uma contextualização inicial relacionada aos veículos que utilizam lagartas, uma esteira feita com peças modulares para sua locomoção. Nota-se também a proposta de uma análise de semelhança entre os veículos que utilizam lagartas, além da discussão acerca da velocidade de movimentação e o tipo de terreno ideal para o uso dessa categoria de veículo. Em seguida, um desafio de construção de um veículo com lagartas é proposto, fazendo uso dos kits de robótica, com a posterior análise dos resultados.

Com a intenção de fornecer ao leitor uma visão geral das possibilidades/temas propostos para as aulas de robótica, a seguir, no Quadro 6, temos a exposição dos temas das aulas estruturadas por série.

Quadro 6 - Exposição dos temas das aulas

6º ano	7º ano	8º ano	9º ano
Braço mecânico	Carro programável	Robô chutador	Veículo com lagartas
Robô dançarino	Carro com garra	Cesta contadora	Esteira seletora
Robô desenhista	Elevador 1	Steadirobot	Rover
Robô cego	Elevador 2	Robô equilibrista	Prensa
Janela automática	Sonar	Carro inteligente	Carro com sensor de cor
Controle por cor	Medidor de altura	Robô contornador	Cancela automática
Seguidor de linhas	Robô inseto	Robô telégrafo	Braço robótico
Trena ultrassônica	Robô bípede	Controle de carro	Barco viking
Robô que não cai da mesa	Cores musicais	Girassol	Balança
Robô socorro	Guitarra	Persistência visual	Disco musical
Sistema planetário extrassolar	Robô lançador 1	Lousa mágica digital	Impressora radial
Impressora cartesiana	Robô lançador 2	Urna eletrônica	Escâner
Pluviômetro	Pantógrafo	Localização	Lançador de aviões
Anemômetro	Hodômetro	Bússola	Dragster
Cara ou coroa	Pedômetro	Pé no freio	Empilhadeira
Máquina da sorte	Sismógrafo	Freio a disco	Guindaste

Fonte: Conecta (2021).

Como se pode observar no Quadro 6, à disposição das 16 aulas estruturadas pertinentes a cada série. Lembrando é claro, que associadas a estas, apesar de não estarem presentes no quadro, conta-se com outras 16 aulas de situações-problema, perfazendo um total de 32 atividades por série, que devem ser trabalhadas a cada ano.

A seguir, o *manual do educador*, Figura 13, este foi elaborado “para orientar como cada atividade do *livro do aluno* deve ser trabalhada. Dessa forma, serve como instrumento efetivo de apoio ao trabalho do professor, disponibilizando sugestões e subsídios pedagógicos” (CONNECTA, 2021, p. 15).

Figura 13 - Manual do Educador, 9º ano



Fonte: Signorelli *et al.* (2016b, p.6).

Não por acaso, na imagem acima optamos por apresentar, no *manual do educador*, a mesma atividade já retratada anteriormente no *manual do aluno*. O diferencial observado é que este manual acaba ofertando ao professor de maneira clara os objetivos da aula, os conteúdos abordados e o desenvolvimento da aula propriamente dita, facilitando em grande escala, o planejamento dos professores e conseqüentemente, o entendimento por parte dos alunos.

Por fim, quanto aos *manuals de montagem*, Figura 14, “tem como objetivo apoiar os alunos nas montagens dos projetos, os manuais de montagens são de propriedade da escola, não são consumíveis e devem ser distribuídos aos alunos para uso em sala de aula e recolhidos ao final da aula” (CONECTA, 2021, p. 16).

Figura 14 - Manual de Montagem, 9º ano



Fonte: Signorelli *et al.* (2016b, p.1).

A figura retrata o momento em que se consolida a construção do dispositivo robótico proposto na atividade, neste momento, passada a parte de contextualização apresentada

inicialmente pelo professor, o aluno terá acesso aos passos necessários para a realização da montagem, com imagens bem definidas e todas as indicações necessárias.

Assim sendo, cabe ainda assinalar que todo o percurso apresentado até aqui, no que diz respeito a exposição do Caso em estudo, assim como todo o material concernente a ele, teve como único objetivo situar o leitor na compreensão do Caso, apresentando desde os primeiros kits adquiridos pela unidade, o processo de aquisição de novos materiais e todos os instrumentos de apoio utilizado, visando fornecer ao leitor uma visão ampla relacionada ao mesmo, auxiliando é claro, na sua compreensão.

De posse do material devidamente apresentado, as atividades envolvendo a RE foram sendo trabalhadas na escola SESI ao longo dos anos seguintes, integradas as demais disciplinas, a escola passou então a aumentar suas participações nos eventos externos e isso gerou, logo no ano de 2018, o título de campeã da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). Concernente a isso, em uma reportagem veiculada na época, um dos professores envolvidos comentou:

É extremamente gratificante como professor enxergar o amadurecimento dos alunos. Este resultado é justamente o reflexo de toda a dedicação que eles demonstram em sala de aula desde o início dos trabalhos há muitos meses atrás. Nós temos excelentes alunos, a robótica educacional está crescendo muito na Escola e no estado e nós vamos sempre fazer o possível para que mais crianças possam ter acesso a essa tecnologia (CAVALCANTE, 2018, p.1)

Constatamos que após esses acontecimentos, a metodologia de ensino-aprendizagem ganhou ainda mais força e espaço, o que elevou a RE a um novo patamar dentro da unidade de ensino. São palavras da diretora da escola pesquisada: “A atividade ganhou tamanha importância que, a partir de 2019, deixará de ser uma atividade extracurricular para integrar a grade obrigatória dos alunos do ensino fundamental (6º ao 9º ano)” (CAVALCANTE, 2018, p.1).

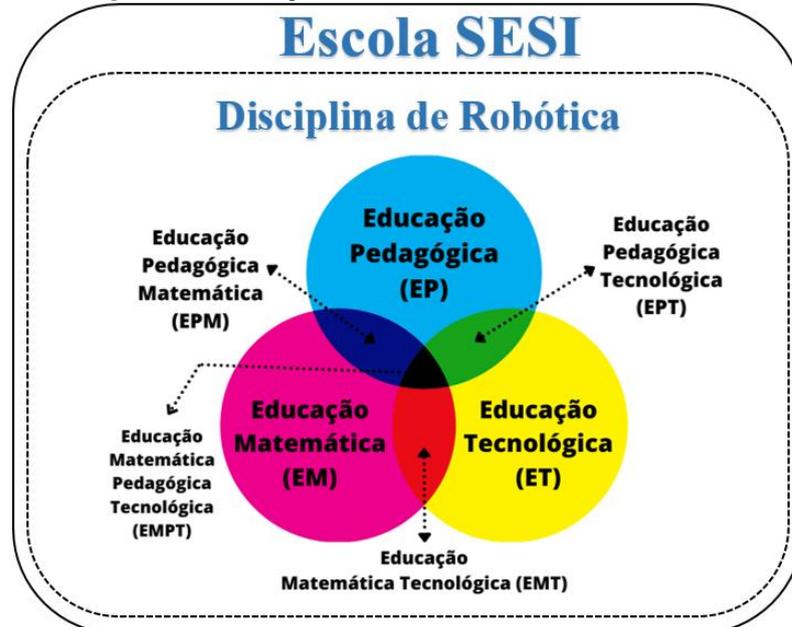
Diante desse contexto, os dizeres da diretora da unidade de fato se concretizaram, e exatamente a partir do ano de 2019 se consolida o nosso Caso em estudo, **a Disciplina de Robótica da Escola SESI de Araguaína-TO**, caracterizando-se assim como um Estudo de Caso único, descrito por Unidades integrada de análise.

Na visão de Yin (2015, p. 54), a justificativa para a escolha de um Estudo de Caso único “pode representar o teste decisivo de uma teoria significativa”, ou ainda ajudar a realçar “futuras investigações em todo um campo” de estudo.

Nesta acepção, uma justificativa para a seleção do Caso apresentado se deve ao fato da escola pesquisada ser a única no estado do Tocantins a ofertar a robótica em sua grade de ensino como disciplina regular.

Dessa forma, optamos por um Estudo de Caso Único Integrado, com Unidades múltiplas de análise para, a partir delas, enxergar a Unidade principal de análise, nesse caso, a Disciplina de Robótica Educacional. Neste viés, identificou-se quatro subunidades de análise capazes de nos proporcionar uma visão geral acerca do Caso em estudo, sendo elas: (1) *Educação Pedagógica Tecnológica*, (2) *Educação Matemática Tecnológica*, (3) *Educação Pedagógica Matemática* e (4) *Educação Matemática Pedagógica Tecnológica*. Para uma melhor compreensão acerca do Caso, suas respectivas Unidades de análise e a maneira como estas se correlacionam, além da Figura 15 exibida a seguir, teceremos algumas considerações com relação aos objetivos de cada unidade de análise proposta.

Figura 15 - Visão geral do Caso e suas Unidades de Análise



Fonte: O Autor (2021) – Adaptado de Koehler e Mishra (2009).

Na figura acima, percebe-se inserido no contexto escolar do Caso estudado, a Disciplina de Robótica. Nota-se em seu interior um diagrama contendo três espaços, nos quais há usos de ferramentas específicas para o processo de ensinar-aprender Matemática, são eles: Educação Tecnológica (ET), Educação Pedagógica (EP) e Educação Matemática (EM). No primeiro estão as ferramentas tecnológicas para Educação Matemática, por exemplo: *kit* de robótica, livros, *notebooks*, entre outros. No segundo estão as ferramentas metodológicas, os “caminhos” que professores e alunos constroem no processo educativo. No terceiro estão as ferramentas de conteúdo matemático que se ensina e aprende em uma Disciplina de Robótica. E por que não são essas, diretamente, nossas Unidades de análise? Não são, pois segundo Fino (2001, p. 6),

[...] a atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas que estão para a evolução cultural, como a genes para a evolução biológica. As ferramentas são criadas e

modificadas pelos seres humanos, como forma de si ligarem ao mundo real e de regularem o seu comportamento e as suas interações com o mundo e com os outros. Cada indivíduo alcança a consciência através de atividades mediadas por ferramentas, as quais unem a mente com o mundo real dos objetivos e dos acontecimentos (FINO, 2001, p. 6).

Por tais dizeres, nossas Unidades de análise estão nas interações entre os participantes da pesquisa com as ferramentas dos espaços mencionados, que são, na Figura 15, as intersecções entre os três espaços, são elas: Educação Pedagógica Tecnológica (EPT), Educação Matemática Tecnológica (EMT), Educação Pedagógica Matemática (EPM) e por fim, a Educação Matemática Pedagógica Tecnológica (EMPT), perfazendo as quatro Unidades de análise.

Assim sendo, na Unidade de análise EPT examinaremos a compreensão de como as práticas de ensino-aprendizagem são alteradas quando determinadas tecnologias, mencionando aqui a RE, são utilizadas, investigando para isso, as restrições e possibilidades da robótica no contexto educacional.

Na Unidade de análise EMT, analisaremos a compreensão do impacto de determinadas tecnologias, RE, nas práticas de disciplinas específicas, considerando a relação histórica existente entre a educação e a própria tecnologia. Em sequência temos a Unidade de análise EMP, onde será detalhado como o professor empenha-se na extração da própria matemática no contexto utilizado, buscando alternativas de exposição adaptadas aos conhecimentos prévios dos alunos, compreendendo ainda a correlação entre currículo, avaliação e a pedagogia.

Por fim, a Unidade de análise EMPT, onde analisaremos as situações em que as técnicas pedagógicas que usam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos, são postas em evidência. Com esta unidade, pretende-se proporcionar o entendimento dos conteúdos que utilizam a tecnologia, RE, das técnicas pedagógicas que utilizam a tecnologia, RE, e a própria tecnologia em si, sendo esta, é claro, a Robótica Educacional.

Com as unidades de análise identificadas e devidamente apresentadas, na visão de Yin (2015), outros dois componentes se mostram fundamentais para o desenvolvimento de uma dissertação, sendo eles, as questões e as proposições do Estudo de Caso. Yin (2015) argumenta que as questões de estudo podem direcionar o pesquisador, fornecendo uma delimitação do campo de estudo, o que favorece a condução do mesmo. Fazendo menção as proposições, Yin (2015) menciona que cada uma delas “dirige a atenção para algo que deve ser examinado dentro do escopo do estudo” (YIN, 2015, p. 32), o que indica ao pesquisador a direção correta a seguir, além de proporcionar importantes reflexões teóricas e a indicação de evidências relevantes, com isso em mente, assim o fizemos.

Destarte, apresentada a abordagem, o método de Estudo de Caso, os instrumentos utilizados, assim como os sujeitos que fizeram parte da pesquisa, com os respectivos aspectos éticos relacionados a estes, seguido do lócus da investigação e os procedimentos utilizados para análise de dados e o Caso em si, com suas respectivas Unidades de Análise, seguimos, portanto, com a apresentação do Capítulo 4, expondo a maneira como pretendemos desenvolver a análise dos dados produzidos na presente investigação.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste momento, daremos início a composição da análise dos dados produzidos na pesquisa. À vista disso, atingimos então um momento importante à medida que, segundo Gil (2008, p. 156), temos a possibilidade de obter “o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação”. Apesar de todo o anseio relacionado a obtenção da resposta à pergunta norteadora desta investigação, entendemos que este processo reserva alguns desafios.

Com respeito a este momento, Yin (2015, p. 137) menciona que é um “dos aspectos menos desenvolvidos dos estudos de caso”. O autor acrescenta, ainda, que na referida etapa é comum observar pesquisadores iniciantes buscando por estratégias prontas, que são poucas. A solução está nos dizeres de Gil (2008, p. 156), onde a interpretação, na busca por um sentido mais amplo das respostas, é obtida “mediante a sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”. Esta ação, uma certa combinação de conhecimentos anteriores com nossa interpretação das informações que nossos dados permitem produzir, gera, na visão dos autores, validade e confiabilidade.

Posto isso, conforme mencionado na seção 3.6, concernente a análise de dados desta investigação, os dados obtidos foram analisados por meio do método de triangulação. O referido método é incentivado por Yin (2015), uma vez que qualquer descoberta ou conclusão de um Estudo de Caso será, provavelmente, mais incontestável se esta for baseada em diferentes fontes de evidência, que culminem em uma convergência semelhante.

Com respeito a triangulação, esta remete-se a uma questão de pesquisa que é considerada a partir de pelo menos dois pontos ou perspectivas. Nessa mesma linha de pensamento, entendemos que a triangulação pode ser aplicada a um único caso, onde procederemos com a articulação dos dados fornecidos pelas observações e registros fotográficos feitos pelo pesquisador, as entrevistas realizadas com os alunos e professores, e pela produção dos alunos na Disciplina de RE, além do uso de referenciais bibliográficos que fazem alusão a RE (DENZIN; LINCOLN, 2011). A Tabela 2 a seguir nos recorda em maiores detalhes as fontes de dados utilizadas e já apresentadas em maiores detalhes na seção 3.3.

Tabela 2 - Instrumentos utilizados na produção dos dados

Fonte de Dados	Descrição
➤ Observação com Registro em Notas de Campo.	Destarte, as observações se deram no ambiente onde o caso está inserido, o que possibilitou o acesso as informações “não expressas em palavras”, obtendo-se assim, sintonia com os objetivos da pesquisa.

➤ Fotografias.	Tal instrumento foi amplamente utilizado na construção de evidências, na intenção de que os leitores compreendam com facilidade aquilo que se pretende comunicar.
➤ Entrevistas.	- Com vistas para a triangulação, nas entrevistas, duas amostragens (alunos/professores) foram utilizadas, perfazendo um total de 10 participantes, sendo dois professores responsáveis pela disciplina de RE e oito alunos regularmente matriculados no Ensino Fundamental II.
➤ Documentos Produzidos /Analisados na Pesquisa.	- Teses e Dissertações que versam sobre o assunto abordado na pesquisa. - Manual de montagem e fascículos de apoio. - Planejamento e atividades realizadas pelos docentes da disciplina de RE. - Relatórios de aula produzidos pelos alunos com os registros para a construção dos protótipos. - Projeto Político Pedagógico da Escola SESI.

Fonte: O Autor (2021).

Assim sendo, o uso dos diferentes mecanismos recordados na Tabela 2, viabilizaram o desenvolvimento da presente pesquisa, evidenciando que o uso de distintas fontes na produção dos dados possibilita a apropriação de eventos e comportamentos humanos, o que possibilita o aprendizado a partir da perspectiva dos participantes de um Estudo de Caso (YIN 2015).

A partir de agora, uma outra particularidade que apresentaremos faz menção ao percurso desenvolvido, a fim de se obter as constatações necessárias para a resposta da pergunta de pesquisa: *como se constitui a disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do ensino fundamental II da escola SESI de Araguaína – TO?* Quando passamos a observar os dados produzidos, atribuímos um enfoque especial ao *habitus* de estudo dos alunos para, a partir deles, perceber o surgimento, se for possível é claro, da *Aprendizagem Inventiva*.

Apresentada a ideia de ação utilizada nos caminhos da análise dos dados, exibiremos a seguir, de maneira sucinta, o conceito de *habitus*, nosso ponto de partida, seguindo a ideia do sociólogo francês Pierre Bourdieu (1930 – 2002).

Para Bourdieu (2007, p. 349), *habitus* seria como um conjunto de “esquemas interiorizados que permitem engendrar todos os pensamentos, percepções e ações características de uma cultura, e somente a esses”. Nas palavras de Ponte (2020, p. 275) Bourdieu, percebeu a “riqueza desse conceito que permite coligar o sujeito, detentor do hábito mental, com a sociedade, que oferece as estruturas, sem retirar a capacidade inventiva do indivíduo”, nos fazendo compreender que este conceito reforça o caráter inventivo dos indivíduos frente à inércia dos modelos atuais, sendo factível, a partir dele, nos depararmos com a *Aprendizagem Inventiva* propiciada, se possível, pela Disciplina de Robótica Educacional.

Nessa linha de pensamento, para Kastrup (2015), a Aprendizagem Inventiva acontece a partir do próprio indivíduo, mediante uma nova estrutura de saber, o que acaba lhe permitindo a resolução de um maior número de problemas, corroborando, neste ponto, com o conceito de *habitus* apresentado por Bourdieu (2007).

