

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

DOUGLAS MIGUEL SOUTO QUEIROZ

PROBLEMAS E ROBÔS:
uma abordagem socio-histórico-cultural no ensino da Matemática

São João Evangelista
2018

DOUGLAS MIGUEL SOUTO QUEIROZ

PROBLEMAS E ROBÔS:
uma abordagem socio-histórico-cultural no ensino da Matemática

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista - como exigência parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Dr. José Fernandes da Silva

São João Evangelista

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Q3p 2018	<p>Queiroz, Douglas Miguel Souto.</p> <p>Problemas e robôs: uma abordagem socio-histórico-cultural no ensino da matemática. / Douglas Miguel Souto Queiroz – 2018. 171f.; il</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2018.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. José Fernandes da Silva.</p> <p>I. Robótica Educacional. 2. Resolução de Problemas. 3. Socio-histórico-cultural. 4. LEGO. 5. Ensino de Matemática. I. Queiroz, Douglas Miguel Souto. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 629.892</p>
-------------	--

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

DOUGLAS MIGUEL SOUTO QUEIROZ

**PROBLEMAS E ROBÔS: uma abordagem socio-histórico-cultural no ensino da
Matemática**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista - como exigência parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Dr. José Fernandes da Silva

Aprovada em: 11 de Novembro de 2018

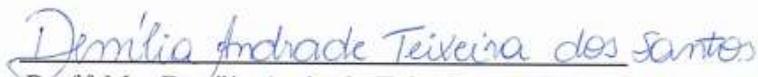
Banca Examinadora



Prof. Dr. José Fernandes da Silva - Orientador
Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista



Prof. Me. Silvino Domingos Neto
Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista



Prof.ª Ma. Denília Andrade Teixeira dos Santos
Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me ajudar a superar todos os obstáculos desde o meu nascimento.

Agradeço, especialmente, ao meu orientador, José Fernandes da Silva, pela paciência e disponibilidade em me auxiliar sempre que necessário e a qualquer hora do dia.

Ao IFMG, pelo apoio no Projeto de Iniciação (PIBIC) intitulado “Uma investigação sobre as contribuições da robótica para a construção de conhecimentos matemáticos”.

Ao GEPETEM, pelas discussões enriquecedoras no âmbito da educação tecnológica e modelagem matemática.

Aos professores do curso de Licenciatura em Matemática, em especial à Danielli, Jossara, Silvino, José Silvino, Denília, Wálmisson, Tiago e José Fernandes.

Aos meus colegas de profissão e amigos: Ednardo, Ana Cristina, Alexandre, Camila, Daniele, Ada, Ronaldo, Silvana, Fabíola, Ana Luísa, Bianca, Higor, Evalaine, Inês, Larissa, Keila, Renann, Vanessa, Daiane, Grazielle, Madalena, Mikaele, Gleicimar, Nathália e muitos outros que contribuíram para a caminhada.

Ao meu pai, Vanderlei, e a minha mãe, Eliane, pelo apoio por todo este percurso.

A minha irmã Thayná, que mesmo longe apoiou todas as etapas de minha formação.

A minha namorada Raquel, por entender as impossibilidades que, muitas vezes, impediram de estarmos juntos.

Ao Instituto Educacional Bravieira (IEB), pelo espaço para meu aprimoramento profissional.

Aos alunos e amigos que tive ao longo do ano, em especial a: Richely, Raquel, Luiza, Rosa, Davi, Filipe, Karem e Franciele, pela enorme contribuição neste percurso.

À banca, pelas contribuições visando ao aperfeiçoamento deste trabalho.

RESUMO

O propósito deste trabalho foi investigar o processo de aprendizagem na utilização da Robótica Educacional através da Resolução de Problemas para a construção de conhecimentos matemáticos em uma perspectiva socio-histórico-cultural. Para isso, empreendemos uma pesquisa qualitativa no formato de pesquisa-ação, envolvendo elementos de coleta de vídeos. Além disso, foram feitas observações e registros das oficinas em diário de campo. Realizamos um total de oito oficinas abordando temas da Matemática, como: Geometria Espacial, Geometria Plana, Equações e Trigonometria. Além disso, foram abordados, de maneira interdisciplinar, temas da Física, como: Energia, Força e Pressão. No tocante ao referencial teórico, buscamos uma discussão em: Pires (2002), Stroeymeyte (2015), Diniz (2014), Guarente (2015), Gomes (2014), Papert (1980), Santos (2016), Callegari (2015), Pereira (2016) e na equipe ZOOM (2003), na perspectiva da Robótica Educacional, entre outras. Ainda compreendemos o diálogo entre as diferentes correntes das teorias da aprendizagem, sendo consideradas para este trabalho: a Epistemologia Genética de Piaget, o Construcionismo de Papert e a teoria Socio-histórico-cultural de Vygotsky. Quanto à Resolução de Problemas, as contribuições fazem-se relevantes em: Polya (1977), Onuchic & Allevato (2011), Welfer & Bonete (2010), Leal Júnior & Onuchic (2015). Verificamos trechos de diretrizes curriculares, tais como: Base Nacional Comum Curricular-BNCC e Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN. Neste trabalho mostramos que a utilização da Robótica Educacional através da Resolução de Problemas contribui para a educação Matemática, ao possibilitar um ensino interdisciplinar que dê espaço para a criatividade, o diálogo, a reflexão, o pensamento matemático, o aprimoramento social e uma série de outras competências necessárias para uma aprendizagem completa.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Perspectiva Socio-histórico-cultural, Resolução de Problemas, Ensino de Matemática, LEGO.

ABSTRACT

The purpose of this work was to investigate the learning process in the use of Educational Robotics through Problem Solving for the construction of mathematical knowledge in a socio-historical-cultural perspective. For this, we undertake a qualitative research in the Research-Action format, involving elements of video collection. We performed a total of eight workshops addressing Mathematics topics such as: Space Geometry, Plane Geometry, Equations and Trigonometry. In addition, topics of physics such as: Energy, Force and Pressure were approached in an interdisciplinary way. As for the theoretical referential, we seek a discussion in: Pires (2002), Stroeymeyte (2015), Diniz (2014), Guarente (2015), Gomes (2014), Papert (1980), Santos (2016), Callegari (2015) Pereira (2016) and the ZOOM team (2003) from the perspective of Educational Robotics. We still understand the dialogue between the different currents of learning theories, being considered for this work: the Genetic Epistemology of Piaget, the Construction of Papert and Socio-historical-cultural theory of Vygotsky. Concerning Problem Solving, the contributions are made relevant in: Polya (1977), Onuchic & Allevato (2011), Welfer & Bonete (2010), Junior & Onuchic (2015). We verified excerpts from curricular guidelines, such as: National Curricular-BNCC and National Curricular Parameters - PCN. In this work we show that the use of Educational Robotics through Problem Solving contributes to Mathematics education by enabling an interdisciplinary teaching that gives space for creativity, dialogue, reflection, mathematical thinking, social improvement and a series of other competences learning.

Keywords: Educational Robotics, Problem Solving, Socio-historical-cultural, LEGO, Teaching Mathematics.

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GEPETEM	Grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias na Educação Matemática
GTERP	Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas
IEB	Instituto Educacional Braviera
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
NDP	Nível de Desenvolvimento Potencial
NDR	Nível de Desenvolvimento Real
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBIC	Projeto de Iniciação Científica
SJE	São João Evangelista
TD	Tecnologias Digitais
UNESP	Universidade do Estado de São Paulo
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Estágios do Desenvolvimento da Inteligência segundo Piaget.....	27
QUADRO 2: O papel de cada um na abordagem piagetiana.....	28
QUADRO 3: Principais Diferenças entre o Construtivismo e o Construcionismo	35
QUADRO 4: Instrumentos e Signos	42
QUADRO 5: Níveis do desenvolvimento para Vygotsky	43
QUADRO 6: Diferenciação da Pesquisa-ação de outras práticas.....	77
QUADRO 7: Etapas do Trabalho e Etapas da Análise.....	85