Nesta continuidade, ao analisarmos mais a fundo as questões no entorno da Aprendizagem Inventiva, deparamo-nos, também, com a Aprendizagem Criativa, tornando-se importante diferenciarmos o conceito de invenção e criatividade, sendo esta última abordada por Kastrup (2001; 2007; 2007b; 2010; 2015) inclusive, onde a mesma enxerga como algo voltado para a criação de soluções para problemas pré-existentes exigidos pela sociedade, enquanto que a primeira se propõe a um movimento de problematização das formas cognitivas. A autora justifica seu ponto de vista por entender que, para a existência da Aprendizagem Inventiva, se torna necessária a ação de problematizar, mas não apenas se prendendo ao processo de criar soluções para a resolução de problemas, mas envolve extrapolar este conceito, uma vez que “aprender não é adaptar-se a um meio ambiente dado, a um meio físico absoluto, mas envolve a criação do próprio mundo”, implicando em uma “invenção de si e do mundo”, como afirma Kastrup (2001, p. 21).

Entendemos, assim, uma diferença entre a Aprendizagem Inventiva e a Aprendizagem Criativa, ao se contrapor a produção do novo à solução de problemas pré-existentes. Segundo Cassiano et al. (2011, p. 3), a invenção proporciona “imprevisibilidade e problematização, o que lhe confere um caráter dinâmico, processual e interativo”, proporcionando uma condição de autoprodução permanente, capaz de gerar, segundo Kastrup (2015, p. 268), o que a autora chama de *breakdown*, correspondendo este,

[...] ao momento da invenção do problema, da experiência de problematização. Se o meio não é dado, e sim configurado, não há também problemas dados, mas sim inventados. O *breakdown* consiste numa quebra da continuidade da ação, numa espécie de vacúolo que inscreve a indeterminação no seio da ação. Experimenta-se uma descontinuidade, uma bifurcação, que reorienta seu curso. A continuidade da ação é fundada na história dos acoplamentos anteriores, mas a experiência presente coloca problemas novos, que exigem a sua reorganização.

Ao observarmos o conceito acima exposto, seguimos com a análise da disciplina de RE, na busca do referido momento mencionado por Kastrup (2015), intencionando perceber no desenrolar da disciplina, a capacidade desta em promover um *breakdown*, uma ruptura no processo de ensino-aprendizagem, ao passo que, “é esta ruptura que faz com que a cognição se transforme de recognitiva em inventiva. Isto é o mesmo que dizer que aí se dá a invenção de

problemas, já que a ruptura corresponde a própria problematização da cognição” (CASSIANO et al., 2011, p. 4).

Segundo Cassiano et al. (2011, p. 4), “na sala de aula, acontecem situações em que se mostram os distintos modos” de criatividade e invenção, e com base nisso, tivemos a oportunidade de traçar as diferentes características de cada momento de ruptura causado pelas atividades desenvolvidas pela RE, nos permitindo verificar a produção do novo, e a sua relação com o aprendizado dos alunos.

Tecidas tais considerações, expomos os caminhos percorridos na análise dos dados produzidos na presente pesquisa, no intuito de identificar nas Unidades de Análise, a partir dos *habitus* de estudo dos alunos, se estes são capazes de inventar problemas e novas tecnologias, culminando, portanto, na Aprendizagem Inventiva. À vista disso, estabeleceu-se as discussões apresentadas nos tópicos a seguir, examinando as possíveis relações/ligações apresentadas nas diferentes perspectivas expostas no decorrer da pesquisa, tendo por base a convergência dos dados gerados pelos diferentes instrumentos aplicados/utilizados. Por essa via, nos tópicos a seguir apresentaremos as unidades de análise em maiores detalhes.

4.1 Educação Pedagógica Tecnológica - EPT

Nesta unidade, examinaremos o uso da RE enquanto tecnologia no contexto de sala de aula, assim com possíveis oscilações geradas por esta nas diferentes práticas de ensino. Sobre este aspecto, na visão de Koehler e Mishra (2009), torna-se necessário um entendimento mais consistente relacionado as restrições e possibilidades da RE e do próprio contexto onde a mesma funciona. Ainda, no discurso desse autor, acaba sendo um consenso entre docentes que o ato de ensinar exige um entrelaçamento de ideias, o que cobra dos educadores o uso de “estruturas de conhecimento complexas em diferentes casos e contextos” (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 61).

Nessa perspectiva, ao nos depararmos com contextos de sala de aula cada vez mais dinâmicos, um ensino efetivo depende do acesso a um “conhecimento rico, bem organizado e integrado de diferentes domínios, incluindo o conhecimento do pensamento e da aprendizagem do aluno, o conhecimento do assunto, e cada vez mais, o conhecimento da tecnologia” (KOEHLER e MISHRA, 2009, p. 61). Corroborando com esse argumento, Vigneron e Oliveira (2006, p. 138) diz que

[...] é preciso utilizar as novas tecnologias como espaço de produção de conhecimento e não apenas formar consumidores de informação. É necessário alterar a ordem de uma escola de consumo de novas e velhas tecnologias, para uma escola de

construtores de conhecimento, de sujeitos autônomos e criadores de significados. É imprescindível formar cidadãos protagonistas e não simplesmente consumidores da obra do outro. Ensinar por meio das tecnologias e estabelecer outros caminhos para as relações estabelecidas na escola possibilitam a transformação do aluno em produtor de conhecimento e de cultura.

À vista do citado acima, vislumbramos as possibilidades de integração das diferentes tecnologias no contexto de sala de aula, favorecendo a relação ensino/tecnologia, não deixando de trazer à tona a necessidade de apropriação dessas tecnologias por partes dos professores e instituições, uma vez que, “contextos sociais e institucionais muitas vezes não apoiam os esforços dos professores para integrar o uso da tecnologia em seu trabalho” diário de sala de aula (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 61). Acerca do uso da tecnologia no ensino, Papert (1999) a encara como material de construção. Segundo o autor,

[...] se você puder usar a tecnologia para fazer coisas, você pode fazer coisas muito mais interessantes. E você pode aprender muito mais fazendo-as. Isto é especialmente verdadeiro na tecnologia digital: computadores de todos os tipos, incluindo o Lego controlado por computador em nosso laboratório. (PAPERT, 1999, p. 1).

Isso posto, apoiamo-nos em Papert (1999) ao entendermos que de fato as diferentes tecnologias podem viabilizar uma gama de produções em sala, produções estas capazes de propiciar um efetivo ensino eficaz, já defendido anteriormente. Nesse mesmo sentido, encontramos uma convergência a questão apresentada por Papert (1999) ao observarmos os dizeres do Aluno 8, ao passo que, segundo o mesmo,

[...] a tecnologia evolui todos os dias e sempre teremos coisas novas pra discutir e entender, a ideia da escola de trazer pra gente um universo de conceitos práticos por meio da tecnologia, faz com que o método de ensino se torne bem mais bacana e atraente pra nós, o que aumenta nossa capacidade de entender novos conteúdos no dia a dia (ALUNO 8, 2022, Entrevista).

Percebe-se nos escritos da fala do aluno, que a ele é perceptível a constante evolução da tecnologia, e que o uso da mesma acaba gerando situações mais atraentes de ensino aprendizagem no contexto de sala de aula, evidenciando que as atividades desenvolvidas pela Disciplina de Robótica da escola SESI, contribuem com o desenvolvimento de habilidades necessárias à obtenção de novos conteúdos por parte dos discentes, demonstrando nessa questão, boas práticas acerca do uso da tecnologia no ambiente escolar. Sobre isso Professor 2 diz que,

[...] além de promover a integração entre conteúdos de diferentes áreas do conhecimento [...] o uso da tecnologia propicia o desenvolvimento de atividades como a construção e programação de robôs que promovem habilidades que podem ser aplicadas em qualquer situação da vida do indivíduo (PROFESSOR 2, 2022, Entrevista).

Já para o Aluno 5 a tecnologia “*contribui e muito com o aprendizado, principalmente na resolução de problemas dentro e fora da escola*” (ALUNO 5, 2020, Entrevista). Deste modo, os dizeres dos alunos e do professor expõem a importância da tecnologia digital nas práticas pedagógicas, e isso nos permite compreender, ao observarmos a Educação Pedagógica Tecnológica, que de fato as práticas de ensino aprendizagem são alteradas quando determinadas tecnologias digitais são usadas de maneira específica, fazendo, o que vai de encontro aos objetivos apresentados no próprio Projeto Político Pedagógico da escola pesquisada, ao se reconhecer que a tecnologia digital é capaz de “preparar os alunos para a vida e para uma nova realidade profissional e, sobretudo, para enfrentar os desafios que se anunciam em um mundo cada vez mais dominado pela presença da [...] tecnologia” digital (SESI, 2020c, p. 19).

Em continuidade, é válido mencionar que a maioria das tecnologias pedagógicas antigas e/ou analógicas são caracterizadas por especificidades. Na perspectiva de Koehler e Mishra (2009, p. 61), por exemplo, “um lápis é para escrever, enquanto um microscópio é para ver pequenos objetos”, o que denota estabilidade, fazendo que, com o passar do tempo, tais tecnologias alcancem uma “transparência de percepção”, tornando-se corriqueiras, o que não ocorre com as tecnologias da RE aplicadas em sala, a exemplo de computadores, aplicativos e outros, que, segundo Papert (1994), podem ser utilizados de muitas maneiras, já que estão em constante transformação. Desse ponto de vista, essas tecnologias oferecem menos estabilidade que as tecnologias analógicas, o que lhe dá destaque. A luz do contexto apresentado, percebe-se que a escola pesquisada (Escola SESI)

[...] propõe o uso de metodologias [...] inovadoras que criam condições ideais para que o aluno vivencie na prática situações similares àquelas que irá encontrar na vida real [...] visando incentivar a prática da pesquisa e inovação científica e tecnológica, com o intuito de desenvolver a criatividade e o raciocínio lógico das situações problema apresentadas, promovendo trabalho em equipe e fortalecendo o relacionamento interpessoal (SESI, 2020, p.18).

Dessa maneira, ao mencionarmos as práticas pedagógicas envolvendo a tecnologia da RE dentro da Escola SESI de Araguaína, deparamo-nos com a necessidade de expormos em maiores detalhes o programa e a abordagem utilizada.

4.1.1 O Programa de Educação Tecnológica da escola SESI

Por conseguinte, assim como Barbosa (2016), partiremos do princípio de que as tecnologias digitais educacionais, têm dado a alunos e professores cada vez mais conhecimento, nesse sentido, se mostra fundamental lidar com o descompasso apresentado, em algumas situações, na relação instituição escolar/tecnologias digitais (SESI, 2021). À vista disso, a

escola SESI de Araguaína apresenta em seu programa de educação tecnológica uma proposta que

[...] orienta o uso de tecnologias e metodologias na educação por meio da oferta de uma educação de qualidade, pautada em metodologias ativas e estratégias inovadoras que possibilitem superar déficits educacionais [...] para que as unidades escolares assumam a cultura do aprender fazendo, observando as peculiaridades de cada área da educação STEAM e do perfil dos estudantes e docentes, educando para o convívio, para a expressão, para a invenção, [...] para a vida (SESI, 2021b, p.19).

A partir do exposto, a escola por meio do seu programa de educação tecnológica tem por objetivo principal “desenvolver na comunidade escolar, de forma interdisciplinar, competências e habilidades requeridas no mundo atual, com foco no pensamento computacional, letramento digital, iniciação científica e design (inovação, criação e solução)” (SESI, 2021b, p. 20). Com relação ao citado acima, o Aluno 5 menciona que

[...] a abordagem do programa, da disciplina de robótica, acaba sendo muito interessante porque motiva o desenvolvimento de diversas habilidades, principalmente que ajudam no futuro profissional da pessoa, e é claro que eu penso nisso, eu penso no meu futuro, além de tudo ser muito divertido, ainda se cria um espírito competidor e de descoberta, porque nós sempre estamos buscando por soluções para problemas que surgem durante o desenvolvimento dos projetos, e isso tem contribuído muito em minha vida (ALUNO 5, 2020, Entrevista).

Percebemos aflorar, nos escritos da fala do Aluno 5, os referidos objetivos almejados por Sesi (2021b), direcionando nossa atenção para o desenvolvimento da capacidade de criação/invenção dos agentes envolvidos, o que nos leva aquilo que promove a Disciplina de RE nos *habitus* de estudos dos alunos, ou seja, as oportunidades de criação/invenção geradas pelo programa através dos kits de RE, gerando tendências de comportamento que distanciam os alunos do determinismo, tencionando os limites na busca por soluções aos problemas que surgem. Aliado a isso, recordamo-nos ainda dos dizeres de Bourdieu (2013), nos quais “o *habitus* torna possível a produção livre de todos os pensamentos, de todas as percepções e de todas as ações [...], não de acordo com as vias de um determinismo mecânico, mas por meio das pressões e dos limites originalmente atribuídos as suas invenções”.

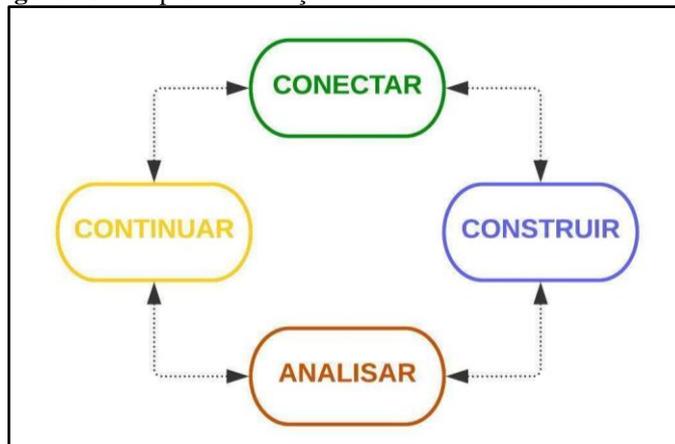
Bourdieu, à luz da sua teoria, sempre demonstrou interesse na compreensão das metodologias utilizadas na transmissão do conhecimento, o que nos ajuda a perceber a riqueza do conceito de *habitus* ao permitir associar os alunos, detentores de um conhecimento próprio, as práticas pedagógicas oferecidas pelas instituições de ensino, sem retirar é claro, a capacidade inventiva do mesmo. Na visão de Ponte (2020, p. 275) “há a possibilidade de transformação e de invenção por parte do sujeito, que interpreta [...] e que pode modificar as práticas vigentes ao alterar seu *habitus*”, o que na visão de Kastrup (2015, p.99) permite se pensar em devir, devir

que faz com que a aprendizagem não seja a “adaptação a um ambiente dado nem obtenção de um saber, mas experimentação, invenção de si e do mundo”.

Embasados nessas considerações, nosso entendimento é de que a Disciplina de RE gera um ambiente de aprendizagem distante do determinismo, ou seja, um ambiente onde não se espera sempre a obtenção dos mesmos resultados, ao passo que a invenção gera o novo, o imprevisível, distanciando-se das situações onde a “mesma causa produz sempre o mesmo efeito”, como aponta Kastrup (2015, p. 100). Em vista disso, Sesi (2021b) fundamenta-se teoricamente em Papert (1994) ao defender que o uso de diferentes tecnologias digitais proporciona ao sujeito construir o seu próprio conhecimento, e neste processo, aprende com o outro a aprender, o que torna possível aos estudantes um aprendizado ativo em vez de passivo.

Assim sendo, a Disciplina de RE da escola SESI, como já apresentado anteriormente ao expormos o Caso de estudo desta investigação, baseia-se na metodologia ZOOM Lego Education⁸, onde cada aula fundamenta-se na execução de um projeto envolto em quatro etapas, que podem ser observadas na Figura 16 a seguir.

Figura 16 - Etapas de execução das aulas utilizando os kits LEGO



Fonte: Adaptado de SESI (2021b).

No ciclo pedagógico apresentado na Figura 16, percebe-se que a abordagem é estruturada em quatro momentos que articulam o processo de ensino-aprendizagem, sendo:

CONECTAR – Primeiro momento de contato com a aula e que traz exemplos do cotidiano e da realidade do aluno, dando significado aos desafios da atividade.

CONSTRUIR – Etapa em que os alunos realizam a montagem com os conjuntos LEGO.

ANALISAR – Apreciação das construções e socialização de estratégias mais eficazes ou criativas na montagem, avaliação e registro.

CONTINUAR – Momento em que os alunos são desafiados a aprimorar as soluções encontradas ou ainda resolver uma nova situação-problema (SESI, 2021b, p. 29).

⁸ Detalhes adicionais podem ser vistos na seção 3.7, onde o caso desta investigação é apresentado.

Na abordagem utilizada, segundo Sesi (2021b), o estudante é capaz de investigar uma situação, propor e planejar uma solução refletindo e testando a solução encontrada para então, continuar aprimorando ou mesmo resolvendo novas situações problema, sendo neste momento, para Kastrup (2015, p.107), o momento em que o aluno passa a “aprender a pensar, [...] a viver, [...] a criar seu próprio estilo” de pensamento, condicionando a isso, em uma situação de aprendizagem inventiva como defende Kastrup (2015), a atenção por parte dos envolvidos como condição e efeito em um processo de aprendizagem. Em continuidade ao ciclo pedagógico apresentado na Figura 16, o mesmo se torna perceptível nas palavras do Professor 2, ao passo que este descreve as mesmas etapas apresentadas da seguinte forma:

No início da aula é apresentado o tema, o que será construído. Realizamos a leitura dos objetivos e onde se aplicam em um cenário real (**CONECTAR**). Após a turma é dividida em grupos de até 4 alunos que vão trabalhar na montagem do protótipo e em seguida programação do mesmo (**CONSTRUIR**). Quando o objetivo do robô se mover do ponto A ao B, desafiamos os alunos a dificultar o percurso, com o intuito de tornar a programação mais desafiadora (**ANALISAR**). Podemos também realizar uma corrida no final, pois o ar da competição motiva bastantes os alunos e uma minicompetição, por mais que se seja apenas por diversão, vai exigir no íntimo do aluno a vontade de vencer, e isso fará com que ele se empenhe mais ainda na programação (**CONTINUAR**) (PROFESSOR 2, 2022, grifo nosso).

Acerca da abordagem exposta acima, nos dizeres do Aluno 5, a mesma acaba sendo interessante porque nelas se tem a oportunidade de elaborar “*soluções para problemas que surgem durante o desenvolvimento dos projetos, e isso contribui muito na nossa vida*” (ALUNO 5, 2022, Entrevista). Para o Aluno 6, todas as informações repassadas durante a aula chamam a atenção, pois são de “*diferentes disciplinas, que são apresentadas para os alunos de diferentes formas, além do trabalho em equipe e aprendizado constante, que serão levados tanto para a vida profissional quanto para a pessoal de cada um*” (ALUNO 6, 2022, Entrevista). Evidenciamos dos dizeres dos alunos para mostrar o quão benéfico é o uso da tecnologia digital no contexto de sala de aula, e o reconhecimento dos benefícios desta no cotidiano de cada indivíduo envolvido. A este respeito, Barbosa (2016, p. 44) afirma que isso só é possível devido ao fato das aulas de RE possibilitarem a “simulação de situações, a construção de objetos do dia a dia” que tornam possível uma conexão de conhecimentos comuns as tecnologias digitais.

Ao acompanhar a execução de uma das atividades desenvolvidas na Disciplina de RE, conseguimos observar a presença dos quatros momentos apresentados no ciclo pedagógico da Figura 16 e ressaltados pelo Professor 2, trata-se da atividade “Veículo com Lagartas”, Figura 17. Acerca desta atividade,

[...] antes mesmo dos alunos abrirem os seus livros/kits, para prestarem mais atenção ao que seria dito, segundo o professor, conduziu-se uma conversa voltada para os

objetivos da aula, mencionando que teriam que construir um veículo capaz de se locomover em trajetórias pré-determinadas. O professor mencionou ainda os conteúdos que seriam abordados com a aula, sendo eles: velocidade, movimento linear e de rotação, eixo de rotação, ângulo de rotação e pressão. Após esse momento em que o professor aguçou o interesse dos alunos pelo desafio, o mesmo solicitou que os alunos apanhassem os livros e kits para iniciarem as atividades (NOTA DE CAMPO, 10/02/2022).

Figura 17 - Atividade "Veículo com lagartas" - Conectar e Construir



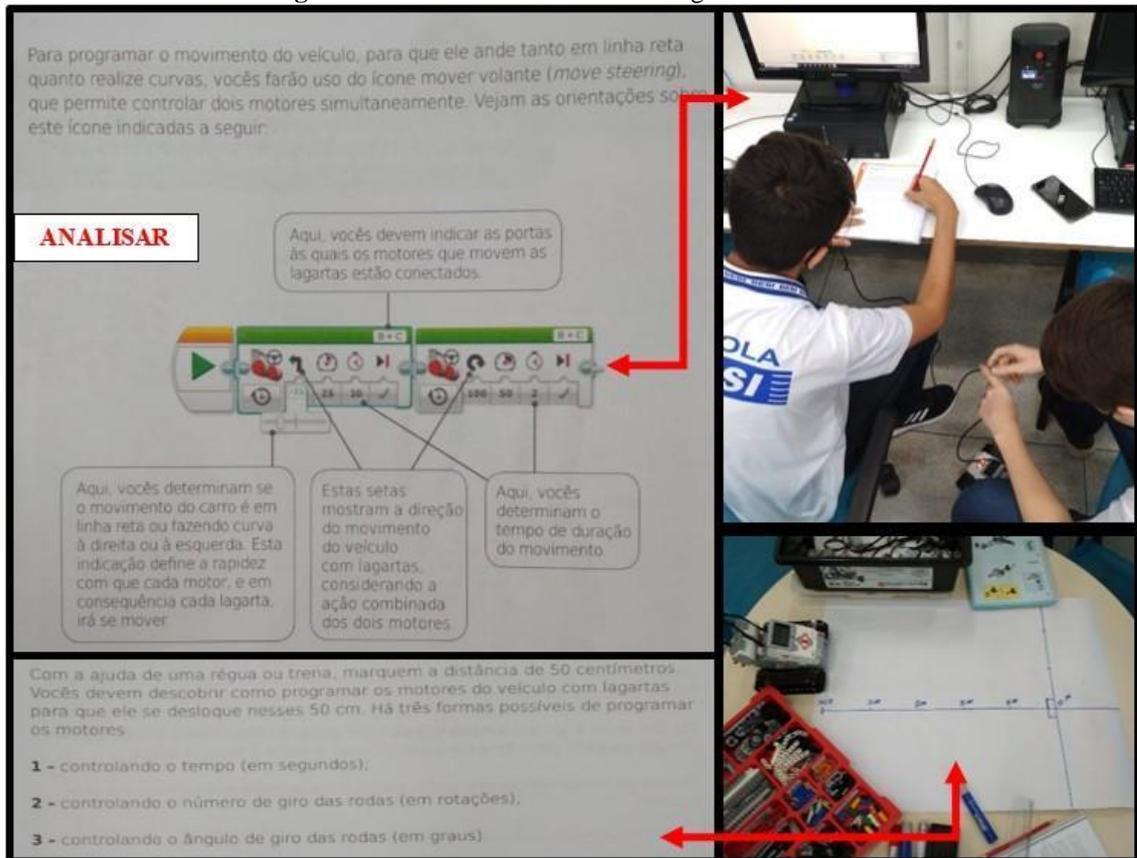
Fonte: À esquerda, Signorelli *et al.* (2016b). À direita, execução de aula / Professor 2 (2022), ed. Minha.

Na Figura 17, que está dividida em dois momentos, (CONECTAR e CONSTRUIR) percebe-se do lado esquerdo da imagem uma contextualização envolvendo dois tipos de tratores, um com pneus e um outro com esteiras, foco da atividade. Neste momento,

[...] enquanto o professor seguia com a contextualização mencionando as principais diferenças entre os dois tipos de tratores, incluindo o tipo de terreno e atividade mais indicada para cada um deles, o Aluno 6, que estava com a leitura um pouco mais adiantada, localizou uma informação que lhe causou espanto e um momento divertido na aula, dizendo: “nunca imaginei que o primeiro veículo com esteiras tivesse sido construído em 1713 e fosse puxado por bodes para carregar crianças”, o riso se espalhou pela sala e o Aluno 5 completou: “é bom que não gastava combustível”. O professor em momento algum inibiu as manifestações dos alunos e ficou perceptível o ambiente agradável de aprendizado que se instalava ali (NOTA DE CAMPO, 10/02/2022).

Em continuidade ao momento de construção, também apresentado na Figura 17, temos o momento de análise, que pode ser observado na Figura 18 a seguir.

Figura 18 - Atividade "Veículo com lagartas" - Analisar



Fonte: À esquerda, Signorelli *et al.* (2016b). À direita, execução de aula / Professor 2 (2022), ed. Minha.

O momento registrado, nessa figura, mostra os alunos sendo orientados a apreciar suas construções, além de serem encorajados a socializar, com os colegas, as estratégias que utilizaram na montagem e as que pretendiam utilizar na programação e, também, a maneira como iriam registrar todo o trabalho.

Neste momento, percebi nos grupos formados que, enquanto alguns alunos estavam focados na análise da construção e programação, outros se preocupavam em registrar tudo com seus celulares para a construção do relatório que seria cobrado pelo professor para conferência, com posterior postagem do mesmo nas redes sociais dos alunos pertencentes ao grupo (NOTA DE CAMPO, 10/02/2022).

Por conseguinte, todos os grupos conseguiram construções satisfatórias dos seus veículos, quanto a programação, dois grupos tiveram mais dificuldades que os demais, entretanto, foram prontamente ajudados pelos colegas e professor. Desta feita, chegamos ao último momento da aula, o “continuar”, que pode ser observado na Figura 19 abaixo.

Figura 19 - Atividade "Veículo com lagartas" - Analisar

CONTINUAR

Uma vez que vocês já estão sabendo "pilotar" bem o veículo com lagartas, resolvam este novo desafio: programem o carro para que percorra um trecho reto de 1 metro, vire 90° à direita e ande por mais 0,5 metro, até atingir e derrubar um objeto que se encontre na posição final do percurso, na beirada de uma mesa.

Registrem no espaço abaixo a programação criada por sua equipe. Após colocarem seu veículo com lagarta para superar o desafio, circulem pela sala para observar o movimento do carro das outras equipes.

Com a força constante de 50%, ele precisa de 8 rotações para andar 1 metro, 1 rotação no próprio eixo para virar à direita em 90° e 4 rotações para percorrer 0,5 metros.



Com a força constante de 50%, ele precisa de 8 rotações para andar 1 metro, 1 rotação no próprio eixo para virar à direita em 90° e 4 rotações para percorrer 0,5 metros.

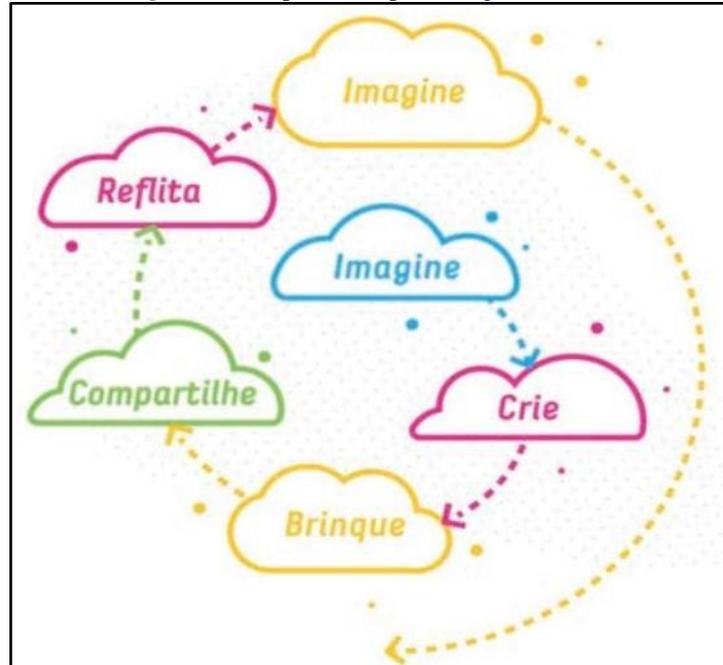
Fonte: Projeto dos Alunos 8 e 9 em Signorelli *et al.* (2016b), ed. Minha.

Ao observarmos o desafio proposto, Figura 19, percebe-se o momento em que são repassados aos grupos orientações relacionadas especificamente ao desafio, e não a maneira para vencê-lo, ficando a cargo de cada equipe traçar a melhor estratégia para construir uma programação consistente, capaz de criar uma solução mais apropriada para lidar com a situação apresentada.

Fica claro, ao analisarmos a solução proposta pelo grupo ao qual pertenciam os alunos 8 e 9, que o uso de conceitos matemáticos como, porcentagem, graus, rotações e unidades de medida, acabaram sendo fundamentais para se elucidar o desafio, entretanto, sobre este aspecto, mais detalhes serão abordados na unidade de análise correspondente. Além disso, percebemos também no desenvolvimento da atividade acima, as intenções propostas por Sesi (2020, p. 28), ao passo que sua metodologia busca “desenvolver a criatividade e o raciocínio lógico das situações problemas apresentados, promovendo o trabalho em equipe e fortalecendo o

relacionamento interpessoal”. A partir disso, deparamo-nos com o que Sesi (2021b) apresenta como espiral da Aprendizagem Criativa, como expomos na Figura 20 a seguir.

Figura 20 - Espiral da Aprendizagem Criativa



Fonte: Criativa (2016).

Ao observarmos a espiral da Aprendizagem Criativa, Figura 20, proposta por Sesi (2021), compreendemos que a mesma promove uma espiral de reflexões que estimulam a criatividade. Basicamente, quando o ciclo é iniciado, os estudantes experimentam cinco habilidades no desenvolvimento dos seus projetos, “imaginando” como o projeto será, “criando” ou construindo o protótipo e “brincando”, testando aquilo que foi feito, além de “compartilhar” com os colegas os resultados alcançados, proporcionando “reflexões” e possíveis melhorias (SESI, 2021b). Neste momento, recordamo-nos ainda, do ciclo pedagógico apresentado anteriormente na Figura 16, e que representam os quatro momentos que articulam o processo de ensino-aprendizagem dentro da disciplina de RE, com base na proposta LEGO, o “Conectar”, “Construir”, “Analisar” e “Continuar”. Isso não nos causa espanto, pois, segundo Sesi (2021b, p. 32), “como nossa proposta nasceu [...] de associação próxima com a proposta metodológica para o trabalho com o LEGO, é natural que haja similaridades”.

Por conseguinte, entendemos que até o presente momento, deparamo-nos com situações onde a criatividade e a busca por soluções, mesmo que ainda não exploradas, são estimuladas constantemente pela disciplina de RE, percebendo que essa criatividade ultrapassa o espaço da disciplina reverberando no cotidiano dos alunos na aplicação da tecnologia digital. Todavia, seguimos com nossas intenções em verificar a existência, ou não, da Aprendizagem Inventiva

gerada pela disciplina de RE, ao reconhecermos que, segundo Kastrup (2015), é necessário extrapolar o conceito de resolver problemas para que a invenção aconteça.

Tecidas tais considerações, remetemo-nos a Ponte (2020, p. 276), ao reconhecermos nas questões tratadas acima, o *habitus*, compreendendo-o “como um conhecimento adquirido no indivíduo, que prepara sua ação”, a fim de se resolver as situações propostas, entendendo essas situações como os momentos propiciados pela aplicação da metodologia ZOOM Lego Education, para a produção do referido *habitus* nos costumes que constroem tendências de comportamentos nos alunos. Ainda assim, e compreendendo o *habitus* como uma estrutura presente na disciplina de RE, questionamos a maneira de forçar os seus limites ou mesmo rompê-los, no intuito de se viabilizar a aprendizagem inventiva, sendo isto possível é claro. Tal questionamento se mostra pertinente pois, se necessariamente existir na disciplina de RE uma mera reprodução de práticas para a resolução de problemas propostos, os alunos seriam simples reprodutores de uma estrutura dada, entretanto, com base na citada estrutura gerada pelo *habitus*, a situação de mera reprodução é refutada por Bourdieu (2013, p. 277), ao passo que o mesmo menciona que “há possibilidade de transformação e invenção por parte do sujeito, que interpreta a experiência social de acordo com seus filtros individuais e que pode modificar as práticas vigentes ao alterar seu *habitus*”, enxergando aqui, o caminho para romper tal estrutura, além de considerarmos a disciplina de RE, capaz disso.

Nesta linha de pensamento, entendemos que, apesar da metodologia empregada favorecer a construção de tendências de comportamentos que geram o *habitus*, a mesma não ocasiona inércia entre os alunos, ao passo que estes são estimulados a interpretar as situações propostas, buscando por soluções a partir dos seus próprios filtros individuais, o que modifica suas práticas e, conseqüentemente, o seu *habitus*, o que favorece a invenção mencionada por Bourdieu (2013). No entendimento de Kastrup (2007b, p. 72), não se tratam especificamente de “situações excepcionais de invenção, mas de diferentes experiências que se dão no âmbito da vida cotidiana”, onde direcionamos o enfoque para um contexto de sala de aula envolto em tecnologia.

Diante disso, entendemos a necessidade de buscarmos, na atividade apresentada nesta unidade de análise, a imprevisibilidade e a problematização, a ruptura ou *breakdown*, mencionado por Kastrup (2015) no processo de ensino-aprendizagem, proporcionado pela RE. Nessa intenção, consultamos um dos professores responsáveis pela disciplina, no intuito de descobrir se outros momentos eram explorados nas atividades de robótica, ou se as mesmas eram sempre direcionadas pelos livros utilizados na disciplina. Com relação a isso, o Professor 2 relata:

[...] olha, sempre que possível estamos saindo das quatro linhas da apostila, se é que posso dizer assim, e uma coisa que nos ajuda muito é estarmos em contato com os professores das escolas SESI de outros estados, porque aí vamos trocando informações sobre atividades extras que deram certo, e os alunos gostam muito disso. Agora algo que gosto muito, mas as vezes o tempo é um problema, é explorar ao máximo a seção “continuar” sugerida lá na apostila, porque nesse momento temos a oportunidade de explorar situações-problema idealizadas por nós, que irão exigir mais dos alunos, onde podemos até ter como referência o que foi feito na apostila, mas tendo liberdade para provocar os meninos com diferentes situações, mas, é como falei, o tempo que temos acaba sendo um problema, os meninos se envolvem na montagem e o tempo passa rápido, aí quando vamos em busca de um novo desafio, não temos mais tempo. Ah! Tem as avaliações também, sempre utilizamos os kits com uma abordagem diferente nas avaliações (PROFESSOR 2, 2022, Entrevista).

Ao observarmos os escritos da fala do Professor 2, percebemos a existência de situações viabilizadas pela disciplina de RE que ainda não haviam sido presenciadas por nós. Tomamos como exemplo a atividade discutida nesta unidade de análise, em que a seção “continuar” não foi explorada ao máximo, como já mencionado pelo professor, além é claro, das avaliações mencionadas, fato este que acabou aguçando nossa curiosidade. Apesar disso, seguimos com nossa investigação em busca da possibilidade de existência da Aprendizagem Inventiva na disciplina de RE. Posto isso, seguimos com nossa segunda unidade de análise, a EMT.

4.2 Educação Matemática Tecnológica - EMT

Nesta unidade, expõe-se uma compreensão da maneira como a tecnologia RE e a matemática coexistem, influenciando ou restringindo-se mutuamente no ensino-aprendizagem dos participantes desta pesquisa. Acerca dessa questão, Koehler e Mishra (2009) expõem em seus estudos, que a tecnologia digital e os diferentes conteúdos possuem uma relação histórica e significativa, que tem provocado avanços em campos capazes de propiciar o desenvolvimento de diferentes técnicas, aptas a representar/manipular eficazmente dados de perspectivas distintas e de maneira produtiva. Ainda na visão dos autores, o “advento do computador digital mudou a natureza da física e da matemática e deu maior ênfase ao papel da simulação na compreensão dos fenômenos” (KOEHLER e MISHRA, 2009, p. 65). Nessa linha de pensamento, as mudanças tecnológicas

[...] ofereceram novas metáforas para a compreensão do mundo. Ver o coração como uma bomba ou o cérebro como uma máquina de processamento de informações são apenas algumas das maneiras pelas quais as tecnologias forneceram novas perspectivas para a compreensão dos fenômenos. Essas conexões representacionais e metafóricas não são superficiais. Muitas vezes levaram a mudanças fundamentais na natureza das disciplinas (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 65).