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Interface do <i>Turtle Graphics</i>	33
FIGURA 2: Características do Construcionismo	35
FIGURA 3: Síntese da Epistemologia Genética.....	45
FIGURA 4: Síntese do Construcionismo.....	46
FIGURA 5: Síntese da Teoria Socio-histórico-cultural	46
FIGURA 6: Relógio de Água	59
FIGURA 7: História dos Robôs.....	62
FIGURA 8: Momentos da Metodologia LEGO	67
FIGURA 9: Método LEGO	68
FIGURA 10: Recorte do Método LEGO	69
FIGURA 11: Medidas LEGO	88
FIGURA 12: Primeiras Construções	88
FIGURA 13: Prédio Construído pela Participante C	90
FIGURA 14: Primeiro Modelo de Carro	93
FIGURA 15: Modelo de Carro com Esteira	95
FIGURA 16: Segundo modelo de carro.....	95
FIGURA 17: Manipulação do Quadrilátero do Participante F	96
FIGURA 18: Observações do Participante F.....	97
FIGURA 19: Momento de Discussão Coletiva.....	99
FIGURA 20: Pesquisa sobre os modelos a Internet	100
FIGURA 21: Planejamento do Grupo 1	101
FIGURA 22: Esboço do chassi	103
FIGURA 23: Discussões acerca das dimensões do Robô	103
FIGURA 24: Manipulações da Participante A	106
FIGURA 25: Primeiras linhas da manipulação.....	109
FIGURA 26: Correções sobre a manipulação da Participante A	110
FIGURA 27: Segunda parte da manipulação	110
FIGURA 28: Terceira parte da manipulação	111
FIGURA 29: Discussões sobre o tamanho do robô humanoide	112
FIGURA 30: Discussão sobre unidades de medidas.....	113
FIGURA 31: Manipulação com o manual e aprimoramento do carro	115
FIGURA 32: Chassi do modelo final do carro.....	117

FIGURA 33: Chassi montado do modelo final do carro.....	118
FIGURA 34: Acabamento do modelo final do carro.....	119
FIGURA 35: Modelo final do carro.....	120
FIGURA 36: Modelo final do carro por outro ângulo.....	121
FIGURA 37: Manipulação do modelo final do carro.....	122
FIGURA 38: Modificações nos Leds.....	122
FIGURA 39: Manipulações Artísticas.....	123
FIGURA 40: Últimas discussões sobre o modelo final do carro.....	123
FIGURA 41: Robô Andarilho.....	125
FIGURA 42: Robô T-Rex.....	125
FIGURA 43: Manipulações do Manual de Montagem.....	126
FIGURA 44: Participantes trabalhando na montagem.....	127
FIGURA 45: Início da montagem do Compasso Robótico.....	129
FIGURA 46: Percepção do erro de criação.....	130
FIGURA 47: Círculos feitos pelo Compasso Robótico.....	131
FIGURA 48: Compasso Robótico funcionando.....	131
FIGURA 49: Produção criativa das participantes com o Compasso Robótico.....	132
FIGURA 50: Construção criativa com o Compasso Tradicional.....	133
FIGURA 51: Construção de triângulos com as peças LEGO.....	133
FIGURA 52: Resultados da construção dos triângulos retângulos.....	134
FIGURA 53: Demonstrações trigonométricas.....	135

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Apresentações do tema	12
1.2 Problema.....	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Objetivos.....	19
<i>1.4.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>19</i>
<i>1.4.2 Objetivos Específicos</i>	<i>19</i>
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Aprendizagem	20
2.2 As abordagens de Piaget para a aprendizagem	21
2.3 A abordagem papertiana da construção do conhecimento.....	29
2.4 A Teoria Socio-histórico-cultural de Lev Vygotsky	36
2.5 Resolução de Problemas e Robótica Educacional: possibilidades para o ensino de Matemática.....	48
<i>2.5.1 Resolução de Problemas.....</i>	<i>48</i>
<i>2.5.2 Robótica Educacional.....</i>	<i>58</i>
3 METODOLOGIA.....	71
3.1 Métodos de pesquisa	71
3.2 Público-alvo: participantes, contexto e práticas matemáticas.....	80
4 ANÁLISE DE DADOS	87
4.1 Transcrição do Primeiro Encontro	87
<i>4.1.1 Grupo 1: Construção de um modelo de carro</i>	<i>89</i>
<i>4.1.2 Grupo 2: Construção de um modelo de robô humanoide</i>	<i>96</i>
<i>4.1.3 Discussão acerca dos resultados da primeira oficina</i>	<i>98</i>
4.2 Transcrição do Segundo Encontro.....	99
<i>4.2.1 Grupo 1: Construção de um modelo de carro</i>	<i>100</i>
<i>4.2.2 Grupo 2: Construção de um modelo de humanoide.....</i>	<i>103</i>
<i>4.2.3 Discussão acerca dos resultados da segunda oficina.....</i>	<i>114</i>
4.3 Análise do Quarto, Quinto e Sexto encontros	115

<i>4.3.1 Grupo 1: montagem do modelo de carro</i>	116
<i>4.3.2 Grupo 2: montagem do modelo de humanoide</i>	124
4.4 Transcrição do Sétimo e Oitavo encontros	128
CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
APÊNDICE A: PUBLICAÇÃO REALIZADA AO LONGO DO TCC ENVOLVENDO RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (FORMATO ORIGINAL EXIGIDO PELO CONGRESSO)	146
APÊNDICE B – NOMES DAS PEÇAS LEGO UTILIZADAS	155
ANEXO 1 – PERMISSÃO PARA UTILIZAÇÃO DA MARCA ZOOM <i>EDUCATION FOR LIFE</i>	156
ANEXO 2 - ATIVIDADES SOBRE O COMPASSO ROBÓTICO PROPOSTAS PELO MANUAL ZOOM	157
ANEXO 3 - PASSO A PASSO DA CONSTRUÇÃO DO COMPASSO ROBÓTICO ..	161

1 INTRODUÇÃO

Nesse capítulo introdutório, buscamos enfatizar a pesquisa realizada, apresentando o tema e seu contexto, além dos direcionamentos para a sua construção no decorrer do processo.

1.1 Apresentações do tema

Nos dias de hoje, as tecnologias modificam o cotidiano das sociedades e a forma como estas se comunicam com o restante do mundo. Estas transformações ocorrem cada vez mais rapidamente. Especificamente, o computador é responsável por grande parte dessas mudanças tecnológicas. Para Papert (1980), em sua obra *Mindstorms*:

Apenas há alguns anos, as pessoas pensavam que os computadores eram dispositivos caros e exóticos. Seus usos comerciais e industriais afetavam as pessoas comuns, mas dificilmente alguém esperava que os computadores se tornassem parte do dia a dia. Essa visão mudou drástica e rapidamente à medida que o público passou a aceitar a realidade do computador pessoal, pequeno e barato o suficiente para ocupar seu lugar em todas as salas de estar ou mesmo, em todos os bolsos. A aparição das primeiras máquinas primitivas nesta classe foi suficiente para capturar a imaginação dos jornalistas e produzir uma série de artigos especulativos sobre a vida no mundo rico em computação que está por vir. O principal assunto desses artigos foi o que as pessoas poderão fazer com seus computadores. A maioria dos escritores enfatizou o uso de computadores para jogos, entretenimento, imposto de renda, correio eletrônico, compras e serviços bancários. Alguns falaram sobre o computador como uma máquina de ensino. (PAPERT, 1980, p. 3 – Tradução nossa¹).

Através deste autor, revolucionário para seu tempo, percebemos o choque na sociedade causado pelas mudanças advindas do surgimento das máquinas computadorizadas na década de oitenta. Devido à inserção dos computadores, uma série de problemas surgiu na dinâmica das comunidades, como é o caso da mão de obra das máquinas automatizadas, conforme trecho da revista Época de 2014:

[...] “Cerca de 47% das profissões correm risco”, disse à ÉPOCA Carl Frey, doutor em economia da Universidade de Oxford, autor do estudo *O Futuro do Emprego*. Frey e Michael Osborne, professor de ciência de engenharia de Oxford, avaliaram tarefas cotidianas de mais de 700 ocupações, para identificar o que uma máquina poderá fazer melhor que os humanos nas próximas duas décadas. Chegaram a um índice que varia

¹ No original: *JUST A FEW YEARS AGO people thought of computers as expensive and exotic devices. Their commercial and industrial uses affected ordinary people, but hardly anyone expected computers to become part of day-to-day life. This view has changed dramatically and rapidly as the public has come to accept the reality of the personal computer, small and inexpensive enough to take its place in every living room or even in every breast pocket. The appearance of the first rather primitive machines in this class was enough to catch the imagination of journalists and produce a rash of speculative articles about life in the computer-rich world to come. The main subject of these articles was what people will be able to do with their computers. Most writers emphasized using computers for games, entertainment, income tax, electronic mail, shopping, and banking. A few talked about the computer as a teaching machine.*

entre 0 (nenhum risco de substituição) e 100% (risco total). As profissões mais ameaçadas estão nas áreas de logística, escritório e produção, aquelas que envolvem tarefas intelectualmente repetitivas. (ÉPOCA, 2014, p. 4).

A obra da Revista *Época* é de caráter alarmante para as futuras gerações. Não compreendemos apenas o processo de geração de empregos, mas também as ferramentas que possibilitem aos estudantes entenderem a dinâmica social na qual estão inseridos. “A tecnologia está em atividades como dormir, comer, trabalhar, ler, conversar, deslocar e divertir. As tecnologias estão tão presentes que as percebemos como coisas naturais” (KENSKI, 2003, p. 15). Permitir às novas gerações esses conhecimentos faz-se inegociável (no sentido de ser tão relevante que não há discussão) para que haja uma sociedade que tenha qualidade em seu cotidiano assegurada por cada avanço tecnológico, tendo os indivíduos competências e habilidades para lidar com os recursos disponíveis.