Essa mudança na natureza da disciplina, que esses autores argumentam, necessita que os professores saibam além dos conteúdos que ministram, eles precisam entender bem a

tecnologia digital que usam, e aqui encontramos uma convergência à compreensão expressa pelo Professor 1, ao passo que o mesmo declara:

Inicialmente confesso que fiquei apreensivo, porque para ensinar um conteúdo com os kits eu tinha é claro que ter o domínio dos kits, porque como eu ia ensinar um conteúdo dentro da disciplina sem ter o domínio do material que eu iria usar? Mas no final, como a tecnologia por si só é bem intuitiva, e eu sempre gostei de tecnologia e mexia quando tinha oportunidade, esse processo aí foi bem tranquilo, até porque as capacitações sempre são bem práticas e isso fez toda a diferença, me ajudando a ver que ensinar robótica é, na verdade, dar condições de novos pensamentos e ideias, e não ficar agarrado a uma única saída (PROFESSOR 1, 2022, Entrevista).

Ao analisarmos a evidência acima, compreendemos nos escritos da fala do Professor 1 que, apesar da apreensão relacionada ao novo, ao buscar integrar sua vivência de sala de aula, em meio a RE, às suas experiências passadas, o mesmo habilitou-se ao cumprimento de diferentes tarefas dentro da disciplina de RE, produzindo, segundo Bourdieu (2013), uma relação dialética entre a situação e o *habitus*, gerando um embate capaz de fomentar novos pensamentos e ideias. Ao entendermos que o *habitus* é aquilo que está em nós, o referido contato com a tecnologia acaba provocando o rompimento de possíveis estruturas geradas pelo mesmo, forçando-nos a ir em direção ao incerto, momento em que passamos não só a resolver problemas, mas também a formulá-los, tendo assim, uma Aprendizagem Inventiva.

Apoiados nessas considerações, deparamo-nos então com o cerne da unidade, ao buscarmos entender as possibilidades de aprendizagens matemáticas geradas pela coexistência matemática/RE. Para isso, esta investigação se pauta da ideia de Santos (2020) de que a RE se compõe de objetos físicos/virtuais, destinados “especificamente para promover o aprendizado por meio da interação prática” (ZUCKERMAN, 2006, p.1).

Em seus escritos, Zuckerman (2006) apresenta um panorama envolvendo pioneiros educacionais que contribuíram, a seu modo, com avanços no campo da aprendizagem por meio da interação com objetos físicos/virtuais destinados à Educação por meio da interação prática. Dentre estes, daremos destaque as ideias associadas a Froebel (1782-1852), uma vez que este, segundo Zuckerman (2006, p. 6) “[...] procurou incentivar a criação de ambientes educacionais que envolvessem trabalhos práticos e o uso direto de materiais”, o que para Santos (2020) seria o processo “mão na massa”, realizado pelos estudantes ao projetarem e construírem robôs. Acredita-se que o estudante, ao envolver-se com tais situações, teria sua compreensão ampliada. Do ponto de vista da Educação, pautando-nos na concepção de Zuckerman (2006), o mesmo acreditava na necessidade de se aprender a partir de representações de coisas reais existentes, modelos, entendimento que encontramos na evidência a seguir:

[...] por ter um bom desempenho durante as aulas de robótica, fui convidado pelos professores a participar de um campeonato, e nele consegui aprender diversos conceitos da Física e da Matemática também, que são ensinados de um jeito diferente das aulas dessas disciplinas, e isso me ajudou também em outros conteúdos que eu nem estava vendo no bimestre. Em seis meses na construção do nosso carro de Fórmula 1, conseguimos entender conceitos como: Efeito coandã, princípio de bernoulli, downforce, centro de gravidade, entre outros. Além das habilidades que também desenvolvi com o computador como modelagem 3d e com softwares de imagem e vídeo (ALUNO 5, 2021, Entrevista).

Nessa mesma linha de pensamento, ensinar-aprender por meio da interação com objetos físicos/virtuais, está Valente (1999, p. 57), que argumenta que o aprendizado “é baseado no processo de construir e refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído”. Fazendo-nos, do ponto de vista pedagógico, entender que aprender Matemática neste tipo de ambiente, torna todo o processo bem mais dinâmico e atraente, ao se construir e controlar robôs. Acerca das habilidades matemáticas trabalhadas durante as aulas de robótica, para o Aluno 6, são fundamentais porque

[...] contribuem na otimização das programações, e fazemos cálculos matemáticos em diversos momentos, como na vez que o professor pediu para nós montarmos o robô seguidor de linha do livro, o desafio era fazer ele seguir um percurso que o professor tinha feito com fita isolante, com algumas curvinhas, ele tinha que ir e voltar sem perder a linha. Até que foi bem simples, e fizemos rápido até, mas aí começamos a imaginar, e se nosso robô fosse tipo aqueles que transportam objetos nas fábricas? Porque já tem isso, o senhor sabe né? Ai se tivesse obstáculos no percurso que era a linha feita de fita isolante, tipo pessoas ou outras máquinas? Bom, o professor gostou muito da nossa ideia, mas de cara a gente viu que só com os sensores de cor apontados para o chão não daria para desviar dos obstáculos que a gente estava inventando ali, porque cada um do grupo queria colocar um mais difícil que o outro rsrs. Ai nós já começamos a modificar nossa montagem e inserimos um sensor ultrassônico no nosso robô, tipo para ele ver os obstáculos, mas aí apareceu outro problema, porque para desviar dos obstáculos nosso robô teria que abandonar a linha, mais aí já percebemos que assim que o robô identificasse o obstáculo, com o sensor ultrassônico, a uma distância tipo menor que 10 cm por exemplo, era só ele realizar 4 curvas de 90° graus que já dava para desviar do obstáculo e voltar para a linha, há! e para deixar o robô alinhado na linha, também usamos lógica matemática para saber qual sensor está com um valor maior por exemplo: $<$, $>$, \leq , \geq , $=$ e \neq . Bom é isso! É por isso que eu acho a matemática útil, porque a gente sempre está usando ela na programação para solucionar os desafios das aulas e esses que a gente inventa também rsrsrs. (ALUNO 6, 2022, Entrevista).

Sobre a situação retratada nos escritos da fala do aluno, eis que surge, em nossa compreensão, uma primeira situação de Aprendizagem Inventiva. Antes de discutirmos acerca da reflexão do aluno, concordamos com o entendimento de Silva et al. (2020), no sentido de que, construções e programações que ocorrem a partir de manuais, podem até favorecer a invenção/criatividade na solução de problemas propostos, contudo, tendem a não beneficiar a invenção de problemas por parte dos alunos. No entanto, entendemos que tal situação é identificada na evidência acima apenas em um primeiro momento da atividade, onde os alunos

fazem uso do manual para a montagem do robô seguidor de linha, para usarem de criatividade na solução de um problema proposto pelo professor e até considerado simples pelos alunos, contudo, em continuidade, os alunos logo passam a problematizar uma situação onde se viram como responsáveis pelo transporte de mercadorias em uma empresa, na qual deveriam criar um sistema inteligente e autônomo, capaz de se locomover transportando mercadorias e, ao mesmo tempo, desviar de qualquer obstáculo à sua frente.

Por meio de tal situação inventiva elaborada pelos alunos, utilizando o robô seguidor de linha, conteúdos relacionados a distâncias, unidades de medida e graus, foram utilizados. Com isso, os alunos, ao utilizarem o robô no desenvolvimento de suas próprias propostas, na concepção de Silva et al. (2020, p. 415), “foram aos poucos inventando a si mesmos por meio de suas próprias experiências de problematização, durante a invenção de mundo e invenção de problemas” que certamente, geraram novos aprendizados. Nas palavras de Kastrup (2001, p.25), tal situação de “ensino-aprendizagem depende de um mestre que não se furte de sua condição de aprendiz”, sendo este momento evidenciado na fala do Aluno 6, quando o professor mostra interesse pela questão levantada, se revelando atento aos fluxos de conhecimento, gerados no *breakdown* dos alunos.

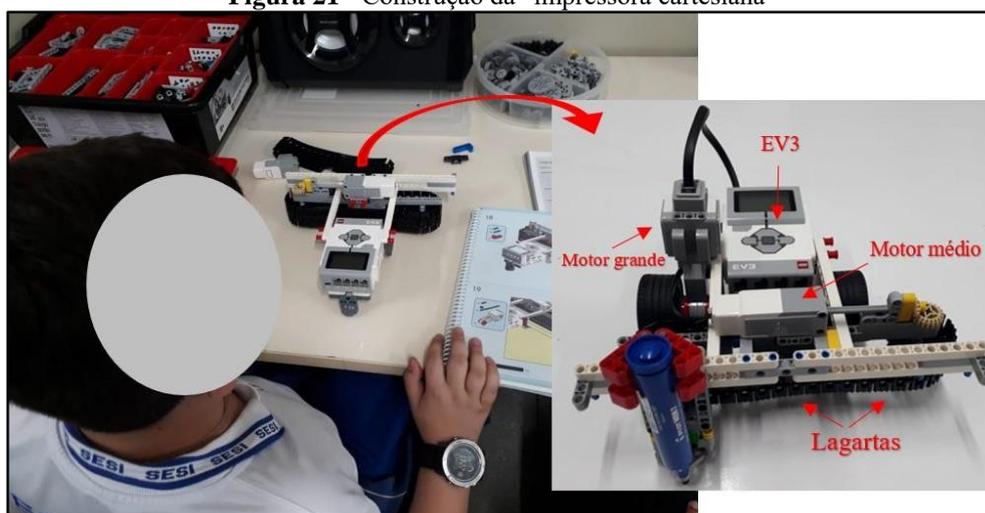
Em continuidade, e embasados nessas considerações, deparamo-nos com um outro momento no curso das nossas observações que se mostrou capaz de produzir reflexões, similares as expressas pelo Aluno 6, discutidas anteriormente. Reflexões estas envoltas em montagens, programações, e uma matemática evidente ou mesmo oculta, que segundo Leitão (2010) pode não ser explícita por um capricho “próprio do desenvolvimento da tecnologia” (LEITÃO, 2010, p.14), em que fotografias não seriam capazes de representar em sua totalidade, mas que, de maneira objetiva, poderão dar ao leitor a visão necessária para o seu entendimento. Trata-se da atividade intitulada “Impressora Cartesiana”, que foi realizada no dia 25/01/2022 pelo Professor 1, a qual apresentaremos em maiores detalhes.

Esse dia foi marcado por um detalhe interessante, pois percebemos que alguns dos alunos pertencentes a turma onde a atividade aconteceu já haviam participado de campeonatos e olimpíadas externas e eles naturalmente encabeçaram os grupos após as orientações iniciais do professor, posicionando-se como “tutores” entre os grupos formados. Um outro detalhe que nos chamou a atenção foi o fato dos alunos abrirem mão dos manuais de montagens impressos, optando pelo uso de *tablets* ou do próprio celular (NOTA DE CAMPO, 25/01/2022).

Analisando o momento evidenciado acima, nota-se que a atividade foi capaz de gerar nos alunos, o trabalho em equipe e a disposição de ouvir o outro. Percebe-se ainda, a inclusão de Tecnologias de Informação e Comunicação de outra natureza, ao passo que os alunos abrem mão do uso do material impresso e optam pelo uso de *tablets* ou do próprio celular. Nesse

cenário, o Professor 1 passou a apresentar os objetivos da aula, mostrando que, durante a aula, os alunos teriam que construir uma impressora cartesiana para, a partir do movimento dos motores nos eixos X e Y, entenderem o funcionamento das impressoras e apropriarem-se do sistema de coordenadas cartesianas. As equipes seguiram com a leitura da seção “Conectar”, passando a “Construir” uma impressora capaz de se movimentar em duas direções, nos eixos vertical e horizontal, conforme Figura 21.

Figura 21 - Construção da “impressora cartesiana”



Fonte: O Autor - Execução de aula / Projeto dos alunos 3 e 4 (2022), ed. Minha.

Para a construção da impressora cartesiana apresentada na Figura 21, os grupos fizeram uso de um bloco Ev3, um motor grande, um motor médio, duas rodas médias, lagartas e uma série de hastes e pinos conectores, além de cabos para a comunicação entre os componentes. Findada a parte de construção, seguiram “analisando” o funcionamento da impressora e construindo uma programação capaz de testar os seus limites, enquanto nós, seguíamos em busca dos momentos gerados pelos fluxos de conhecimento, capazes de propiciar a problematização por parte dos envolvidos.

Em um dado momento, notei uma preocupação por parte do Professor 1, no sentido de se certificar que os alunos compreendessem que uma impressora compõe as imagens com um conjunto de pontos, e que cada um desses mesmos pontos é definido por um par de coordenadas cartesianas (NOTA DE CAMPO, 25/01/2022).

Ao analisarmos a evidência, acreditamos que a preocupação do professor se deve ao seu interesse em cumprir com os seus objetivos, abordando o sistema de coordenadas cartesianas no decorrer da atividade. Todavia, nesse meio tempo, notamos o surgimento do primeiro momento de *breakdown*, mediado pelo interesse dos alunos na qualidade das imagens, ao passo que, “quando a quantidade de pontos em uma região do papel é grande, a imagem fica com uma definição melhor” (SIGNORELLI *et al.*, 2016, p. 94). Pois bem, com o seu interesse aguçado,

o Aluno 3 questiona: “*Professor, isso tem a ver com a qualidade das imagens na televisão também?*”, antes mesmo da resposta, o Aluno 4 adiciona: “*e das câmeras dos celulares?*”. Neste momento, e apesar do interesse do professor em atingir seus objetivos propostos anteriormente, o mesmo assumiu uma postura de mediador, e até se mostrou feliz com a problematização realizada, ao passo que, ao mesmo tempo que chamava a atenção dos alunos para a Figura 22, retrucou: “*Ótima pergunta pessoal, mas, que tal vocês buscarem a resposta a esses questionamentos? Uma dica! Hoje já temos a nossa disposição, nos televisores e celulares, as resoluções HD, Full HD e 4K*”.

Figura 22 - Impressora Cartesiana. Mesma imagem, resoluções diferentes



Fonte: Signorelli *et al.* (2016, p. 94).

Os alunos então, acabaram utilizando como ponto de partida, os diferentes momentos apresentados na Figura 22, compreendendo a diferença na qualidade da imagem formada, a depender da quantidade de pontos, ou pixels, como eles mesmos descobriram na pesquisa que fizeram. Tal momento se mostrou proveitoso, ao ponto de gerar as seguintes reflexões:

Depois dessa aula professor, sempre que eu olhar para uma imagem, vou pensar no conjunto de pontos que formam ela, agora até a parada dos pixels que aparecem quando ampliamos uma imagem tem mais sentido rsrs, ei e as imagens em 4 k então? Haja pontos para chegar nesse tipo de definição, rsrs (ALUNO 3, 2022).

Já estou pensando no tamanho da programação para fazer a impressão de uma figura totalmente preenchida com essa impressora que fizemos, seriam muitos movimentos (ALUNO 4, 2022).

Ao analisarmos os escritos das falas dos alunos, acreditamos que tal entendimento foi alcançado devido as diferentes possibilidades geradas pela disciplina de RE, permitindo aflorar

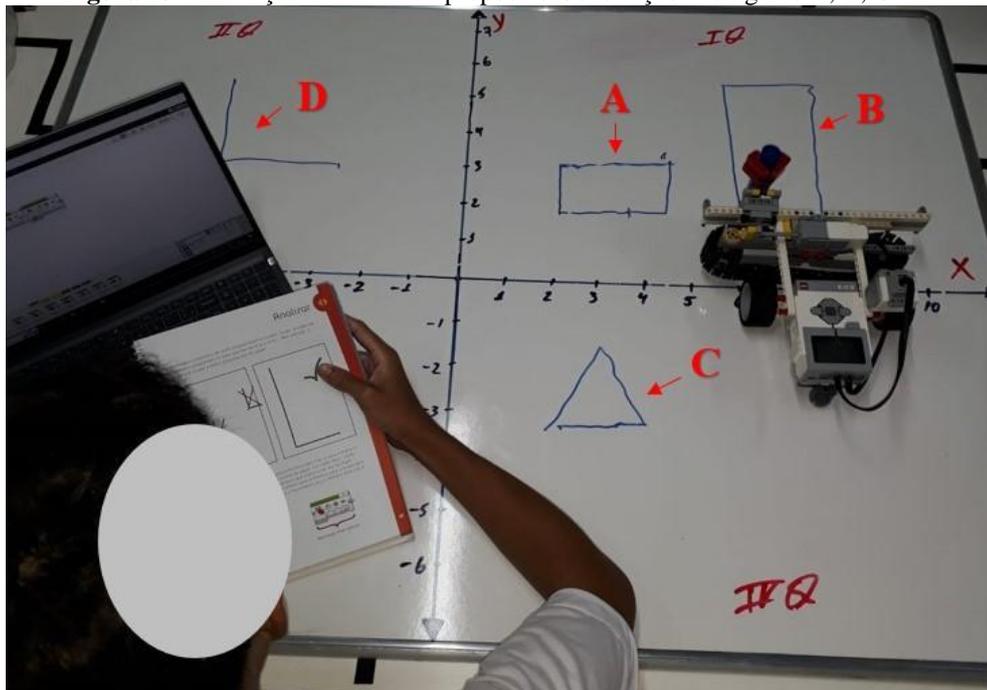
a Aprendizagem Inventiva, responsável pelo breakdown que gera os fluxos de conhecimento experimentados pelos alunos. Não nos esquivando, é claro, de mencionar o fato do professor mediar tudo isso. Recordamo-nos ainda, das palavras de Steffen (2002), quando a mesma menciona que ao se realizar este tipo de atividade, o professor deve ter a percepção de que “[...] confrontar o conhecido com o desconhecido” traz à tona situações-problema que geram expectativas capazes de despertar “no aluno, o desejo da descoberta” (STEFFEN, 2002, p. 85).

Com relação a toda a situação explorada acima, para Barbosa (2016, p. 235), tudo acaba sendo muito natural, pois a RE é um ambiente que “[...] desencadeia situações propícias ao desenvolvimento de situações problemas, que, para os sujeitos, é um momento de mobilização interna, reflexão e transformações na forma de pensar e agir”. Segundo Leitão (2010, p.74), das “interações com o robô emergem muitas ideias [...], sobretudo aquelas que não estavam previstas quando da preparação da atividade”.

Findada a discussão inicial, uma outra situação pode ser observada com a continuidade da atividade, Figura 23, que expõe quatro desafios distintos, sendo o mais simples a impressão nomeada por “D”, e o mais complexo, a impressão nomeada por “C”. Acabamos tendo esta conclusão tomando por base a evidência a seguir:

“Ei pessoal!! Vamos começar a programação pela impressão da letra L, é a mais fácil, é só programar um movimento com o motor grande no eixo Y e depois um movimento com o motor médio no eixo X, mas fica ligado porque se é para escrever um L, o movimento tem que ser negativo no eixo Y se não o L fica de cabeça para baixo rsrsrs” (ALUNO 3, 2022, NOTA DE CAMPO).

Figura 23 - Execução da atividade proposta / Construção das figuras A, B, C e D



Fonte: O Autor - Execução de aula / Projeto dos alunos 3 e 4 (2022), ed. Minha.

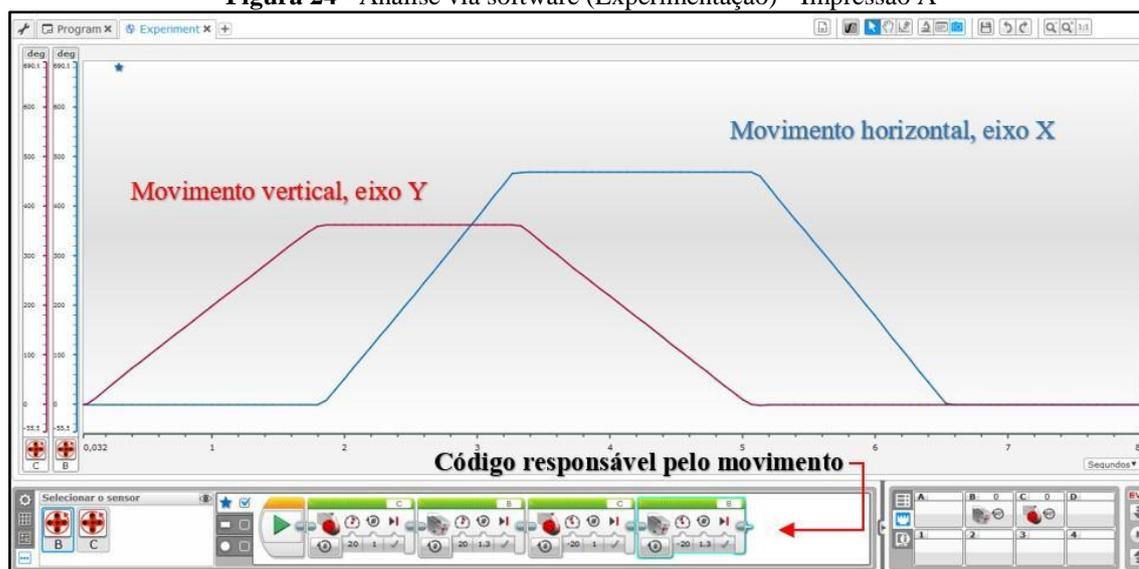
Na figura, notamos os quatro desafios lançados pelo Professor 1, sendo os mesmos relacionados a impressão de dois retângulos, um triângulo e a letra L, nomeados como impressões A, B, C e D, respectivamente. Ao observarmos a Figura 23, nota-se que cada uma das impressões possuía um “endereço” específico, onde os dois retângulos, estavam localizados no primeiro quadrante, a letra L, localizada no segundo quadrante e, por fim, o triângulo, localizado no quarto quadrante. Para a situação retratada na Figura 23,

[...] inicialmente a sugestão era que fossem distribuídas cartolinas para os grupos, no intuito de que os testes de programação/impressão fossem feitos, entretanto, prevendo desperdício de papel devido as inúmeras tentativas de programação/impressão, o professor optou por utilizar um quadro branco, onde as equipes poderiam realizar suas impressões, e em caso de erro, apagar facilmente (NOTA DE CAMPO, 25/01/2022).

Seguindo e avançando um pouco mais com a atividade, percebemos em um dado momento que o Aluno 3, ao ser desafiado e problematizado durante a tentativa de impressão da letra L, indicada na Figura 23, teve um momento de *breakdown*, ao questionar: “*professor, no caderno usamos letra cursiva, e a letra L que imprimimos está em letra de forma, seria muito difícil a lógica de programação para imprimir em letra cursiva?* ”. Nota-se que o Aluno 3 acabou por questionar a necessidade de uma linha de programação diferente para a impressão em letra cursiva e/ou de forma/imprensa. No entanto, o professor não demonstrou interesse em explorar aquela situação, dizendo que a mesma ficaria para uma outra oportunidade, mesmo tendo ali a oportunidade de estimular aquele fluxo de conhecimento, talvez explorando o fato de que, apesar de terem o mesmo som, as opções de escrita em letra cursiva, ou de imprensa, por terem formatos diferentes, exigiriam movimentos diferentes da impressora, necessitando, é claro, de uma programação específica. Conhecendo as habilidades de ensino-aprendizagem demonstradas pelo respectivo professor, imaginamos que o mesmo não tenha explorado o fato devido ao tempo que tinha para a realização da atividade, considerando que demonstrava preocupação com isso, ou que de fato, não tenha enxergado significado na situação.

Como próximo passo, nos cabe assinalar que após as impressões terem ocorrido com sucesso, depois de algumas tentativas fracassarem, passou-se a explorar algumas funções de análise existentes no próprio software EV3, tais funções acabaram por facilitar a visualização do conteúdo matemático abordado, neste caso, o de plano cartesiano, expondo o funcionamento do dispositivo, Impressora Cartesiana, durante a Impressão A, o retângulo. No intuito de representar esta situação, seguimos com o momento de análise descrito, onde o mesmo pode ser observado em mais detalhes na Figura 24.

Figura 24 - Análise via software (Experimentação) - Impressão A



Fonte: O Autor - Projeto dos Alunos 3 e 4 (2022), ed. Minha.

Por meio da Figura 24, acima, visualizamos a tela de experimentação disponível no software de programação LEGO EV3. Trata-se de uma tela/aba de experimentação responsável por simular, graficamente, as programações realizadas na aba comum, por meio dos blocos de programação, esta acaba sendo uma opção adicional, para ser explorada pelos professores e alunos da disciplina de RE. No momento de captura da imagem, Figura 24, podemos observar o instante de reprodução da Impressão A, retângulo na Figura 23. Na programação, os alunos 3 e 4 optaram por construir a citada figura a partir de dois movimentos no eixo Y, medidos em graus, devido à necessidade de movimentação da impressora através dos motores, cor vermelha na tela de experimentação, e dois movimentos no eixo X, cor azul na tela de experimentação, sendo estes condicionados a um dado intervalo de tempo.

Durante o uso da tela de experimentação, notamos uma certa inquietação no grupo ao qual pertenciam os alunos 3 e 4, percebemos que os mesmos estavam interessados no tamanho das figuras impressas. Em um dado momento, talvez induzido pela problematização que acabara de fazer em seu grupo, o Aluno 3 questiona: “*professor, até aqui beleza, mas como podemos construir impressões usando centímetro ou metro? Porque é isso que a gente usa nas aulas de matemática*”, ao passo que o aluno 4 acrescentou: “*dá para transformar professor?*”. O professor de imediato demonstrou muito interesse na situação, e disse: “*Vamos lá, pessoal, todos entenderam o motivo do movimento da impressora ser calculado em graus?*”. Respondendo os alunos: “*Sim!*”. Continua o professor: “*Ok então, só lembrando, isso é necessário devido ao uso dos motores para o movimento da impressora, por termos utilizado rotações na programação. Agora, o que deve girar para o movimento acontecer?*”, respondendo não só os alunos 3 e 4, mas todos os presentes: “*As rodas professor*”.

Respondendo o professor: *“Muito bem pessoal! Então a partir de agora, parem com as programações e busquem pela resposta aos questionamentos que vocês fizeram”*.

Neste momento, instantaneamente os grupos minimizaram suas telas de programação e, partiram em busca das possibilidades de conversão entre as unidades, grau, centímetro e metro. Até os alunos responsáveis pelo registro em fotos da construção da impressora e aqueles que construíam os relatórios, se interessaram pela questão, apanhando seus celulares em busca da solução ao questionamento feito inicialmente pelo Aluno 3 (NOTA DE CAMPO, 25/01/2022).

Poucos minutos depois, o Aluno 3 exclama: *“Professor, encontrei um site, Figura 25, que faz a conversão, mas preciso do raio das rodas”*. Respondendo o professor: *“Ótimo, já deu uma olhadinha nas rodas? ”*, pois já era do conhecimento do professor que as rodas do kit LEGO trazem consigo, as informações de diâmetro e raio, o que fez com que os alunos rapidamente apanhassem suas impressoras cartesianas para verificar o raio das rodas que utilizaram.

Figura 25 - Calculadora Online utilizada pelo Aluno 3

Conversion																
Home	Mass	Length	Area	Volume	Time	Temp	Speed	Pressure	Force	Power	Energy	Flow	Frequency	Info SI	Info Binary	Numbers
Converter graus em centímetros																
Ângulo, graus =												<input type="text"/>				
Raio do círculo, cm =												<input type="text"/>				
												Converter para cm				
Comprimento do arco, cm =												<input type="text"/>				
Fórmula utilizada pela calculadora online.								L - comprimento do arco [centímetros]; R - raio do círculo [centímetros]; a - ângulo [graus].								
$L = \pi * R * a / 180$																

Fonte: Blogger (2020), ed. Minha.

A Figura 25, apresenta a calculadora online utilizada pelos alunos na busca pela solução da problematização realizada anteriormente, nela, verificamos a possibilidade de se retirar diretamente do software EV3 as medidas utilizadas na programação em graus, associadas ao raio das rodas utilizadas que geram, após o cálculo, o comprimento do arco gerado pelo giro das rodas. Em poucos instantes, o próprio Aluno 3, que inicialmente gerou o questionamento, exclamou: *“Professor, o retângulo que imprimimos tem 17,5 cm de altura, e 22,8 cm de base”*. Neste momento, todos, foram tomados por um sentimento de conquista e felicidade, ainda mais o professor é claro, ciente do fluxo de conhecimento gerado ali.

Em nossa compreensão, o momento de inquietação do Aluno 3 revela-se como mais um momento de *breakdown* no curso desta atividade, pois, ao problematizar, segundo Kastrup (2001; 2007; 2007b; 2010; 2015), os alunos não se limitaram à solução do problema proposto inicialmente pelo professor, nesse caso, a produção da Impressão A, mas passaram a fazer reflexões que geraram as linhas de conhecimento no ato de problematizar, de inventar problemas e suas soluções, evidenciando a Aprendizagem Inventiva.

Seguindo com a atividade, devido suas características, a estratégia de programação para a produção da Impressão A realizada pelos Alunos 3 e 4, se deu da seguinte maneira, ilustrado na Figura 26 a seguir.

Figura 26 - Lógica de Programação para produção da Impressão A

Movimento no papel/quadro branco.	Movimento no Plano Cartesiano.	Ícone de Programação correspondente ao movimento.
	Eixo Y; 1 rotação (360°); para cima.	
	Eixo X; 1,3 rotações (468°); para a direita.	
	Eixo Y; 1 rotação (360°); para a baixo.	
	Eixo X; 1,3 rotações (468°); para a esquerda.	

Fonte: O Autor (2022).

Ao analisarmos a Figura 26, percebemos que a produção da Imagem A se deu em quatro movimentos, sendo o primeiro no eixo Y, com uma rotação para cima, no eixo X, com 1,3 rotações para a direita, uma outra no eixo Y, com uma rotação para baixo, e uma última no eixo X novamente, com 1,3 rotações para a esquerda, movimentos que geraram um retângulo com 17,5 cm de altura e 28,8 cm de base. Sendo que nesta ação foi utilizado o bloco de ação “Mover” do software EV3.

Em prosseguimento, ao recorrermos ao livro didático da turma do 6º ano, utilizado pelo professor de matemática da referida turma, deparamo-nos com o mesmo conteúdo, plano

cartesiano, sendo trabalhado em sala, e não por mera coincidência, uma vez que, “*nosso planejamento é coletivo, então sempre temos ciência do que os outros professores estão trabalhando e em conjunto casamos as ideias para que uma abordagem complemente a outra*”, afirma o Professor 1 (2022). Ainda segundo o mesmo, tal sintonia entre os educadores é necessária, uma vez que “*em tempos de rápidas e constantes mudanças tecnológicas, é imperativo que se oportunize aos alunos situações em que os mesmos sejam incentivados a questionar, problematizar, e além disso, propor soluções, é claro*” (PROFESSOR 1, 2022). Para Barbosa (2016), nessas situações, se evidencia a importância da integração entre as atividades desenvolvidas pela RE e o livro didático das demais disciplinas. Com relação a essa integração, a mesma se mostra importante ao passo que possibilita

[...] tornar palpáveis os conteúdos, familiarizando um conteúdo aplicando algo que mostre o seu funcionamento na prática, potencializando absurdamente a captação do mesmo pelo aluno, pois amplia significativamente o desenvolvimento de habilidades e promove a integração entre conteúdos de diferentes áreas do conhecimento (PROFESSOR 2, 2020).

Deste modo, compreendemos que a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos surge a partir da construção de protótipos robóticos dentro da disciplina de RE, a exemplo da “Impressora Cartesiana”. Para Santos (2020), o uso dos kits para a construção dos robôs e sua posterior programação via software, fornecem a combinação perfeita entre teoria e prática que, alinhado a um planejamento coletivo, fomentam a aprendizagem que segundo Castelnovo (1970), não deve atrair o interesse dos alunos apenas para o objeto, robô, ou ao conteúdo, plano cartesiano, mas sim pelas interações entre objeto e conteúdo.

Nos fundamentamos em Kastrup (2001), ao entender que a Aprendizagem Inventiva não acontece apenas nos domínios da espontaneidade, mas também nas situações em que os estudantes são compelidos pelo ambiente em que estão, e pelas situações que experimentam, impelindo o seu *habitus*, por integrar as atividades desenvolvidas na disciplina de RE, às suas experiências, habilitando-se ao cumprimento de diferentes tarefas capazes de gerar um embate entre a situação experimentada e o *habitus*, forçando sua estrutura e gerando novos pensamentos e ideias, permitindo assim, que o uso da tecnologia quebre, por assim dizer, aquilo que está em nós com relação ao novo, nos levando em direção ao incerto, passando a não só resolver problemas de maneira criativa, mas a formulá-los, gerando a Aprendizagem Inventiva proposta por Kastrup (2001; 2007; 2007b; 2010; 2015).

Em continuidade, somos conduzidos a terceira unidade de análise, a Educação Pedagógica Matemática.

4.3 Educação Pedagógica Matemática - EPM

Aqui, apresentaremos a maneira como o professor empenha-se na extração da própria matemática do contexto utilizado, RE, transformando o conteúdo para o ensino, que segundo Koehler e Mishra (2009, p. 65) “ocorre à medida que o professor interpreta o assunto, encontra várias maneiras de representá-lo e adapta os materiais instrucionais às concepções alternativas e ao conhecimento prévio dos alunos”, gerando diferentes maneiras de se enxergar as ideias que surgem ao se forjar conexões, entre a manipulação dos protótipos robóticos na Disciplina de RE e o conteúdo matemático.

A partir dos autores citados, compreendemos a importância de se enxergar as conexões existentes entre a interpretação do conteúdo matemático, os materiais utilizados em sua aplicação e o conhecimento prévio dos alunos, caminhando para tal compreensão “no sentido de criar uma situação, onde possam emergir ideias matemáticas para o sucesso na atividade” proposta em sala (LEITÃO, 2010, p. 45).

Nessa mesma acepção, a elaboração de planos de aula voltados a conteúdos matemáticos associados ao uso de materiais de apoio para o desenvolvimento desses mesmos conteúdos, por meio de abordagens metodológicas diversificadas tais como: trabalho com projetos, resolução e invenção de problemas [...], e Robótica Educacional, podem potencializar, em nosso entendimento, a abstração por parte do professor, algo defendido por Koehler e Mishra (2009), expondo as diferentes maneiras de apresentar esses mesmos conteúdos adaptados aos alunos. Para Silva (2016, p. 3), essa dinâmica no “[...] processo de ensino-aprendizagem, exige de seus sujeitos novas posturas, para o aluno é necessário a interação, o professor é mediador do conhecimento e cabe ao mesmo promover o sentido e o significado deste saber”. Com relação ao sentido daquilo que se aprende, recordamo-nos das palavras de Papert (1985) acerca de um tópico em específico que chamava sua atenção, engrenagens.