Quando falamos em computadores, é comum que apareça a abordagem relacionada à robótica. Este recurso habita o imaginário coletivo como o ápice do desenvolvimento da tecnologia. Contudo, nossa abordagem está centrada nas potencialidades pedagógicas deste recurso no âmbito do ensino da Matemática.

Buscando uma discussão com as obras existentes para situar a abordagem da robótica no ensino da Matemática, encontramos na literatura: Pires (2002), Stroeymeyte (2015)², Diniz (2014), Guarente (2015), Gomes (2014), Papert (1980), Santos (2016), Callegari (2015), Pereira (2016) e a equipe ZOOM³.

Ainda faz-se necessário situar a abordagem da tecnologia, especialmente a Robótica Educacional, nas diferentes correntes das teorias da aprendizagem, aqui sendo consideradas: a Epistemologia Genética de Piaget, o Construcionismo de Papert e a teoria Socio-histórico-cultural de Vygotsky. Destas vertentes, apenas as perspectivas de Vygotsky (1991) e Papert (1986) serão tomadas como suportes teóricos para as análises dos dados. As abordagens de Piaget foram tomadas no sentido de guiar a abordagem das teorias de aprendizagem no decorrer do referencial teórico, por este teórico ter sido o principal influenciador dos estudos de Papert.

Levando isso em consideração, a teoria Socio-histórico-cultural ocupa um espaço central nessa pesquisa, ou seja, como discutimos e propomos uma investigação que envolve

² Este autor estabelece um *link* entre a Robótica Educacional e a Resolução de Problemas.

³ Editora responsável por publicar materiais da LEGO *Education* no Brasil desde 1998. Disponível em: **Manual Didático-Pedagógico**. (ZOOM, 2013, p. 4). O uso dos produtos desta marca foi devidamente autorizado mediante e-mail do setor de relacionamentos e suporte da ZOOM *EDUCATION FOR LIFE*, conforme o Anexo 1 desta pesquisa.

tecnologias, tais como computador, programação, mecânica, eletrônica, inteligência artificial⁴ e automação, objetivamos promover um espaço de diálogo e valorização das relações sociais, pois acreditamos no dever da escola quanto à vida social de cada estudante.

Outro importante e necessário foco deste trabalho é a Resolução de Problemas cujas contribuições fazem-se relevantes em: Polya (1977), Onuchic & Allevato (2011), Welfer & Bonete (2010), Leal Junior & Onuchic (2015). Verificamos trechos de diretrizes curriculares, tais como: Base Nacional Comum Curricular - BNCC e Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

Em nossa pesquisa trazemos contribuição de todos os autores supracitados e outros que, ao longo dos estudos, foram surgindo e, de alguma maneira, enriqueceram a discussão acerca destes temas.

As diferentes concepções teóricas que foram abordadas nesta pesquisa não foram discutidas isoladamente, mas sim na promoção do diálogo interdisciplinar, pois o grande desafio dos pesquisadores, na atualidade, é promover aproximações entre as diferentes abordagens em favor das práticas educativas, especialmente no que concerne ao ensino da Matemática.

1.2 Problema

É sabido pela comunidade acadêmica e pela sociedade que a tecnologia tem desenvolvido um papel importante no âmbito da educação. No entanto, o ambiente da escola, especialmente a aula de Matemática, tem estado divorciada das potencialidades da tecnologia. No que concerne à Robótica Educacional, esta se encontra restrita a pequenos grupos. Tal fato contribui para que muitos nem sequer conheçam os princípios e a riqueza desta abordagem no âmbito da aprendizagem da Matemática. Compreendemos que o simples fato de se levar a Robótica para a sala de aula não promove aprendizagem, como aponta Papert (1980). Por isso, acreditamos que a Resolução de Problemas é uma proposta de direcionamento para a aprendizagem coletiva e dinâmica.

Essa problemática nos leva à seguinte indagação: qual o papel da Robótica Educacional através da Resolução de Problemas para a construção de conhecimentos matemáticos numa perspectiva Socio-histórico-cultural?

⁴ A inteligência artificial é um ramo de pesquisa da ciência da computação que busca, através de símbolos computacionais, construir mecanismos e/ou dispositivos que simulem a capacidade do ser humano de pensar, resolver problemas, ou seja, de ser inteligente. (SANTOS, 2018).

1.3 Justificativa

Nesta seção, o objetivo principal é justificar a utilização da Robótica como aparato educacional conjuntamente com a Resolução de Problemas. Para tal, será apresentada breve conexão histórica. Usaremos um exemplo de cunho pessoal para situar o objeto de pesquisa e relataremos minhas experiências com a temática.

Há quatrocentos milhões de anos, o homem descobriu o fogo e, a partir desse evento, iniciou uma corrida tecnológica na qual, a cada dia, o homem se reinventou e buscou controlar a natureza a seu favor. Na contemporaneidade, é coerente afirmar que o homem busca constantemente o apogeu tecnológico.

Atualmente, as práticas humanas são permeadas pelas altas tecnologias em seus diferentes âmbitos: saúde, educação, segurança, mobilidade urbana, telecomunicações, economia, meio ambiente, entretenimento e as próprias relações sociais. Ainda que isto ocorra, sustenta-se a necessidade de constantes investigações tecnológicas, de modo a atingir sua democratização em diversos campos, especialmente o campo educacional.

O surgimento dos computadores e da *Internet* democratizou o acesso ao conhecimento, aumentando o volume e a complexidade das novas produções devido a um maior referencial teórico. Especificamente nos últimos cinquenta anos, a robótica ampliou ainda mais a velocidade de produção, visto que, agora, as máquinas trabalham para o homem em tempo integral de forma autônoma. Não que o conceito de robótica não existisse antes, mas, agora, o homem o dominou suficientemente para atender os anseios do capitalismo. Segundo Pereira (2016),

No momento atual, ou seja, na metade da segunda década do século XXI, ter um computador já não é suficiente para uma conexão efetiva do cidadão, pois os celulares, com suas câmeras cada vez mais avançadas, os *tablets*, a *internet*, deixam flagrante que o trabalho manual perde a importância enquanto a automação e os robôs não precisam de licença para assumir tais vagas com grandes vantagens, por exemplo, de não faltarem ao trabalho para irem ao médico ou sentirem cansaço, mesmo em jornadas estafantes de produção. (PEREIRA, 2016, p. 213).

Salientamos a inteligência artificial como parte integrante da robótica atual, observando a grande demanda por robôs tão autônomos quanto possível. É importante destacar que o avanço tecnológico representado nas diferentes máquinas requer que as sociedades possuam certo grau de letramento em tecnologia. Isso significa uma demanda de aprendizagem em relação às diferentes linguagens utilizadas pelos computadores⁵. Entender sua linguagem,

⁵ Todo robô é um computador que utiliza linguagem própria.

mesmo que parcialmente, pode implicar em uma maior qualidade de vida ao se utilizar plenamente a tecnologia como ferramenta.

A seguir, farei um relato de cunho pessoal⁶, o qual se acredita ser uma exemplificação de problemas relacionados ao desconhecimento das linguagens computacionais.

“No meu tempo de estudante de Educação Básica, vislumbrava-me por videogames, computadores e quaisquer aparelhos de tecnologia digital ou mecânica de ponta. Sempre que podia, passava horas jogando. Um dia escutei minha mãe e uma vizinha falando sobre não saberem nada sobre o computador. Minha mãe, especificamente, dizia não saber nem ligar e, pelo cotidiano corrido na vida de uma pertencente à classe média, não munia-se de tempo para aprender e, na verdade, nem uma necessidade, pois o computador não pertencia, ainda, a seu cotidiano e era visto, na minha casa, como mero instrumento de lazer.

Não muitos anos depois, o telefone celular, um microcomputador, apareceu para revolucionar todas as camadas da sociedade e a forma de transferência de informação em todos os setores produtivos a níveis macro e micro. Esse acontecimento viria obrigar toda a sociedade produtiva a aprender a utilizar, tanto o celular quanto o computador, que, nesse estágio histórico, já participava, de forma ativa, da maioria dos processos comerciais e de organização de trabalho. Isso quando ele não fazia o trabalho sozinho (robótica).