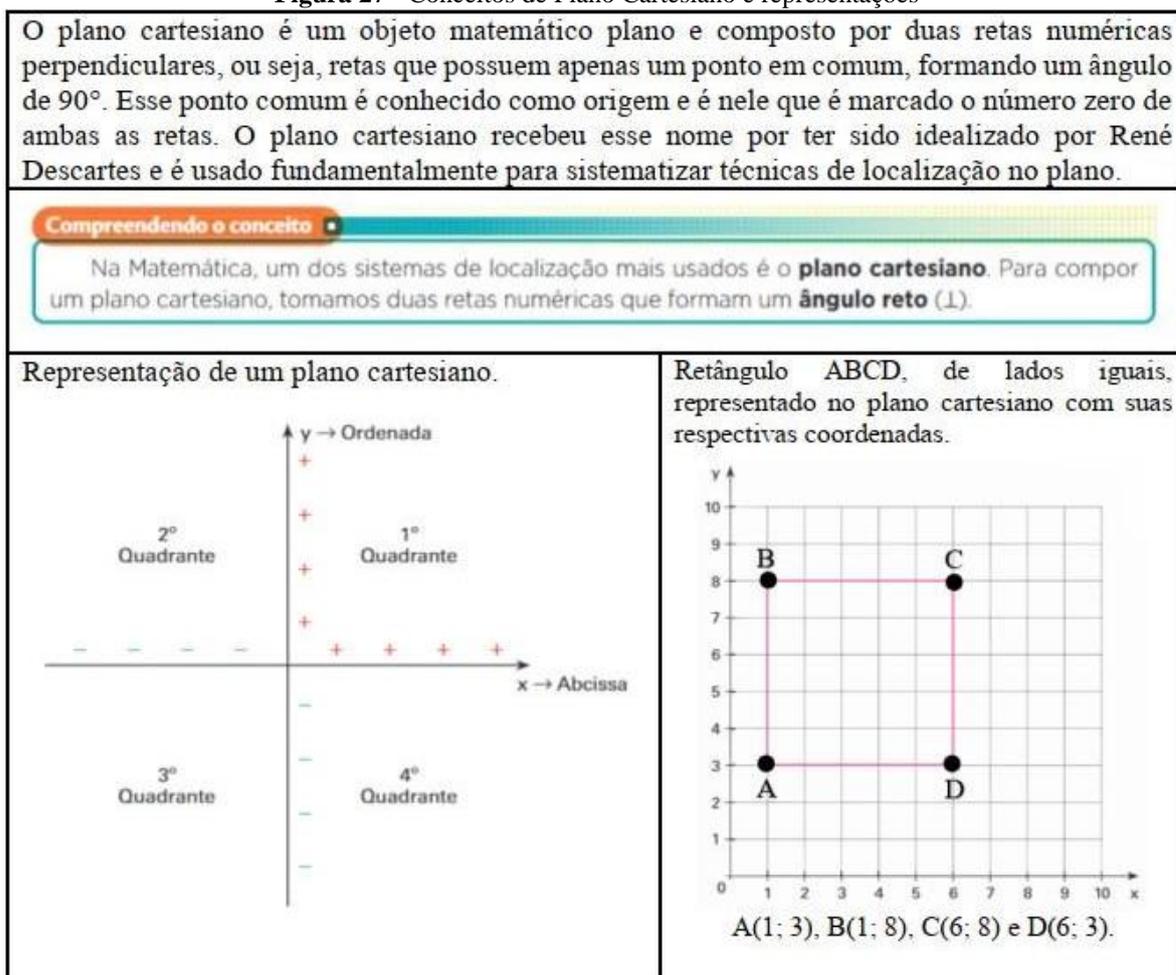
[...] Primeiro, **elas faziam parte de meu ‘cenário’** natural, estavam embutidas no mundo ao meu redor. Por isto pude encontrá-las sozinho e **me relacionar com elas à minha própria maneira**. Segundo, as engrenagens faziam parte do mundo dos adultos que me cercavam e **através delas eu podia sentir como as engrenagens giravam imaginando meu corpo girando**. Isso me possibilitou **usar o meu ‘conhecimento do corpo’ para pensar sistemas de engrenagens**. E finalmente, porque em todos os sentidos reais a relação entre engrenagens **contém grande quantidade de informação matemática**, eu podia **usá-las para pensar sistemas formais**. Isso mostra como as engrenagens me serviam como um ‘objeto de pensar’ (PAPERT, 1985, p. 25, grifo nosso).

Ao citarmos Papert (1985), avulta-se em nossa investigação a busca pelo sentido daquilo que se aprende, o que vem a ser, para Barbosa (2016), considerando o foco da nossa investigação, a integração das tecnologias digitais no processo de trabalho com a RE, relativo

ao ensino da matemática, “ou seja, precisamos nos apropriar das tecnologias, para o desenvolvimento humano” (BARBOSA, 2016, p. 28), tornando o indivíduo capaz de “questionar, investigar, estabelecer conexões de conhecimento, produzir e ser independentes em sua vida” (BARBOSA, 2016, p. 28), fazendo com que o indivíduo seja capaz de pensar em sistemas formais dentro da Disciplina de Matemática, através das abordagens e metodologias presentes na Disciplina de RE, como defendido por Papert (1980), nos fazendo compreender que por meio de um planejamento voltado para abstração dos conteúdos matemáticos presentes na Disciplina de RE, o professor possa dar ainda mais sentido aquilo que se ensina, fazendo com que protótipos robóticos sejam capazes de criar cenários naturais aos alunos para o ensino da matemática.

Nesse cenário, recordamo-nos da preocupação do Professor 1, onde o mesmo, durante a execução da atividade “Impressora Cartesiana” buscava, a todo momento, “*se certificar que os alunos compreendessem que uma impressora compõe as imagens com um conjunto de pontos, e que cada um desses mesmos pontos é definido por um par de coordenadas cartesianas*” (NOTA DE CAMPO, 25/01/2022). Entendemos aqui a intenção de se dar sentido para aquilo que se ensina, mediante um planejamento bem elaborado, onde o professor dava atenção ao conteúdo matemático ali presente, evidenciando por exemplo, a localização das figuras impressas. Ao mencionarmos o conteúdo matemático abordado em maior intensidade, plano cartesiano, recordado acima, apresentamos na Figura 27, algumas definições:

Figura 27 - Conceitos de Plano Cartesiano e representações



Fonte: Adaptado, respectivamente, de Silva (2018b) e Zattoni (2020). Ed. Minha.

Ao analisarmos na Figura 27, com respeito aos entendimentos do que seja plano cartesiano, encontramos aproximações com o entendimento expresso pelos alunos no decorrer da atividade “Impressora Cartesiana”, além das representações feitas por Zattoni (2020) se aproximarem do produto final obtido com o protótipo da impressora. Com isso, compreendemos que a maneira como o conteúdo do plano cartesiano foi abstraído, a atenção demonstrada pelo professor, além do seu interesse em permitir os fluxos de conhecimento, geradores do *breakdown* dos alunos, e a forma como o protótipo robótico “Impressora Cartesiana” foi utilizado, foram os responsáveis por potencializar a aprendizagem nos diferentes momentos presenciados por nós durante as observações.

Na busca pelo embasamento de tal compreensão, a partir da Disciplina de RE, recordamo-nos de Kastrup (2015, p. 97), à medida em que defendemos que, as novas tecnologias da informação, dentre elas a RE, “não devem ser entendidas como meros objetos, tampouco como soluções para antigos problemas, mas como foco de criação de novos problemas, de novas relações com a informação, com o tempo, com o espaço, consigo mesmo

e com outros”. Atingimos tal compreensão, ao recordamos do momento em que, no curso de uma das atividades observadas, os alunos (1) problematizaram o transporte de mercadorias no galpão de uma fábrica, apesar deste não ser o que requisitava o professor no momento, ou, em outra, (2) questionaram acerca da qualidade em imagens reproduzidas nas telas do televisores ou mesmo *smartphones*, ou ainda em um terceiro momento, (3) quando questionaram a necessidade de uma programação diferente para a impressão de uma letra no formato cursivo ou de forma/imprensa, apesar do professor não ter enaltecido a situação, ou também, em um quarto momento, (4) quando problematizaram a respeito da diferença entre as unidades de medida utilizadas e a necessidade de convertê-las, dentre outras.

De fato, em vista do exposto, muitas foram as situações em que presenciamos a inventividade aflorar nos alunos, durante as aulas de RE, não apenas na busca pelas soluções dos problemas apresentados, mas, também, na problematização em diferentes situações, ao passo que estes sempre se posicionaram distantes do determinismo, que para Kastrup (2015, p. 100), ocorre “quando a mesma causa produz sempre o mesmo efeito”. À vista disso, ao passo que enxergamos a RE distante do determinismo, reconhecemos na problematização e no estranhamento, o advento da inventividade.

Em continuidade e mediados por tais considerações, somos conduzidos a nossa última unidade de análise, a Educação Matemática Pedagógica Tecnológica, momento em que iremos além das intersecções observadas entre as três unidades anteriores.

4.4 Educação Matemática Pedagógica Tecnológica

Nesta unidade, pretendemos ir além das intersecções entre os três componentes “centrais” (matemática, pedagogia e tecnologia). A Educação Matemática pedagógica tecnológica acaba sendo uma compreensão, que para Koehler e Mishra (2009, p. 66), “emerge das interações entre” a matemática, a pedagogia e a tecnologia. Enxergamos nessa unidade,

[...] a base do ensino eficaz com tecnologia, exigindo uma compreensão da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam as tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos e teorias da epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir sobre o conhecimento existente para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas (KOEHLER E MISHRA, 2009, p. 66).

Durante o desenvolvimento da nossa investigação, ao observarmos as aulas de RE, percebemos em diferentes momentos os professores, cada um a seu modo, realizando uma combinação desses três diferentes fatores, matemática, pedagogia e tecnologia, sendo é claro,

que não existe uma solução única que se aplique a cada professor ou a cada perspectiva de ensino. Ademais, nota-se que os caminhos de construção do conhecimento dentro da disciplina de RE, estão na capacidade do professor em caminhar com naturalidade entre as situações definidas pelo conteúdo, em nosso caso de interesse, a matemática, a pedagogia, envolta nesse processo e por fim, a tecnologia utilizada, nesse caso, os kits de Robótica Educacional. Desta feita, compreendemos que cada componente, além do relacionamento entre os mesmos, traz consigo certo grau de complexidade, ao passo que ignorá-los poderiam resultar em soluções simplistas ou falhas (KOEHLER E MISHRA, 2009).

Ainda nessa linha de pensamento, expomos a necessidade por parte dos professores em desenvolver “fluência e flexibilidade cognitiva não apenas em cada um dos domínios-chave” (matemática, pedagogia e tecnologia), mas na maneira propriamente dita que estes se relacionam, permitindo assim a construção de soluções eficientes. Compreendemos que enxergar a correlação desses três domínios não é tarefa fácil, entretanto, possível, à medida que se busque o equilíbrio dinâmico, estimulante e inovador (KOEHLER E MISHRA, 2009, p. 66).

Ao observarmos ao longo da nossa investigação o impacto gerado pela disciplina de RE, percebemos diferentes momentos em que os professores se deparavam com questões educacionais básicas que precisavam ser reconstruídas na busca pelo equilíbrio mencionado anteriormente. Nesta questão, que tal imaginarmos por exemplo a introdução da internet no contexto de sala de aula, considerando a ascensão da aprendizagem online por meio de dispositivos eletrônicos, que acabou ganhando força principalmente ocasionada pela pandemia da COVID – 19. É fato que a presença da tecnologia se fez bem mais necessária e isso gerou nos professores reflexões relacionadas a questões pedagógicas centrais, como a representação do conteúdo presente nas dezenas de páginas na web e a conexão entre os alunos e o conteúdo em si (KOEHLER E MISHRA, 2009). Assim sendo,

[...] ensinar com tecnologia é uma coisa difícil de fazer bem. [...] contextos de ensino/aprendizagem têm papéis a desempenhar individualmente e em conjunto. Ensinar com sucesso com tecnologia requer continuamente criar, manter e restabelecer um equilíbrio dinâmico entre todos os componentes. Vale a pena notar que uma série de fatores influencia como esse equilíbrio é alcançado (KOEHLER E MISHRA, 2009, p. 67).

Em busca do mencionado sucesso no ensino com tecnologia, criar como citado, diferentes situações em busca do referido equilíbrio entre matemática, pedagogia e tecnologia se mostra fundamental. Para Leitão (2010, p.30), ao se “criar um ambiente de aprendizagem que tem por finalidade a apropriação do conhecimento”, possibilita-se aos alunos liberdade para experimentar, [...] e expressar suas próprias convicções. Para Kastrup (2007, p. 85), “os

processos de criação funcionam [...] não mais como busca de caminhos indiretos para chegar ao mesmo fim, mas para trilhar outros caminhos”, permitindo o encontro de algo que não se pretendia encontrar.

Ao recordarmos das aulas de RE, mentalizamos diferentes momentos de invenção de problemas e as soluções destes durante a execução das atividades/desafios propostos, percebendo a Aprendizagem Inventiva surgir no seu desenrolar. Mesmo que o resultado obtido não fosse o esperado, os alunos sempre buscavam as soluções das questões que eles mesmos levantavam. A título de exemplo, nesta unidade apresentaremos ainda um último momento, que em nossa compreensão, emergiu das interações entre a matemática, a pedagogia e a tecnologia, tão presentes na disciplina de RE. Trata-se da avaliação da disciplina de RE, momento em que os alunos foram testados quanto a suas habilidades de problematização, construção e programação. Com respeito a esse momento, o Professor 2 deixa claro que:

Olha, com relação a esse momento de avaliação, eu preciso deixar claro que a **avaliação** como um todo dentro da disciplina de RE é **contínua**, ou seja, em todas as aulas de robótica nós temos um processo de **avaliação constante**, porque avaliando nossos alunos constantemente, no curso das atividades da disciplina, **nós conseguimos avaliar o nosso trabalho também**, sentindo cada momento e **modificando uma abordagem**, se necessário, porque talvez ela não tenha surtido o efeito esperado, ou mesmo **aperfeiçoando nossas técnicas** e por aí vai. Bom, dito isso, eu explico o porquê desse momento específico de avaliação. Você lembra que da outra vez eu mencionei que nessas avaliações nós **usávamos os kits de um jeito diferente**? Então, a ideia é que estes momentos **favoreçam a tomada de decisão por parte dos alunos**, não que os fascículos não façam isso, mas, tipo, que eles possam escolher como resolver a situação apresentada em função da própria vontade, usando os kits é claro, o conhecimento adquirido ao longo das aulas com os fascículos e os diferentes conteúdos abordados nas aulas. Bom acho que é isso rrsr (PROFESSOR 2, 2022, Entrevista, grifo nosso).

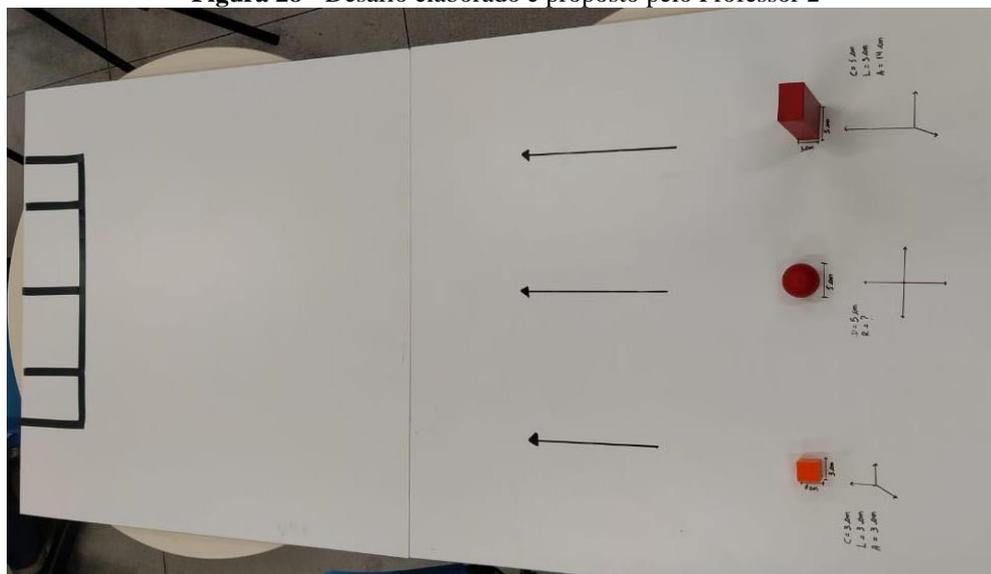
Ao analisarmos os escritos da fala do professor, percebemos uma preocupação em deixar claro que o processo de avaliação dentro da disciplina de RE acontece continuamente, e o mesmo expressa a importância disso, por entender que avaliando continuamente, além de perceber os efeitos nos alunos, identifica a possibilidade de uma autoavaliação, tanto das técnicas empregadas, quanto das atividades escolhidas no planejamento. Tal entendimento se mostra pertinente ao passo que, segundo Locatelli (2007), a avaliação contínua deve ser vista como um elemento pertencente a todo o processo de ensino-aprendizagem, ao passo que, constatar o aprendizado motiva tanto os professores quanto os alunos. Posto isso, entendemos que o momento de avaliação mencionado pelo professor está condicionado ao seu interesse em verificar se todas as ações pedagógicas realizadas no decorrer de um período, de fato foram capazes de “realizar as mudanças comportamentais de habilidades e de conhecimento

propostos”, mesmo é claro, que tal ação seja realizada continuamente, como menciona o Professor 2 (LOCATELLI, 2007, p. 14). Deste modo, seguimos para o momento da avaliação.

Ainda na sala de aula do 7º ano, percebi nos alunos muita curiosidade com relação ao desafio com o qual em breve iriam se deparar, muitos davam sugestões do que poderia ser, e notei que todos gostaram da ideia de serem desafiados naquele momento. Confesso que a curiosidade não é apenas deles, mas nossa também, ao tentar imaginar que tipo de situações viriam, pois, apesar de ser um desafio elaborado pelo professor, quantos fluxos de conhecimento o mesmo pode gerar? Que oportunidades de problematização os alunos terão? Aguardamos com ansiedade. (NOTA DE CAMPO, 03/03/2022).

Após terem sua curiosidade ainda mais aguçada, com a chegada do Professor 2 a sala, os alunos foram convidados para irem até o laboratório de robótica, onde, segundo o professor, uma surpresa os aguardava. A seguir, na Figura 28, a surpresa mencionada pelo professor.

Figura 28 - Desafio elaborado e proposto pelo Professor 2



Fonte: O Autor (2022).

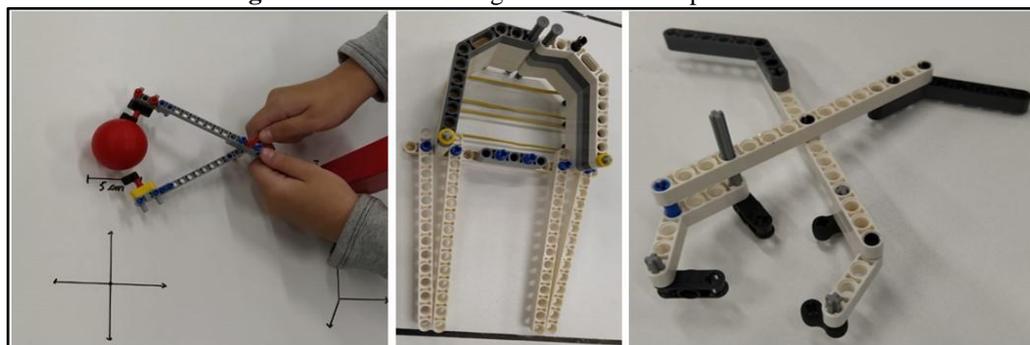
Na Figura 28, podemos observar a imagem do desafio elaborado, no referido momento de avaliação. O mesmo foi preparado em cima de duas placas brancas de madeira, que foram apoiadas em mesas no laboratório de robótica. O desafio consistia, basicamente, em movimentar 3 objetos específicos de um lado da placa ao outro, para locais indicados por fitas pretas, sendo os objetos: um cubo com dimensões 3cm x 3cm x 3cm, uma esfera, com diâmetro de 5 cm, e um paralelepípedo reto, com dimensões 5cm x 3cm x 14cm. Inicialmente, o professor chamou a atenção de todos, e passou a explicar o desafio que havia elaborado, apontando o principal objetivo: mover os três objetos de um lado ao outro da mesa. O professor passou a chamar a atenção dos alunos, também, para as dimensões e o formato de cada um dos objetos ali presentes. Findada as orientações iniciais, o Professor 2 diz: “*Há pessoal, uma última*

informação importante viu! Utilizem o kit é claro, mas, nenhum tipo de contato direto das mãos com os objetos será permitido durante a movimentação deles, então, vamos lá!”. Todos já haviam sido divididos em grupos ainda na sala de aula, então, partiram para o desafio.

Compreendemos que o desafio foi apresentado pelo professor, entretanto, passamos a nos movimentar pela sala, no intuito de perceber os fluxos de conhecimento por ventura gerados, por serem estes os responsáveis pelo *Breakdown*, na intenção de perceber se os alunos seriam capazes de elaborar, problematizar e propor soluções durante aquele processo de ensino-aprendizagem, evidenciando a Aprendizagem Inventiva (NOTA DE CAMPO, 03/03/2022).

Seguindo com nossa investigação, em um dado momento o Aluno 6 questiona seu grupo: *“ei pessoal, vamos ter que construir algum tipo de robô com garras?”*, onde o Aluno 7 responde: *“acho que nem precisa, já que é só para mover os objetos, talvez só uma garra já resolva, até porque, usando a garra não vamos tocar diretamente nos objetos com as mãos né, agora tem que ficar ligado no tamanho deles viu”*. Após um intervalo de tempo, algumas das produções dos alunos podem ser observadas na Figura 29, a seguir.

Figura 29 - Modelos de garras idealizados pelos alunos



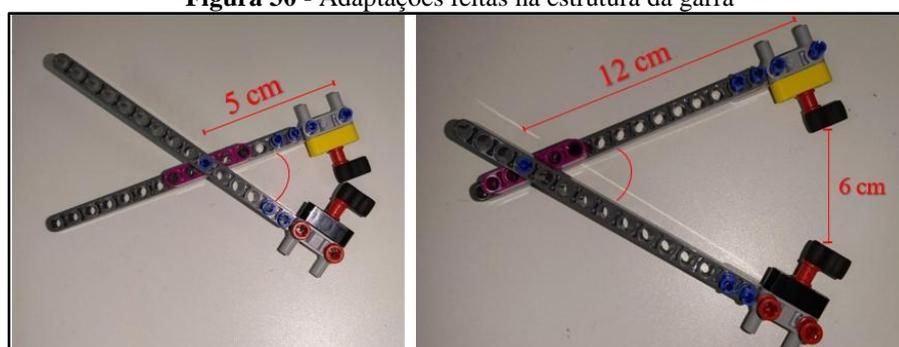
Fonte: O Autor (2022).

Na Figura 29, acima, percebe-se os diferentes modelos de garras idealizados pelos alunos, no intuito de cumprir com o desafio proposto, no entanto, após as primeiras tentativas de mover os objetos, os alunos imaginaram que um único modelo de garra não seria suficiente, considerando a diferença no tamanho dos objetos. Neste caso, a pressa em iniciar a montagem da estrutura acabou fazendo com que os alunos não dessem atenção as dimensões dos objetos fornecidas. Com isso, o Aluno 6 questiona: *“Bora pessoal, e aí? Vamos ter que fazer três garras? Porque com um modelo só, acho que não vai dar certo não”*. Após alguns momentos de reflexão, quase que simultaneamente, os Alunos 6 e 7 respondem: *“Vamos mudar a estrutura da garra, baseando no objeto maior!”*, continuando o Aluno 7: *“Por que eu acho que a questão não é fazer uma garra para cada objeto e sim uma com ângulo de abertura e tamanho suficientes para agarrar cada um dos três, baseando no objeto maior”*. Neste momento, o

Aluno 6 concordou com a solução apresentada pelo colega, mas, pergunta: “*Como assim ângulo de abertura?*”.

Pois bem, apesar da atividade ter sido idealizada pelo professor, ainda mais nesse momento de avaliação, percebe-se algo mais neste momento, ao passo que os alunos abriram mão dos fascículos e passaram, em maior intensidade, a problematizar, evidenciando o surgimento dos primeiros fluxos de conhecimento, protagonizados na surpresa, no *breakdown* do Aluno 7, que passa a justificar sua solução proposta ao Aluno 6, dizendo: “*Olha, se nós formos considerar o objeto maior, temos que pensar em um ângulo de abertura maior, e temos que prolongar a garra se não, não fará diferença*”. A solução referida pelo Aluno 7, pode ser observada na Figura 30.

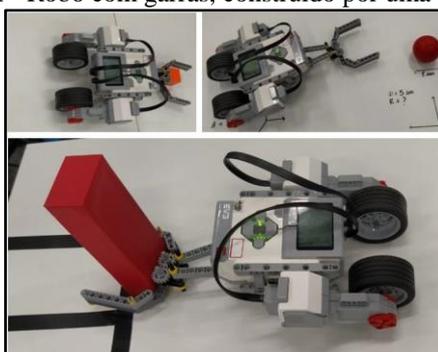
Figura 30 - Adaptações feitas na estrutura da garra



Fonte: O Autor (2022).

A imagem acima expõe a garra, em seu formato original, e após as modificações sugeridas pelo Aluno 7, mostrando o simples fato de que, quanto maior o raio, ou o lado da garra, maior o objeto que poderia ser agarrado por ela. Trata-se de uma solução muito simples, é verdade, mas, que só foi possível diante do momento em que o Aluno 7 foi compelido, não pelo ambiente comum a si, mas, pelo ambiente que experimentava naquele momento (KASTRUP, 2001). Além das garras apresentadas acima, outros grupos optaram pela construção de robôs com garras. Figura 30.

Figura 31 - Robô com garras, construído por uma das equipes



Fonte: O Autor (2022).

Na imagem acima, observa-se o robô com garras construído por uma das equipes, nele, podemos perceber que a equipe utilizou um bloco programável EV3, dois motores grandes e duas rodas grandes, além de cabos e conectores. Para a construção da garra acoplada ao robô, um detalhe interessante é que os alunos já levaram em consideração as medidas do objeto maior, talvez influenciados pela discussão do grupo ao lado, ou não, concluindo que o menor também seria acondicionado na garra sem maiores problemas. Findada a parte de construção, voltamos nossas atenções para o grupo ao qual pertencia o Aluno 7, pois outra situação acabara de surgir.

Apesar da sua estrutura pronta, e adequada ao tamanho dos objetos, o transporte dos mesmos não foi possível, pois *“a garra não prende, não tem aderência, o que podemos usar para ela ter aderência?”*, disse o Aluno 6. Tal fala chama a atenção do professor, que se aproxima do grupo, mas não intercede. Diante da situação, o Aluno 7 pergunta: *“Podemos pesquisar com o celular professor?”*, *“Devem! Responde ele”*. Após alguns instantes o Aluno 5 diz: *“Pessoal, estou vendo aqui que, para dois objetos terem aderência, eles não podem ser lisos ou polidos, e as peças LEGO são muito lisas, acho que deveríamos usar alguma coisa na ponta da garra, na parte de contato com os objetos, que tal as borrachinhas do kit?”*. O Aluno 7 acabara de reconhecer o conceito de atrito, e passou a aplica-lo em sua construção, o levando a solucionar um problema idealizado por ele mesmo, ao problematizar a situação que experimentava naquele momento, não por caminhos sinuosos como aponta Kastrup (2007), mas trilhando seus próprios caminhos. No referido momento, após repetidas tentativas de mover os objetos, o aluno acabou por entender que o erro estava na falta de aderência/atrito entre as peças. Neste caso, segundo Brito (2019, p. 26), percebe-se na situação vivenciada pelo Aluno 5, *“a aceitação do erro como uma estratégia na busca de soluções”* para as questões problematizadas por ele próprio, onde, além de formular o problema, se lançou em busca da solução.

Após alguns minutos de trabalho, observamos todo o grupo ao qual pertencia o Aluno 7 ser tomado por uma sensação de alegria e dever cumprido, ao conseguirem mover os três objetos ao longo da mesa, por usar de inventividade na construção e adaptação da sua própria estrutura, trilhando os seus próprios caminhos. Como idealizado inicialmente pelo professor, imaginamos. Vale mencionar que para tais momentos serem possíveis, nota-se na Disciplina de RE, uma abordagem pedagógica voltada para um processo de ensino-aprendizagem sem amarras, sem a existência de limites estritamente definidos, o que possibilita, extrapolar o conceito de aprendizagem. Em relação a esta questão, nos dizeres de Barbosa (2016),

[...] é importante compreender que o principal está nas ideias. A tecnologia, o computador é o meio pelo qual se pode simular, construir uma versão do mundo com a tecnologia, [...] o kit de robótica Mindstorms é um potencializador de ideias, em razão da sua possibilidade construtiva em relação à versão pronta e acabada [...], pois

permite, mais que ensinar, a andar por uma área. O kit de robótica possibilita a simulação de situações, a construção de objetos do dia a dia, possibilitando estabelecer uma conexão dos conhecimentos científicos com a tecnologia (BARBOSA, 2016, p. 44).

Ao citarmos Barbosa (2016), tendo em mente as situações vivenciadas durante nossas observações, compreendemos que a disciplina de RE se mostra capaz de fomentar um processo cognitivo não apenas em um dos domínios mencionados no início desta unidade de análise (matemática, pedagogia e tecnologia) mas, na relação entre estes, permitindo a criação de soluções eficazes em diferentes situações. Nesta questão e ao nos lembramos das pesquisas de Kastrup (2001, p.21), fica nítido que tais alunos, em contato com a Disciplina de RE, passam não apenas a adaptar-se as situações apresentadas na disciplina, mas passam a criar seu “próprio mundo” na invenção e resolução de problemas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve início em meados de 2020, onde, após nossos primeiros contatos com a Escola SESI de Araguaína, tivemos a oportunidade de nos desafiar em busca de respostas a questionamentos acerca da disciplina de robótica educacional desta mesma escola. O fato dos alunos do ensino fundamental II terem uma quantidade maior de aulas acabou direcionando nossa pesquisa para essa fase, composta por alunos do 6º ao 9º ano, tendo como foco a seguinte questão: **“como se constitui a Disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do ensino fundamental II da escola SESI de Araguaína – TO?”**. A resposta a esta questão acabou sendo construída ao longo do tempo, pois tais experiências, assim com afirma Barbosa (2016, p.103), “precisam de tempo para acomodar-se, criar relações internas” com base em diferentes ponderações, mediadas por diferentes autores e em observações e reflexões que resultaram na compreensão a que chegamos.

Diante do exposto, a resposta à pergunta norteadora foi sendo construída com base no alcance dos objetivos traçados para esta investigação, onde recordamos, como objetivo geral: compreender a constituição da disciplina de Robótica Educacional no habitus de estudo dos alunos do ensino fundamental II da Escola SESI de Araguaína – TO. Na busca de tal objetivo, deparamo-nos com dois habitus da RE de ensinar-aprender matemática: a Aprendizagem Criativa e Aprendizagem Inventiva, ao passo que compreendemos que a RE demonstra essas duas formas de aprender, dessa forma, percebemos que nas duas aprendizagens a invenção está presente, mas, em momentos distintos e com função distinta. No primeiro tipo de aprendizagem, o estudante inventa possibilidades diversas de criar resoluções para os problemas pré-existentes, apresentados inclusive, em muitas situações, pelo professor. Já na segunda, a invenção está na formulação do problema, sendo este o ponto de partida e não ponto de chegada. É não só aprender responder, mas, antes, aprender a formular o problema.

Ainda em relação às duas formas de aprender, constatamos que a primeira aparece no método, ou seja, nas atividades e cultura difundida pela LEGO, ao passo que a outra, aparece na interação entre os materiais utilizados e outros sujeitos envolvidos no processo e, ainda, mais forte no processo de avaliação adotado pela Disciplina de Robótica da escola SESI.

Ao lembramos dos objetivos específicos, sendo o primeiro deles: estudar dissertações e teses sobre a robótica educacional no ensino fundamental II, para a construção de um posicionamento acerca das principais problemáticas que estão surgindo neste campo de estudo. Chamamos a atenção a descrição feita no segundo capítulo, onde buscamos por temas anteriores que se aproximavam dos tópicos de interesse desta investigação, na busca de uma “ponta solta”

como menciona Yin (2016, p.73), deixada por outros investigadores para só então, posicionarmos nossa pesquisa, situando-a diante dos temas já existentes por meio dos nossos posicionamentos. Na construção desse panorama, percebemos nos trabalhos analisados uma concordância no sentido de posicionar a robótica educacional como área interdisciplinar, capaz de fomentar as transformações necessárias na rotina de aprendizagem dos alunos por meio da própria tecnologia, além é claro, do estímulo a busca por soluções de problemas estruturados por conceitos de diferentes disciplinas.

Como nosso segundo objetivo específico, recordamos: estabelecer os caminhos que nortearão a produção de dados durante o desenvolvimento da pesquisa. Este, por sua vez, foi descrito no terceiro capítulo, expondo os mecanismos utilizados no levantamento de dados e informações, assim como todo o registro envolvido neste processo, no intento de possibilitar a apropriação de eventos e comportamentos dos sujeitos da pesquisa ou, como defende Yin (2015, p. 106), “aprender as diferentes perspectivas dos participantes” envoltos na investigação. Tal questão nos foi de grande valia, ao passo que temos como ponto central desta investigação, a inventividade presente na disciplina de RE, à medida que constatamos, no decorrer dos nossos estudos, a diversidade de percepção por parte dos sujeitos envolvidos com a disciplina.

Como terceiro objetivo específico, também presente no terceiro capítulo, temos: acompanhar as atividades desenvolvidas pelos professores e alunos na disciplina de Robótica Educacional. Assim como Yin (2015), ao nos posicionarmos em nossa investigação, percebemos a importância de fazermos parte do cenário em que nosso caso de estudo estava inserido, na intenção de buscarmos por oportunidades propícias para o desenvolvimento das nossas observações diretas, que acabaram por resultar em notas de campo e imagens carregadas de evidências sólidas, além de entrevistas que fomentaram o alcance deste objetivo proposto. Assim, segundo Alves (2017, p.87), não apenas agora, mas mesmo antes da construção desta conclusão, entendemos a importância de se delimitar “claramente o foco da investigação”, para não nos desviarmos da nossa proposta inicial. Desse modo, pudemos examinar mais a fundo os fatos ou fenômenos pertinentes ao nosso campo de interesse, o que nos habilitou a identificar e obter provas no que concerne a elucidação da questão norteadora, durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Em continuidade, ao lembrarmos a maneira como fomos abastecidos de informações, somos movidos para o quarto objetivo específico: criar estratégias de análises de dados que possibilitem o acesso a informações relevantes para a construção da pesquisa; o que nos direciona ao quarto capítulo desta investigação.

Nesse momento, recordamo-nos de todo o anseio envolto nas possibilidades que tínhamos a nossa frente em busca do “fornecimento de respostas ao problema proposto” em nossa investigação (GIL, 2008, p. 156). Então, passamos a fortificar um estilo de raciocínio próprio, usando de rigor metodológico e associando a este é claro, todas as evidências coletadas ao longo de todo o processo, nos pautando também, em interpretações confiáveis já presentes em outros estudos, na busca por validade e confiabilidade. Posto isso, ao voltarmos nossas atenções para os dados obtidos, concedemos um enfoque especial ao habitus de estudo dos alunos, sujeitos da investigação, para a partir deles, evidenciarmos a Aprendizagem Inventiva presente na disciplina de RE. Assim sendo, tivemos a oportunidade de, nas palavras de Ponte (2020, p.275) “coligar o sujeito, detentor do hábito mental”, ao espaço educacional no qual estavam inseridos, tendo acesso as estruturas ofertadas pela disciplina de RE “sem retirar a capacidade inventiva” dos indivíduos, o que tornou de fato real, em nossa compreensão, a visualização da Aprendizagem Inventiva proposta por Kastrup em seus estudos.

Diante desse contexto, deparamo-nos ainda no referido capítulo com as quatro Unidades de Análise, sendo elas: a Educação Pedagógica Tecnológica (EPT), a Educação Matemática Tecnológica (EMT), a Educação Pedagógica Matemática (EPM) e a Educação Matemática Pedagógica Tecnológica (EMPT).

Ao discutirmos a EPT, apresentamos a necessidade de um entrelaçamento de ideias no ato de se ensinar com tecnologia, ao passo que, na visão de Vigneron e Oliveira (2006, p. 138), “ensinar por meio das tecnologias e estabelecer outros caminhos para as relações estabelecidas na escola, possibilitam a transformação do aluno em produtor de conhecimento e de cultura”. A vista disso, visualizamos em diferentes situações tal integração fomentada pelas atividades pertinentes a disciplina de RE, e não apenas entre alunos, mas entre alunos e professores regentes da disciplina. Concluímos, assim corroborando com as ideias de Papert (1999), que a RE pode viabilizar uma gama de produções em sala, e testemunhamos isso no curso desta investigação, observando como resultado, um ensino eficaz. Apresentamos ainda, nesta mesma unidade, argumentos que de fato mostram que as práticas de ensino-aprendizagem são alteradas, quando determinadas tecnologias são usadas de maneira específica, convergindo com os objetivos apresentados no próprio Projeto Político Pedagógico da escola pesquisada, ao se reconhecer que a RE é capaz de “preparar os alunos para a vida e para uma nova realidade profissional e, sobretudo, para enfrentar os desafios que se anunciam em um mundo cada vez mais dominado pela presença da [...] tecnologia” (SESI, 2020c, p. 19).