Eventualmente, ocorreram “brigas” em casa e, acredito, não só na minha, pois eu era detentor de um conhecimento mais amplo sobre computadores (algumas vezes atuando como técnico, embora não tenha essa formação) e minha mãe desconhecia, completamente, o uso de qualquer tecnologia digital e dependia de mim, por vezes, para auxiliar no seu trabalho. Eu, jovem e impaciente, em muitas oportunidades, duvidei da capacidade intelectual de minha mãe, embora não tenha falado nada, pela dificuldade de aprendizagem nessa vertente do conhecimento. Hoje, com certo grau de amadurecimento, percebo no discurso da minha mãe que a tecnologia mais frequente a que ela teve acesso, ao longo da sua vida escolar, foi o quadro negro e giz. Segundo ela, até a calculadora era restringida a quem tinha melhores condições socioeconômicas.

Depois de muito “insistir” com minha mãe, ela dominou os conceitos do telefone celular e do computador, mesmo que em nível introdutório. Posteriormente, surgiu a tecnologia touch screen e o tablet que a obrigou a recomeçar novamente. Percebi que o mesmo aconteceu

⁶ Embora em projetos de pesquisa não sejam comuns exemplificações de cunhos pessoais, neste texto trago um exemplo que julgo ser importante para compreensão do leitor. Ademais, como se trata de uma pesquisa qualitativa, a relação do pesquisador com a investigação não é neutra. Optamos por deixar o texto em itálico por se tratar de um excerto de um relato.

com meu pai, avós e tios e (defendendo o intelecto da minha família) os pais de quase todos os amigos de que tive notícia.

Hoje, percebo que a tecnologia ainda não parou de evoluir e com vinte e três anos me vejo superado por meus primos mais novos que sabem manusear perfeitamente o computador e, principalmente, quando se trata de telefone celular, tablets, televisões interativas e videogames com tecnologia kinect. Tendo uma prima que dominou a utilização básica do smartfone antes de aprender a falar.

Esses acontecimentos me fizeram refletir sobre quanto tempo demorará, no futuro, para uma pessoa se ver tecnologicamente ultrapassada. Com quantos anos?

Preocupado, descobri que a escola pode auxiliar às futuras gerações ao ensinar formas de sobrevivência frente à volatilidade que cada estudante enfrentará no seu futuro. A utilização plena da robótica na construção do conhecimento pode contribuir na criação de um pensamento digitalmente contextualizado, para que esses alunos sejam capazes de generalizar seu conhecimento teórico para toda e qualquer nova tecnologia digital útil em seus cotidianos”.

Outro fator preponderante acerca de minha trajetória é a participação no grupo de pesquisas GEPETEM⁷ onde ingressei no primeiro semestre de 2015, no seu surgimento, pesquisando a utilização de tecnologias na Educação Matemática. Através das discussões no grupo, participei de minicursos, colóquios, publicações em anais e feiras de Matemática sobre a temática da tecnologia. Ao levar o tema da Robótica Educacional para o grupo, iniciei minhas pesquisas na área. O grupo contribuiu para minha formação de forma significativa e aguçou minhas expectativas acerca da Robótica Educacional.

A escolha da robótica deu-se devido ao apontamento dela como sendo uma das grandes mudanças no mundo. Segundo Rodarte (2014): “A robótica consiste no desenvolvimento de máquinas (robôs) que executam tarefas sem o manuseio humano, apenas através de uma programação estabelecida. O desenvolvimento da robótica foi pensado em função do ser humano.” (RODARTE, 2014, p. 29).

⁷ Criado no primeiro semestre de 2015, o Grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias na Educação Matemática (GEPETEM), tem como objetivo desenvolver pesquisas e inovações na Educação Básica e no Ensino Superior, pautadas na formação inicial e continuada de professores de matemática e na utilização das Tecnologias Digitais (TD). Os integrantes são professores, graduandos e egressos do curso de Licenciatura em Matemática e técnicos administrativos do IFMG Campus São João Evangelista, que visam desenvolver ações de Ensino, Pesquisa e Extensão nas seguintes linhas de pesquisa: Educação Matemática e Tecnologias Digitais; Formação de professores de Matemática e Tecnologias; e Modelagem Matemática. Os resultados são divulgados através de publicações em periódicos e em eventos nacionais e internacionais, a fim de contribuir com a formação inicial e continuada de professores de Matemática, desenvolvendo também junto à comunidade atividades de extensão, na forma de minicursos, seminários e palestras. (IFMG/SJE, 2018).

Robôs estão substituindo a camada primária de produção, obrigando alta nas taxas de desemprego e cabendo a esses profissionais desempregados aprender a controlar e concertar esses robôs para permanecerem no mercado de trabalho. Neste sentido, defende-se a importância da abordagem sobre os princípios da robótica no âmbito escolar.

Ainda segundo Rodarte (2014):

Cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado robô. Por exemplo, uma máquina de lavar, tão comum nas casas, é um robô que executa uma tarefa doméstica que é lavar roupas. Nas indústrias, cada vez mais, é comum a presença de robôs. Podemos pensar nas montadoras de automóveis, que nas suas linhas de montagem usam a robótica para realizar serviços. (RODARTE, 2014, p. 13).

Nesse cenário, é interessante que as escolas busquem atender a demanda atual de cada sociedade, pois é sabido que a instituição escolar tem potencial para construir um educando familiarizado com as tecnologias digitais. Dentre as várias formas de a escola potencializar a relação da tecnologia na abordagem dos conteúdos, a formação do professor, em especial, é o elemento principal. Borba e Penteadó (2000) dizem que “[...] o potencial da tecnologia informática para o ensino na escola será pouco utilizado se o professor não for estimulado a atuar nesse cenário de mudanças constantes”. Ou seja, um professor que não se motiva ou que não é motivado a buscar essa ferramenta educacional conseguirá pouco ou nenhum proveito das vantagens que a tecnologia apresenta.

Ainda que se defenda a modernização tecnológica no âmbito escolar, um aspecto importante a destacar é o risco que o uso exagerado da tecnologia traz à vida das pessoas, devido a um crescente isolamento social, nos quais os computadores e celulares bastam como única forma de entretenimento e relacionamento. Acrescenta-se a esta realidade as relações contínuas entre indivíduo e trabalho. Em outras palavras, muitos respondem a questões do seu trabalho a qualquer momento pelos celulares como se trabalhassem todos os dias da semana ininterruptamente.

Faz-se necessário, portanto, um direcionamento sobre limites para que as ferramentas tecnológicas não destruam as relações interpessoais. Para isso, o espaço da escola deve dialogar com os educandos a fim de que estes conheçam os riscos do uso demasiado das tecnologias digitais e aprendam a utilizá-las de forma adequada. Neste aspecto, acreditamos na teoria de aprendizagem Socio-histórico-cultural para buscar o resgate das interações das pessoas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar as implicações da Robótica Educacional através da Resolução de Problemas para a construção de conhecimentos matemáticos numa perspectiva socio-histórico-cultural.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Investigar o processo de ensino da Matemática através da Robótica Educacional;
- Relacionar a Resolução de Problemas e a Robótica Educacional no ensino de Matemática;
- Analisar as contribuições socio-histórico-culturais, caso existam, na prática com Robótica Educacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentadas as bases teóricas que subsidiaram a investigação. Por uma questão didática, a abordagem foi organizada da seguinte forma:

- Aprendizagem;
- As abordagens de Piaget para a aprendizagem;
- A abordagem papertiana da construção do conhecimento;
- A Teoria Socio-histórico-cultural de Lev Vygotsky;
- Resolução de Problemas e Robótica Educacional: possibilidades para o ensino de Matemática.

Ao fim, são tecidas considerações acerca da perspectiva teórica adotada para esta pesquisa.

2.1 Aprendizagem

É sabido que os processos de ensinar e aprender são complexos e dotados de diferentes variáveis. Hoje, várias discussões ocorrem sobre o que os professores ensinam e a forma como os alunos aprendem. Tais discussões repercutem mais perguntas do que respostas. Neste sentido, Bessa (2008) afirma que:

A cada dia vemos surgir novas hipóteses e novos conceitos que procuram explicar por que aprendemos de determinada maneira ou mesmo de que maneira funciona o cérebro de quem aprende mais e de quem aprende menos. Mas, quais devem ser as preocupações de um professor em relação à aprendizagem de seus alunos? O que um professor deve saber para poder conduzir sua disciplina de maneira a facilitar a compreensão de todos? (BESSA, 2008, p. 9).

As diferentes teorias de aprendizagem oferecem subsídios para a compreensão do desenvolvimento cognitivo do ser humano. Em nossas escolas, é comum verificarmos diferentes níveis de aprendizagens entre os alunos. O desafio consiste em interpretar tais níveis, pois isso requer do professor um repertório de bases teóricas relacionadas à construção do conhecimento.