Desse contexto, atingimos então a segunda Unidade de Análise, a EMT. Nesta unidade, argumentamos acerca da coexistência da RE e a matemática, expondo as maneiras em que as

mesmas se influenciam ou restringem-se mutuamente. Em nossos escritos, apresentamos a maneira como o advento da tecnologia tem mudado a natureza da matemática, permitindo simulações via *software* e melhor compreensão de fenômenos. Tal relação acabou por propiciar a construção de diferentes abordagens visando os mesmos fins educacionais, ao passo que se mostrou a necessidade de apropriação, por parte dos professores, da tecnologia que estavam a utilizar, nesse caso a RE. Ao examinarmos as evidências associadas a este momento, concluímos que, apesar da apreensão relacionada ao novo visualizada em algumas situações, por observarmos os professores e alunos integrando sua vivência de sala de aula às suas experiências passadas, notou-se o cumprimento de diferentes tarefas dentro da disciplina de RE, gerando discussões capazes de fomentar novos pensamentos e ideias, estimulando a formulação de problemas e suas respectivas soluções, propiciando, desta forma a Aprendizagem Inventiva, ao passo que limites foram transpostos, promovendo um aprendizado mediado pela interação com dispositivos robóticos (BOURDIEU, 2013).

Na terceira unidade, a EPM, apresentamos as maneiras como os professores extraem a matemática do contexto utilizado, RE, transformando por assim dizer, o conteúdo para o ensino, além de diferentes situações em que os professores interpretaram diferentes assuntos e os apresentaram de maneira adaptada as concepções prévias dos alunos, o que acabou por forjar conexões entre a manipulação dos dispositivos robóticos e o conteúdo matemático. De fato, as situações descritas acabarão por possibilitar momentos que permitiram “emergir ideias matemáticas” durante o desenvolvimento das atividades na disciplina de RE (LEITÃO, 2010, p. 45). Ao passo que salta aos olhos o verdadeiro sentido daquilo que se aprende, proporcionado pela verdadeira integração das tecnologias dentro da disciplina de RE, com relação ao ensino da matemática.

Por fim, deparamo-nos com a quarta e última Unidade de Análise, a EMPT. Neste momento, apresentamos além da compreensão das intersecções expostas nas unidades anteriores, aquilo que emerge da correlação entre a matemática, a pedagogia e a tecnologia, apresentando uma compreensão relacionada aos conceitos que utilizam tecnologia, e técnicas pedagógicas que utilizam tecnologia para o ensino da matemática. Notou-se então que os professores participantes da pesquisa, cada um a seu modo, buscavam por uma combinação eficaz entre esses diferentes fatores, a matemática, a pedagogia e a tecnologia, tornando evidente que os caminhos de construção do conhecimento dentro da disciplina de RE, estão na capacidade do professor em caminhar com naturalidade entre as situações definidas pelo conteúdo (matemática), pela pedagogia envolta neste processo e por fim, no uso dos kits de robótica educacional. Desta feita, concluímos que ignorar qualquer um dos componentes

apresentados, pode resultar em soluções falhas. De fato, a maneira como estes se relacionam pode permitir a construção de soluções eficientes no contexto de sala de aula.

À vista disso, fazendo menção a nossa questão de pesquisa, percebe-se que a disciplina de Re se constitui a partir das seguintes perspectivas:

- Um conjunto de esquemas que permitem a conexão de pensamentos, percepções e ações fomentadas pela tecnologia, sem se retirar a capacidade inventiva dos sujeitos, com base no conceito de habitus de Bourdieu (2007).

- Na aprendizagem a partir do próprio indivíduo, frente a diferentes estruturas de saber, ao passo que não apenas se resolve problemas, mas, cria-se sua própria estrutura de saber, a vista das pesquisas de Kastrup (2001; 2007; 2007b; 2010; 2015).

- Nas práticas resultantes das interações entre a EPT, EMT, EPM e por fim, a EMPT.

Em suma, acentua-se não ser nossa intenção esgotar todas as possibilidades ofertadas pela disciplina de RE no que tange a questões de ensino-aprendizagem, mas, busca-se por meio desta, estimular outros a discutirem acerca das possibilidades da RE enquanto componente curricular, devido ao fosso existente nesta questão, e por possuir grande potencial no estímulo de uma aprendizagem eficaz.

Por fim, esta pesquisa fluiu por diferentes espaços, acompanhando o trabalho de alunos e professores que buscavam, a todo momento, compreender a necessidade de se criar laços consistentes com a tecnologia, auxiliando a si próprios e a outros durante o desenvolvimento de suas atividades, na busca por aprendizado.

REFERÊNCIAS

ALVES, Deive Barbosa *et al.* A produção de modelos matemáticos a partir da Robótica Educacional no contexto do Ensino Médio. **Proceeding Series Of The Brazilian Society Of Computational And Applied Mathematics**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 1-7, 20 fev. 2020. Fluxo Contínuo. SBMAC. <http://dx.doi.org/10.5540/03.2020.007.01.0341>. Disponível em: <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/2996>. Acesso em: 12 de out. 2020.

ALVES, Deive Barbosa. **Modelagem matemática no contexto da cultura digital**: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio. 2017. 280 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19902>. Acesso em: 05 out. 2020.

ANDRADE, Fabiana de Oliveira. **ROBÓTICA EDUCACIONAL**: um estudo da aprendizagem no Colégio Estadual Secretário Francisco Rosa Santos (2013-2016). 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade Tiradentes – Unit, Aracaju, 2018. Disponível em: https://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/bitstream/handle/set/3352/Fabiana%20Oliveira%20Andrade_PEP. Acesso em: 10 jul. 2021.

AZEVEDO, Carlos Eduardo Franco *et al.* A Estratégia de Triangulação: Objetivos, Possibilidades, Limitações e Proximidades com o Pragmatismo. **IV Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade**. Brasília, p. 1-16. Nov. 2013. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EnEPQ5.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2020.

BARBOSA, Fernando da Costa *et al.* Mapeamento das pesquisas sobre Robótica Educacional no Ensino Fundamental. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 331-352, 26 dez. 2018. Universidade Federal de Minas Gerais - Pró-Reitoria de Pesquisa. <http://dx.doi.org/10.17851/1983-3652.11.3.331-352>. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/14347>. Acesso em: 7 mar. 2020.

BARBOSA, Fernando da Costa. **REDE DE APRENDIZAGEM EM ROBÓTICA**: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens. 2016. 366 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17564/1/RedeAprendizagemRobotica.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BAURU. **LEGO EDUCATION**. 2020. Disponível em: <https://www.baru.tec.br/produtos/lego-mindstorms-nxt-9797-education-set-base-9797-kit-robotica-lego->. Acesso em: 21 set. 2021.

BLOGGER (org.). **Calculadora Online**. 2020. Disponível em: <https://vodoprovod.blogspot.com/2020/09/converter-graus-em-centimetros.html>. Acesso em: 01 fev. 2022.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994. Tradução de: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista.

BOURDIEU, Pierre. **A Economia das Trocas Simbólicas**. 6. ed. São Paulo: Estudos, 2007. 361 p.

BOURDIEU, Pierre. **O Senso Prático**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2013. 471 p. Tradução de: Maria Ferreira.

BRASIL, Plataforma. **SOBRE A PLATAFORMA BRASIL**. 2012. Ministério da saúde. Disponível em: <https://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRITO, Robson Souto. **A PESQUISA BRASILEIRA EM ROBÓTICA PEDAGÓGICA: um mapeamento sistemático com foco na educação básica**. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34195>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CASSIANO, Patrícia Machado Domingues *et al.* CRIATIVIDADE E APRENDIZAGEM INVENTIVA EM UMA SALA DE AULA DO ENSINO FUNDAMENTAL. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PSICOLOGIA ESCOLAR E EDUCACIONAL**, X, 2011, Maringá. Maringá: UEM, 2011. p. 2-17.

CASTELNUOVO, Emma. **DIDACTICA DE LA MATEMATICA MODERNA**. México: Trilhas, 1970.

CAVALCANTE, Priscila. **SESI conquista o 1º lugar para o Tocantins em olimpíada nacional de robótica na Paraíba**. 2018. Disponível em: <http://sesi-to.com.br/Noticia.aspx?c=486da3a8-4066-4240-b88a-e76da3167d8d>. Acesso em: 07 out. 2021.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **POTENCIALIDADES E LIMITES DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE NO PROCESSO DE (RE) CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CI**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16044>. Acesso em: 5 jun. 2021.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE: UMA ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA A EMANCIPAÇÃO SOCIODIGITAL E A DEMOCRAT**. 2013. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16087>. Acesso em: 5 jul. 2021.

CONECTA. **MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO**. São Paulo: Agnus, 2021. 23 p.

Disponível em:

https://portalesiproducao.blob.core.windows.net/arquivosrestritos/conecta/pdfs/Manual_de_Implementacao_Programa_Conecta_2021.pdf?sv=2017-11-09&sr=b&se=2021-10-28T18:17:02Z&sp=r&sig=D2DEoZJsLyyQyVEhCgQDo701ViQ%2BKmDb%2Bxvcl72FfeA%3D. Acesso em: 10 ago. 2021.

CRIATIVA, Rede Brasileira de Aprendizagem. **Espiral da Aprendizagem Criativa**. 2016.

Disponível em: <https://aprendizagemcriativa.org/sobre-aprendizagem-criativa>. Acesso em: 5 jul. 2022.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. **PROPOSTA DE MÉTODO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL DE BAIXO CUSTO**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia (Prodetec), Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento (Lactec), Curitiba, 2008. Disponível em: <http://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/christinacurcio.pdf>. Acesso em: 5 set. 2019.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. **The SAGE Handbook of Qualitative Research**. 5. ed. Los Angeles: Sage, 2011.

FINO, Carlos Nogueira. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal: três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, Porto, v. 14, n. 2, p. 273-291, Jun. 2001. Universidade de Minho.

FUZA, Ângela Francine *et al.* Tecnologias digitais, letramentos e gêneros discursivos nas diferentes áreas da BNCC: reflexos nos anos finais do ensino fundamental e na formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 1-26, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782019250009>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782020000100207. Acesso em: 5 set. 2020.

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Mauricio Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742014000100018>. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v23n1/v23n1a18.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 248 p.

KASTRUP, Virgínia. **A aprendizagem inventiva**. Porto Alegre: Sulina, 2010. 207 p.

KASTRUP, Virgínia. **A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. 256 p.

KASTRUP, Virgínia. **Políticas da cognição**. Porto Alegre: Sulina, 2015. 295 p.

KASTRUP, Virgínia. A invenção na ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 69-89, jun. 2007. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/261>. Acesso em: 6 set. 2020.

KASTRUP, Virgínia. Aprendizagem, arte e invenção. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 17-27, jun. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-73722001000100003>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1413-73722001000100003&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 27 out. 2020.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. O que é conhecimento de conteúdo pedagógico tecnológico? **Society For Information Technology & Teacher Education**, Waynesville, v. 1, n. 9, p. 60-70, mar. 2009. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/29544/>. Acesso em: 1 set. 2021.

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 19, p. 20-28, 01 jan. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/Ycc5QDzZKcYVspCNspZVDxC/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

LEGO. **Legu Education**. 2020. Disponível em: <https://legoeducationstore.mcassab.com.br/lego-education-ensino-fundamental-i-maquinas-simples-iniciais/p>. Acesso em: 20 set. 2021.

LEITÃO, Rogério Lopes. **A DANÇA DOS ROBÔS: QUAL A MATEMÁTICA QUE EMERGE DURANTE UMA ATIVIDADE LÚDICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL?** 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/3650/1/ROG%C3%89RIO%20LOPES%20LEIT%C3%83O.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2022.

LOCATELLI, Mariana Brólio. **Ambiente de Apoio à Avaliação Continuada Baseado em Aprendizagem Significativa**. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/24386/Mariana%20Brolio%20Locatelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 fev. 2022.

LUNA FILHO, Bráulio. Sequência básica na elaboração de protocolos de pesquisa. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 71, n. 6, p. 735-740, dez. 1998. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x1998001200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/nGZdPqsrpXJjDqCmmwbLDmJ/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

MASSARO, Leonardo. **Cibernética: ciência e técnica**. 2010. 213 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sociologia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/278736>. Acesso em: 25 ago. 2020.

NASCIMENTO, Juciene Moura de *et al.* O papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos quí. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132012000300006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Q3vhc4tXXZM9YRh7s4X3By/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jul. 2021.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 211 p. Tradução de: Sandra Costa.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985. Tradução de: José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira V. Ripper.

PAPERT, Seymour. **Oito grandes ideias por trás do Laboratório de aprendizagem Construcionista**. 1999. Traduzido por Cassia Fernandez. Disponível em: <https://fellows.fablearn.org/wp-content/uploads/2017/02/Oito-grandes-id%C3%A9ias-Papert.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

PARREIRA, Ulisses Queiroz; ALVES, Deive Barbosa. A APRENDIZAGEM INVENTIVA COMO RESULTADO DA CONSTITUIÇÃO DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL. **XIX Seminário Temático Internacional**, Osasco, v. 1, n. 1, p. 1-13, maio 2021. Disponível em: <http://anais.ghemat-brasil.com.br/index.php/STI/article/view/48>. Acesso em: 05 ago. 2021.

PIETROCOLA, Mauricio *et al.* **Movimento**. São Caetano do Sul: Agnus Educação, 2016. 64 p. (Aluno). (Programa INVENTUS Educação Tecnológica).

PONTE, Raquel. Habitus e seu aspecto semiótico. **Cognitivo**, São Paulo, v. 2, n. 21, p. 273-284, jul. 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/view/52138/34463>. Acesso em: 01 out. 2021.

SANTOS, Ricardo Sousa. **O LABORATÓRIO DE ROBÓTICA DA ESCOLA SESI: um ambiente construcionista de aprendizagem matemática**. 2020. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2020.

TOCANTINS (Estado). Portaria nº 7.708, de 28 de dezembro de 2007. **Secretaria de Estado da Educação: SEDUC**. Palmas, TO, 30 jan. 2008. n. 2.581, p. 9-9.

SESI, Serviço Social da Indústria. **Ensino Fundamental Anos Finais**. Brasília: Somos Sistemas de Ensino, 2020. 120 p. 7º ano.

SESI, Serviço Social da Indústria. **Relatório de Gestão 2020**. Palmas: SESI, 2020b. 86 p.

SESI. **Projeto Político Pedagógico**. Araguaína: Unidade Executiva de Negócios – UNEX, 2020c.

SESI. **Torneio SESI de Robótica**. 2021. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/sesi/canais/torneio-de-robotica/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SESI. Departamento Nacional. **Programa SESI de Educação Tecnológica**. Brasília: SESI/DN, 2021b. 105 p. Documento conceitual / Serviço Social da Indústria.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

SIGNORELLI, Vinicius *et al.* **CONECTA Educação Tecnológica: 6º ano: aluno**. São Caetano do Sul - SP: Agnus Educação, 2016. 132 p. Programa INVENTUS Educação Tecnológica.

SIGNORELLI, Vinicius *et al.* **CONECTA Educação Tecnológica: 9º ano: aluno**. São Caetano do Sul - SP: Agnus Educação, 2016b. 140 p. Programa INVENTUS Educação Tecnológica.

SILVA FILHO, Fernando Barros da. **FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL DESENVOLVIMENTO, CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS**. 2019. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Humanidades, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40480/1/2019_dis_fbsfilho.pdf. Acesso em: 5 jul. 2021.

SILVA, Giselle de Paiva. Prática pedagógica de professores que ensinam matemática: ensino e compreensão da linguagem matemática por alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2016, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: Ebrapem, 2016. p. 1-12. Disponível em: http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd2_Giselle_Paiva_Silva.pdf. Acesso em: 01 fev. 2022.

SILVA, Heitor Felipe da. **ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO FOMENTADOR DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DA REDE P**. 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Matemática e Tecnológica, Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32680>. Acesso em: 5 jul. 2021.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. **"O que é o Plano Cartesiano?"**. 2018b. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/matematica/o-que-e-plano-cartesiano.htm>. Acesso em: 05 set. 2022.

SILVA, Marcos Roberto da *et al.* O uso da robótica na perspectiva da educação matemática inventiva. **ETD - Educação Temática Digital**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 406-420, 15 abr. 2020. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/etd.v22i2.8654828>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8654828>. Acesso em: 05 mar. 2022.

SILVA, Marcos Roberto da. **EXPERIÊNCIA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ESTÁGIO-DOCÊNCIA**: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de

matemática. 2020b. 301 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29034>. Acesso em: 10 mar. 2021.

STEFFEN, Heloisa Helena. **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TAVARES, Marcos Fabrício Campos *et al.* A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO EMPREGANDO O KIT EV3 LEGO: buscando alternativas para o ensino de física em sintonia com os alunos da geração atual. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, n. 6, p. 1278-1293, jun. 2021. Edição Especial. Disponível em:
<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/977>. Acesso em: 05 out. 2021.

UNESP. **Qual a diferença entre o Portal de Teses da Capes e as BDTDs do IBICT?** 2013. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/#!/biblioteca/diferenca-entre-bdtd-e-capes/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

VALENTE, José Armando (org.). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: Unicamp/Nied, 1999. 156 p. Disponível em:
<https://www.nied.unicamp.br/biblioteca/o-computador-na-sociedade-do-conhecimento/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

VALLS, Álvaro Luiz Montenegro. **O que é ética**. Tatuapé: Brasiliense, 2017. 82 p. (Ebook).

VAN CAMPENHOUDT, Luc *et al.* **Manual de investigação em ciências sociais**. 2. ed. Lisboa: Gradiva, 1998.

VIGNERON, Jacques; OLIVEIRA, Vera Barros de. **Sala de Aula e Tecnologias**. São Paulo: Editora Metodista, 2006. 142 p.

WSKITS. **Legó NXT Education 9797**. 2021. Disponível em:
<https://www.wskits.com.br/lego-9797>. Acesso em: 22 set. 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Tradução de: Cristhian Matheus Herrera.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016. 286 p. (E-PUB). Tradução de: Daniel Bueno; revisão técnica: Dirceu da Silva.

ZATTONI, Rafael. **Ensino fundamental: 6º ano: caderno 1**. Brasília: Somos, 2020.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: PERSPECTIVAS E PRÁTICA**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em:
<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>. Acesso em: 5 set. 2020.

ZOOM. **Conheça**. Disponível em: <https://zoom.education/conheca/>. Acesso em: 20 set. 2021.

ZUCKERMAN, Oren. **Historical Overview and Classification of Traditional and Digital Learning Objects**. Cambridge: MIT Media Laboratory, 2006.