É importante ressaltar que as teorias de aprendizagem, em sua maioria, buscam desenvolver seus constructos tendo a infância como ponto partida. Isso se justifica, ainda de acordo com Bessa (2008), quando destaca:

[...] as respostas sobre a aprendizagem geralmente são procuradas na infância. Isto ocorre justamente porque podemos considerar que o cérebro infantil ainda está em desenvolvimento e que, é a partir do nascimento que a criança vai sendo apresentada ao mundo, fazendo uso de seus sentidos para explorá-lo, internalizando nomes, cores, sensações, sentimentos, percepções, gostos, cheiros, fazendo associações entre as informações que recebe. A arrumação ou disposição dessas informações recebidas pela criança é chamada de aprendizagem, mas o que intriga a todos nós e aos especialistas é justamente de que maneira essa “arrumação” vai sendo feita e o que leva a criança a associar uma informação a outra. (BESSA, 2008, p. 9-10).

Assim, compreender a aprendizagem é uma tarefa sofisticada, pois requer o entendimento do desenvolvimento humano. Diferentes abordagens surgiram a partir do século XX, no campo da Psicologia, tentando explicar como o homem aprende.

A seguir, apresentamos as discussões de aprendizagem no campo da Epistemologia Genética de Piaget.

2.2 As abordagens de Piaget para a aprendizagem

Esta seção objetiva apresentar as principais contribuições de Piaget para a compreensão do processo de aprender. Contudo, iniciaremos expondo um pouco de sua biografia⁸.

Jean Piaget nasceu na Suíça, em 1896, e faleceu em 1980, aos 84 anos. Desde menino interessava-se por questões científicas. Aos 10 anos, publicou as observações que fez sobre um pardal parcialmente albino. Iniciou seus trabalhos como assistente, aos 11 anos, no Museu de História Natural. Em 1915, concluiu seus estudos em Ciências Naturais e, em 1918, concluiu doutorado na mesma área. Interessado em Filosofia, despertou desejo de compreender o conhecimento lógico e abstrato do ser humano (FERRO; PAIXÃO, 2017).

O interesse de Piaget consistiu em abordar cientificamente aspectos filosóficos relacionados à aprendizagem humana. Assim, ainda de acordo com Ferro e Paixão (2017), Piaget levou para o empirismo as especulações filosóficas.

Para compreender as abordagens piagetianas, faz-se necessário visitar conceitos basilares. Assim, é importante refletir sobre algumas questões fundamentais, dentre elas, “Como os homens constroem conhecimento de acordo com Piaget?”. Para responder tal questão, faz-se mister explicitar aspectos da epistemologia genética. De acordo com Bessa (2008), a teoria de Piaget é chamada por ele próprio de Epistemologia Genética ou teoria psicogenética, mas atualmente é também conhecida como Construtivismo. Para a citada autora, o termo *Epistemologia Genética* pode ser compreendido da seguinte forma:

⁸ Dados obtidos em Ferro e Paixão (2017), adaptados.

O termo epistemologia significa estudo do conhecimento. Epistemo vem de *episteme*, que significa conhecimento e *logia*, significa estudo; assim temos *estudo do conhecimento*. Já o termo *genética*, em Piaget, não está relacionado, como tendemos a pensar, aos modelos hereditários, de transmissão de conteúdo genético de pais para filhos. O termo *genética* em sua teoria significa *origem*, pois vem da palavra *gênese*. (BESSA, 2008, p. 44).

De acordo com o citado, é possível sintetizar o termo cunhado por Piaget como: estudo da origem do conhecimento na perspectiva biológica, por meio da qual Piaget destaca a presença de influenciadores biológicos na construção do conhecimento.

Piaget (1970) define sua obra como sendo:

Uma epistemologia que é naturalista sem ser positivista, que põe em evidência a atividade do sujeito sem ser idealista, que se apoia também no objeto sem deixar de considerá-lo como um limite (existente, portanto, independente de nós, mas jamais completamente atingido) e que, sobretudo, vê no conhecimento uma elaboração contínua. (PIAGET, 1970, p. 3).

Compreendemos que Piaget delimita sua teoria epistemológica das demais existentes em sua época e compreende, principalmente, que sua teoria diverge das demais por considerar o conhecimento como uma elaboração contínua. Ele justifica seu trabalho dizendo que:

O conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois que estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nos caracteres preexistentes do objeto, pois que estes só são conhecidos graças à mediação necessária dessas estruturas; e estas estruturas os enriquecem e enquadram (pelo menos situando-os no conjunto dos possíveis). Em outras palavras, todo conhecimento comporta um aspecto de elaboração nova, e o grande problema da epistemologia é o de conciliar esta criação de novidades com o duplo fato de que, no terreno formal, elas se acompanham de necessidade tão logo elaboradas e de que, no plano real, elas permitem (e são mesmo as únicas a permitir) a conquista da objetividade. (PIAGET, 1970, p. 2).

Portanto, através deste trecho, Piaget diz que a construção do conhecimento dá-se pela mediação entre o objeto e a criança, em outras palavras, na relação entre a criança e o objeto.

A Epistemologia Genética de Piaget fundamenta-se em quatro conceitos centrais que são: esquema, assimilação, acomodação e equilíbrio.

Munari (2010), em sua obra, destaca os esquemas como sendo conceitos que, pelo fato de ainda não poderem ser manipulados por um pensamento, constituem-se apenas em uma ferramenta de maneira prática e material, sendo que a criança desconhece sua existência enquanto esquema.

Já Ferro e Paixão (2017) definem esquema como sendo:

[...] estruturas cognitivas que representam modelos/estratégias de ação generalizáveis que o indivíduo constrói no processo interativo com o meio e que o possibilitam conhecer a realidade. É por intermédio dos esquemas que o indivíduo, em uma

primeira tentativa, interpreta o meio e, caso não consiga, faz uma reorganização mental e, com isso, constrói novos esquemas que possibilitarão apreender a realidade. Na percepção e interpretação do meio, bem como na solução de problemas, são os esquemas que são ativados. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 73).

Assim, esquemas são representações mentais abstratas acerca da realidade que originam-se a partir do primeiro contato da criança com o meio e que sofre reformulações a cada nova descoberta, mas que ainda não se encontra de maneira sistematizada como pensamento. Segundo Munari (2010):

Também não podemos ter dúvidas de que a vida mental seja, simultaneamente, uma acomodação ao meio ambiente. A assimilação não pode ser pura porque, quando incorpora os elementos novos nos esquemas anteriores, a inteligência modifica imediatamente estes últimos para adaptá-los aos novos dados. (MUNARI, 2010, p. 31).

Portanto, os esquemas estão em adaptação perpétua e a cada novo estágio intelectual modificam-se conforme a evolução do indivíduo.

Em seguida, discutimos o conceito de assimilação a qual “é a responsável por levar até os esquemas cognitivos as novas informações extraídas do objeto, produzindo uma modificação e uma reorganização nos esquemas do sujeito (BESSA, 2008, p. 45)”.

Para entendermos o conceito de assimilação, recorreremos a uma analogia biológica na qual, segundo Pádua (2009):

[...] para a fisiologia, assimilar o alimento é retirar partes deste alimento para transformar em energia, aqui a assimilação assume um caráter semelhante, ou seja, nos processos cognitivos - na relação sujeito/objeto, quando uma pessoa entra em contato com o objeto de conhecimento ela retira desse objeto algumas informações e as retém, e são essas informações, e não todas, e nem outras que são retidas porque existe uma organização mental a partir de estruturas já existentes. (PÁDUA, 2009, p. 24).

Logo, assimilação é o processo de metamorfose nos esquemas sofrido pela criança a cada nova descoberta acerca do meio.

O terceiro conceito é o de acomodação, o qual, segundo Pádua (2009):

[...] é uma variação de comportamento e não uma mera reação a determinados estímulos, pois a capacidade de variação das estruturas mentais deixa claro que mesmo as mais simples reações não são processos simplesmente mecânicos; a acomodação é a origem do processo de aprendizagem. (PÁDUA, 2009, p. 25).

Já segundo Ferro e Paixão (2017):

Como nem sempre as estruturas cognitivas que o indivíduo possui permitem que ele assimile as novas situações vivenciadas, essas estruturas se modificarão, mas sem perder sua continuidade nem seus poderes anteriores de assimilação. A esse processo de reorganização ou de modificação de estruturas cognitivas já formadas, com vistas

à solução de um novo problema ou situação, Piaget chama de acomodação. Por exemplo: uma criança que sabe andar de velocípede (com três ou quatro rodas) precisará construir novos esquemas motores para conseguir andar de bicicleta (duas rodas). (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 74).

Logo, percebe-se que a acomodação é o processo no qual a criança consegue generalizar seu conhecimento para a utilização plena de seus conceitos adquiridos com outra finalidade que não a pré-estabelecida no processo de esquematização e assimilação. Ainda evidenciamos uma interdependência entre os processos de assimilação e acomodação para uma aprendizagem completa, pois segundo Munari (2010):

Sintetizando, a assimilação e a acomodação que primeiro são antagônicas, uma vez que a primeira permanece egocêntrica e a segunda é imposta pelo meio exterior, complementam-se uma à outra à medida que se diferenciam, e a coordenação dos esquemas favorece reciprocamente o desenvolvimento da acomodação. (MUNARI, 2010, p. 44).

Assim, ocorre que o conhecimento aprimora-se a cada nova diferenciação e a cada nova experiência e os esquemas tornam-se mais complexos, possibilitando uma maturação dos mecanismos de compreensão da criança. Desta parceria, Pádua (2009) diz que:

Unindo os processos indissociáveis e antagônicos de assimilação e acomodação, pode-se concluir que conhecer um objeto é assimilá-lo, mas como este objeto oferece certas resistências ao conhecimento é necessário que a organização mental se modifique. Como as estruturas mentais são flexíveis e capazes de se transformar elas são utilizadas em variadas situações e de maneiras diferentes. [...] Por esse motivo, o conhecimento é sempre um processo de assimilação e acomodação. (PÁDUA, 2009, p. 25).

Entendemos, portanto, diante do exposto, que em nosso cotidiano, quando vivenciamos experiências, modificamos nosso conhecimento, e assimilando e acomodando, evoluímos cognitivamente.

Abordamos o último conceito, o de equilíbrio. Para Pádua (2009), quando nos deparamos com um objeto desconhecido, entramos em conflito, e o que é novo, às vezes oferece resistência. Para conhecer este objeto, as estruturas mentais devem ser modificadas e acomodadas. A esse processo atribuímos o nome de equilíbrio.

Percebe-se que a equilíbrio é o processo de mudança organizacional sempre que nos deparamos com uma situação nova cujas estruturas mentais atuais não são capazes de satisfazer sem uma contemplação prévia.

Piaget compreende que a equilíbrio acontece durante todo o processo de formação do homem e para Ferro e Paixão (2017), a equilíbrio é: “O mais importante no desenvolvimento da inteligência, pois é o fator interno do desenvolvimento, isto é, processo de auto-regulação

inerente ao indivíduo que lhe permite avançar de um estágio inferior para um estágio superior”. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 75).

Piaget (1972) faz importante constatação acerca da equilibração, quando diz que:

[...] o equilíbrio leva tempo, naturalmente, mas a equilibração pode ser mais ou menos rápida. [...] nesse ponto concluirei. Não creio mesmo que haja vantagem em acelerar o desenvolvimento da criança além de certos limites. Muita aceleração corre o risco de romper o equilíbrio. O ideal da educação não é aprender ao máximo, maximalizar os resultados, mas é antes de tudo aprender a aprender; é aprender a se desenvolver e aprender a continuar a se desenvolver depois da escola. (PIAGET, 1972, p. 225).

Compreendemos que, para Piaget, respeitar o tempo de desenvolvimento da criança é essencial, visto que o importante não é sair da escola com um acúmulo de conhecimentos formais de várias ciências, mas saber como, quando necessário, buscar aqueles conhecimentos pertinentes a algum objetivo do educando. Assim ensina-se a aprender.

Existe uma importância significativa no processo de equilibração para a epistemologia genética, sendo esta a responsável pelo amadurecimento da criança. Este amadurecimento perpassa por “estádios” ou estágios (PIAGET, 1972). Segundo Bessa (2008), na epistemologia genética de Piaget, existem quatro estágios, sendo eles: estágio sensório-motor (0 a 2 anos), pré-operatório (2 a 7 anos), operatório concreto (7 a 12 anos) e operatório-formal (mais de 12 anos).

O estágio sensório-motor é, para Pádua (2009),

[...] o período que antecede a linguagem. [...] Nesta fase ainda não existem nem operações propriamente ditas, nem lógica, mas onde as ações já se organizam segundo certas estruturas que anunciam ou preparam a reversibilidade e a constituição das invariantes (PÁDUA, 2009, p. 28).

Para o autor, o estágio sensório-motor é o estágio onde a criança age por impulsos e não compreende uma consciência do ambiente, mas prepara-se para a formação de estruturas mentais mais complexas, que ainda estão por vir, e que serão base para invariáveis experienciadas na fase sensório-motor. Aqui, agir e saber constituem única realidade e os esquemas ainda não são de conhecimento da própria criança.

Munari (2010) compreende este assunto, quando diz que:

Os esquemas de inteligência sensório-motora não são, com efeito, ainda conceitos, pelo fato de que não podem ser manipulados por um pensamento, e que só entram em jogo no momento de sua utilização prática e material, sem qualquer conhecimento de sua existência enquanto esquemas [...] (MUNARI, 2010, p. 134).

Portanto, os esquemas são norteados, unicamente, por extintos que guiam as ações nessa fase.

A fase pré-operatória é ponderada pelos primeiros esquemas mentais compreendidos por Pádua (2009):

[...] a qualidade da inteligência se modifica, ao contrário do primeiro estágio onde agir e saber eram uma realidade só, na transição para o segundo eles se separam e dá-se o início do pensamento com linguagem, o jogo simbólico, a imitação diferenciada, a imagem mental e as outras formas de função simbólica. Este estágio é também conhecido como o estágio da representação e a criança permanece nele, aproximadamente, por cinco anos (PÁDUA, 2009, p. 30).

Ainda sobre o segundo estágio, Bessa (2008) compreende que o estágio pré-operatório:

[...] caracteriza-se pela interiorização de esquemas de ações constituídos no estágio anterior. Tais esquemas de ações são conseguidos por meio de sequências de assimilações e acomodações que vão sendo realizadas pelas crianças durante suas múltiplas interações com o meio. Esse período é conhecido também como a idade da curiosidade, onde a criança pergunta o tempo todo. Essa curiosidade é despertada com o desenvolvimento da fala e com o desenvolvimento paralelo da capacidade de realizações de representações mentais. (BESSA, 2008, p. 46).

Ambos os autores defendem que no estágio pré-operatório a criança compreende os esquemas mentais e é capaz de trabalhar com eles amadurecendo sempre que acontece uma nova equilibração pela dualidade assimilação-acomodação.

Findado o segundo estágio, a criança encontra-se no estágio operatório-concreto onde Ferro e Paixão (2017) compreendem que:

O estágio das operações concretas tem início por volta dos sete ou oito anos, estendendo-se até os onze ou doze anos de idade, e tem como característica principal o nascimento das operações. Piaget denomina “operações” o estabelecimento de relações entre os elementos da realidade, ou seja, comparar e/ou agrupar objetos que poderão estar presentes (no caso das operações concretas) ou serem mentalmente representados. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 84).

Para os autores, neste estágio, a criança já é capaz de comparar objetos que podem ou não estar presentes, caracterizando um avanço na habilidade de criar ambientes mentalmente e recorrer a eles para compreensão do meio.

Após por volta dos doze anos, inicia-se o último estágio, que é o operatório-formal. Nele, a criança encontra-se com suas estruturas mentais avançadas. Segundo Pádua (2009):

[...] a principal característica desta fase consiste em poder realizar estas operações sobre hipóteses e não somente sobre objetos, ou seja, de agora em diante, a criança pode versar sobre enunciados verbais, isto é, sobre proposições. O raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, e, com ele, a constituição de uma lógica 'formal' quer dizer, aplicável a qualquer conteúdo. (PÁDUA, 2009, p. 32).

O autor defende que, no estágio operatório-formal, a criança adquire a habilidade de generalizar conceitos e constituir hipóteses, assim munida de uma lógica mais completa que possibilita investigação de qualquer conteúdo.

A completude dos quatro estágios pode ser representado pelo quadro 1:

Quadro 1: Estágios do Desenvolvimento da Inteligência segundo Piaget

Estágio	Faixa Etária Aproximada	Características
Sensório-motor	0-2 anos	Organização perceptiva e motora dos fenômenos do meio; Contato direto e imediato com o meio, sem representação ou pensamento – inteligência prática. (Ação)
Pré-operatório	2-7 anos	Desenvolvimento da representação; Aquisição da linguagem; Introdução no mundo da moralidade; Pensamento egocêntrico – dificuldade em colocar-se abstratamente no lugar do outro; Pensamento irreversível. (Ação Interiorizada)
Operações Concretas	7-12 anos	Pensamento organizado em forma de operações intelectuais (classificação seriada) aplicáveis a objetos concretos e presentes no ambiente; Pensamento reversível. (Ação Interiorizada Reversível)
Operações Formais ou Proposicionais	12 anos em diante	A representação permite a abstração total; Operações mentais aplicadas também às hipóteses formuladas em palavras; Consciência acerca do próprio pensamento. (Metaconhecimento)

Fonte: FERRO; PAIXÃO (2017), p. 90- adaptado.

Piaget contribuiu significativamente para os avanços da psicologia com sua epistemologia genética. Segundo Pádua (2009):

Independentemente do estágio em que os seres humanos se encontrem a aquisição de conhecimentos, segundo Piaget, acontece por meio da relação sujeito/objeto. Esta relação é dialética e se dá por processos de assimilação, acomodação e equilíbrio. O dinamismo da equilíbrio acontece através de sucessivas situações de equilíbrio - desequilíbrio - reequilíbrio que visam, por assim dizer, "dominar" o objeto do conhecimento. (PÁDUA, 2009, p. 34).

Para o autor, a obra de Piaget compreende todo o processo de desenvolvimento do homem através de um sistema de equilíbrio, tomando como base o objeto e as interações do homem com ele. Devido ao caráter científico de sua pesquisa, Piaget influenciou pesquisadores no ramo da educação. Segundo Ferro e Paixão (2017):

Pelo exposto, podemos perceber que a teoria psicogenética de Jean Piaget destaca de forma acentuada o papel do sujeito na construção do conhecimento, ressaltando que essa construção se dá nas trocas que se estabelecem entre o sujeito e o meio. Desse postulado resultam contribuições importantes para a prática educativa, especialmente em relação ao papel da escola, do aluno e do professor, da interação e da intervenção pedagógica no processo de aprendizagem. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 90-91).

Conforme visto, a educação, na epistemologia genética, coloca ênfase na troca que se estabelece entre o sujeito e o objeto e caracteriza uma reformulação no lugar que cada agente educacional desempenha. Ainda segundo as autoras as funções se caracterizam desta forma:

Quadro 2: O papel de cada um na abordagem piagetiana

Papel da escola:	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar-se em torno de modelos de ensino que possibilitem ao educando a aprendizagem vista como um processo de construção ativa (e não de retenção do conhecimento); • Escolher metodologias de ensino que priorizem a participação ativa do aluno na construção do conhecimento; • Valorizar atividades lúdicas e tarefas que levem o aluno à descoberta de suas próprias soluções aos problemas impostos.
Papel do aluno:	<ul style="list-style-type: none"> • Concebido como ser ativo que, ao ser colocado diante de situações desafiadoras, constrói novos conhecimentos, desenvolve sua aprendizagem; • É um experimentador que busca soluções mesmo através de inúmeras tentativas, mas por seus próprios meios intelectuais.
Papel do professor:	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar o raciocínio dos alunos, buscando estratégias desafiadoras (problemas que estimulem o desenvolvimento do pensamento), mas que esteja, ao mesmo tempo, dentro das possibilidades do aluno, a fim de ajudá-lo a superar as dificuldades em sua aprendizagem; • Organizar situações didáticas desafiadoras, considerando que: <ol style="list-style-type: none"> 1) a aprendizagem depende do desenvolvimento e, portanto, os desafios devem levar em conta o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno; 2) ao elaborar determinada resposta, a criança pensa qualitativamente diferente do adulto; 3) uma escola ativa não é necessariamente uma escola de trabalhos manuais, significando, pois, que embora em alguns estágios a construção do conhecimento exija a manipulação de objetos e tateios materiais, essas atividades devem ser ampliadas nas relações, questionamentos e reflexões que possam gerar.
Papel da interação e da intervenção pedagógica:	<ul style="list-style-type: none"> • O aluno precisa interagir com os professores e com os seus pares para que possam testar suas estruturas cognitivas, à medida que vai sendo desafiado e tendo a possibilidade de ver diferentes formas de solucionar problemas; • O professor deve intervir propondo situações didáticas desafiadoras que permitam ao aluno avançar na construção do conhecimento, ou seja, não se trata de deixar os alunos agirem espontaneamente, mas dirigi-los na realização das atividades, deixando-os livres ao mesmo tempo.

Fonte: Dados obtidos em FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 91-92 – adaptado.

Percebe-se, através da análise do quadro 2, que Piaget, embora não tenha focado na Educação, coloca o educando e sua relação com o objeto estudado como foco da aprendizagem, e constrói seu conhecimento enquanto interage com o objeto.

Dando continuidade a esse repertório teórico, faremos, a seguir, uma abordagem da perspectiva de Papert para a construção do conhecimento.

2.3 A abordagem papertiana da construção do conhecimento

Esta seção destina-se a apresentar as principais ideias do Construcionismo de Papert e o diálogo de sua teoria com o Construtivismo piagetiano. Iniciaremos com a apresentação da biografia de Papert, posteriormente apresentaremos sua teoria e, por fim, faremos a discussão sobre as principais diferenças entre as duas teorias.

O Dr. Seymour Papert⁹ nasceu no dia 1º de março de 1928, na cidade de Pretória, África do Sul, e morreu no dia 31 de agosto de 2016 de infecção nos rins e na bexiga, aos 88 anos. Participou do movimento *anti-apartheid* na África do Sul na década de cinquenta, quando foi importante líder no círculo revolucionário socialista, destacando-se ao publicar no jornal chamado *The Social Review*, na cidade de Londres.

Iniciou seus estudos na *Witwaterstrand University*, alcançando o título de bacharel em 1949. Tornou-se Ph.D em Matemática em 1952. E na *Cambridge University* chegou a seu segundo Ph.D, também em Matemática, direcionando seus estudos para o campo da inteligência artificial.

Durante o período de 1958 a 1963, Papert trabalhou em Genebra na *University of Geneva*, com Piaget onde sua colaboração principal era considerar o uso da Matemática no serviço para entender como as crianças podem aprender e pensar.

Em 1964, iniciou sua participação no MIT (*Massachusetts Instituto of Technology*) como pesquisador associado. Já em 1967, assumiu a direção do laboratório de inteligência artificial, fundado por ele e Marvin Minsky¹⁰ e ali permaneceu até 1981. Durante a década de 60, desenvolveu, conjuntamente com outros pesquisadores, o LOGO, uma linguagem de computadores para crianças, que foi adotado no mundo todo e serviu de base para a construção de sua teoria.

Na década de 80, munido de sua experiência, Papert definiu a teoria Construcionista de aprendizagem valendo-se dos estudos de Piaget, Dewey, Montessori e Paulo Freire.

Ele é autor de “*Mindstorms: Children Computers and Powerful Ideas*¹¹” (1980) e “*The Children’s Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*¹²” (1992). Também tem

⁹ A biografia de Seymour Papert foi retirada e adaptada de três obras: Folha de São Paulo; FERRO E PAIXÃO (2017) e CAMPOS (2008).

¹⁰ Ph.D em Matemática e um dos principais nomes da Inteligência Artificial.

¹¹ Tempestades mentais: crianças, computadores e ideias poderosas.

¹² Máquina Das Crianças, A: Repensando A Escola Na Era Da Informática.

publicado inúmeros artigos sobre Matemática, Inteligência Artificial, educação, aprendizagem e raciocínio.

Ferro e Paixão (2017) concordam com a afirmação de que Papert estudou as contribuições dos computadores para a educação, quando dizem que: “Contrapondo-se à abordagem instrucionista, na qual o computador é utilizado como máquina de ensinar, Papert desenvolveu uma metodologia de uso do computador na educação”. (FERRO e PAIXÃO, 2017, p. 138).

Percebe-se que, para Papert, o computador, se utilizado através de uma metodologia correta, é uma ferramenta educacional que compreende o educando como centro do processo de ensinar diferentemente do pensamento de que o computador poderia ser utilizado como ferramenta de treinamento dos educandos.

Segundo Nunes e Santos (2013):

Papert concorda com Piaget (1976), em que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada. Porém, se inquietou com a pouca pesquisa nesta área e levantou a seguinte interrogação: Como criar condições para que mais conhecimento possa ser adquirido por este aluno? (NUNES; SANTOS, 2013, p. 2).

Tentando responder a esta indagação e, concomitantemente, dialogando com a Epistemologia Genética, Papert compreende que a criança é capaz de aprender mesmo sem o auxílio de algum tutor, para tanto, é necessário que seja criado um ambiente propício para maior aprendizagem dos alunos onde existam atributos preexistentes que permitam o desenvolvimento adequado em cada fase do conhecimento.

Assim surgiu o LOGO¹³, linguagem de programação utilizada educacionalmente, que segundo Campos (2008):

Nasce com a perspectiva de um uso diferente do computador na aprendizagem. Ao invés de ser objeto no processo, o aprendiz se torna sujeito ativo. Ao comandar o computador tendo em mente suas intenções e suas ideias, ele assume a responsabilidade sobre sua própria aprendizagem. (CAMPOS, 2008, p. 81).

É importante dizer que a filosofia LOGO é a ferramenta pela qual Papert disseminou o Construcionismo. Notamos, na fala do autor, que o Construtivismo e o Construcionismo têm proximidades no que condiz com o educando sendo o ponto de partida da aprendizagem e suas interações com o ambiente. No Construtivismo especificamente, o computador é o ambiente de aprendizagem. Próximo às ideias de Piaget, mas com uma proposta voltada, exclusivamente,

¹³ Linguagem de programação infantil criada por Papert e seus colaboradores, a frente será explorada com mais detalhes.

para a educação, no Construcionismo de Papert, a meta de ensinar é produzir o máximo de aprendizagem, com o mínimo de ensino. Encontrar formas de aprendizagem que valorizem a construção mental do sujeito, apoiada em sua construção de mundo. (NUNES; SANTOS, 2013, p. 2-3). Observamos, então, que o foco é encontrar ferramentas que condicionem um ensino autônomo e de qualidade.

Nesta teoria, o professor tem o papel de facilitador criativo, colocando ênfase na importância das conexões entre os estágios do desenvolvimento. Ainda para Nunes e Santos (2013):

É importante a conexão entre as entidades mentais existentes para o progresso e criação de novas entidades mentais. É assim, que se dá a aprendizagem espontânea e informal, tanto na criança, quanto no adulto. Dessa forma, o professor deve ter o papel de facilitador criativo, proporcionando um ambiente capaz de fornecer conexões individuais e coletivas, como, por exemplo, desenvolvendo projetos vinculados com a realidade dos alunos, e que sejam integradores de diferentes áreas do conhecimento. (NUNES; SANTOS, 2013, p. 3).

Como podemos perceber, no Construcionismo o professor foca-se em encontrar ferramentas que respeitem a faixa etária mental e abranja os conteúdos pretendidos. Contudo, já que o professor não participa efetivamente da aprendizagem, suas escolhas são de suma importância, visto que uma atividade inerente a uma idade mental inadequada pode gerar tempo ocioso ou pouca aprendizagem.

As propostas para sala de aula na perspectiva papertiana devem compreender dois pontos importantes para a teoria construcionista e que, inclusive, diferenciam-na da Epistemologia Genética, que são: A construção de algo por parte do aluno e a necessidade de existir interesse imediato da criança em manusear o objeto de estudo. Nas palavras de Ferro e Paixão (2017):

Na noção de construcionismo de Papert existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer, do “colocar a mão na massa”. Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p.140).

Percebemos, na fala dos autores, que a preocupação em compreender um ambiente de sala de aula que busque maior efetividade na aprendizagem é encontrada quando compreendemos que o educando, ao interagir com um objeto que desperte sua curiosidade, aprende de maneira mais abrangente. Ainda para os autores existe um terceiro diferenciador, que é a questão da presença de um computador, o fato de a criança agir ao controlar este

computador e, conseqüentemente, aprender através dele. “Computador como máquina para ser ensinada” (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 140).

Assim, com base nos estudos empreendidos, observamos três diferenciadores principais entre as teorias de Piaget e Papert. Acerca do primeiro diferenciador (a construção por parte do educando), evidenciamos que, nas palavras de Campos (2008):

Para Papert, projetar no ambiente externo nosso raciocínio e nossas ideias internas, por meio da construção e do desenvolvimento de algo concreto, é a chave para o aprendizado. O aprendizado torna-se tangível e compartilhado quando podemos exteriorizar nossas ideias e, inclusive, nos comunicar através de nossas expressões feitas no mundo real. (CAMPOS, 2008, p. 97).

Compreendemos que, quando possibilitamos aos alunos produzirem, estes podem vivenciar os resultados de sua produção e, caso necessário, reformular seus conceitos, teorias, processos mentais e, assim, retomar possíveis interpretações errôneas antes de avançar a um próximo passo em sua construção concreta e do conhecimento.

O segundo diferenciador corresponde à motivação. A este fator destacamos que o uso adequado do computador gera curiosidade nos educandos, pois, segundo Nunes e Santos (2013):

O computador desperta, na maioria dos alunos a motivação que pode ser o primeiro “trunfo” do educador para resgatar a criança que não vai bem na sala de aula. Ele funciona como um instrumento que permite uma interação aluno-objeto, aluno-aluno e aluno-professor, baseada nos desafios e trocas de experiências. (NUNES; SANTOS, 2013, p. 3).

Acreditamos nos autores quando compreendem que o computador gera, em um primeiro contato, um triunfo na mão dos professores, contudo, percebemos que o simples fato de utilizar-se do computador, em sala de aula, não é suficiente para a participação dos estudantes na contemporaneidade.

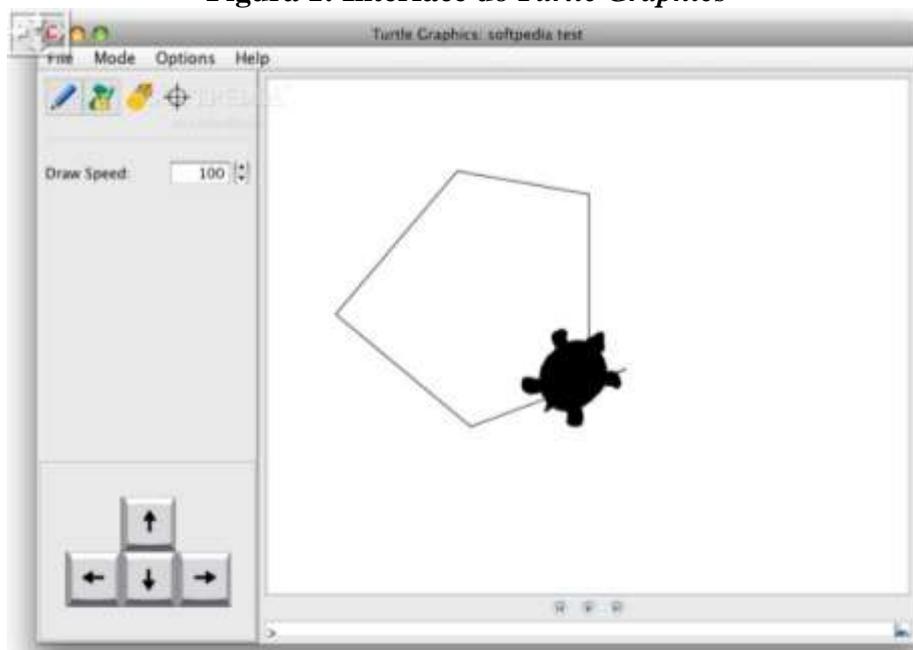
O terceiro diferenciador expressa-se na fundamentação da teoria através da LOGO, linguagem de programar computadores. Segundo Ferro e Paixão (2017):

Quando o aluno usa o Logo gráfico para resolver um problema, sua interação com o computador é mediada pela linguagem Logo [...]. Essa interação é uma atividade que consiste de uma ação de programar o computador ou de “ensinar” a Tartaruga a como produzir um gráfico na tela. O desenvolvimento do programa (procedimentos) se inicia com uma ideia de como resolver o problema, ou seja, como produzir um determinado gráfico na tela. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 140-141).

Para compreensão do exposto pelo autor, é necessária a visualização da interface de um aplicativo que utiliza a linguagem LOGO que, neste trabalho, utilizaremos o *Turtle Graphics*

desenvolvido por Brett Geren através da linguagem JAVA e disponível para download para o sistema operacional *Mac* (SOFTPEDIA, 2009).

Figura 1: Interface do *Turtle Graphics*



Fonte: (SOFTPEDIA, 2009).

Notemos, na figura 1, a tartaruga ao centro. A criança deve ensiná-la o caminho por onde passar para que esta produza um gráfico deixado em forma de rastro. Cabe à criança encontrar quais comandos deve “ensinar” a tartaruga para que esta percorra o caminho que forme o gráfico desejado.

Através deste ambiente programável, Papert criou as cinco dimensões que sustentam o construcionismo. Sendo estas, nas palavras do próprio Papert (1986):

Dimensão pragmática: refere-se à sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos.

Dimensão sintônica: ao contrário do aprendizado dissociado, normalmente praticado em salas de aula tradicionais, a construção de projetos contextualizados e em sintonia com o que o aprendiz considera importante, fortalece a relação aprendiz-projeto, aumentando as chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido.

Dimensão sintática: diz respeito a possibilidade de o aprendiz facilmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente de aprendizagem, e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo.

Dimensão semântica: refere-se à importância de o aprendiz manipular elementos que carregam significados que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos. Deste modo, através da manipulação e construção, os aprendizes possam ir descobrindo novos conceitos.

Dimensão social: aborda a relação da atividade com as relações pessoais e com a cultura do ambiente no qual se encontra. O ideal é criar ambientes de aprendizagem que utilizem materiais valorizados culturalmente. (PAPERT, 1986, p.14).

Observa-se que, para o autor, o estudante deve estar engajado na atividade de forma consciente. Na primeira dimensão, buscamos atentar a realidade do estudante e a proximidade com o que procuramos atingir, visto que o estudante deve ver necessidade imediata de aprendizado.

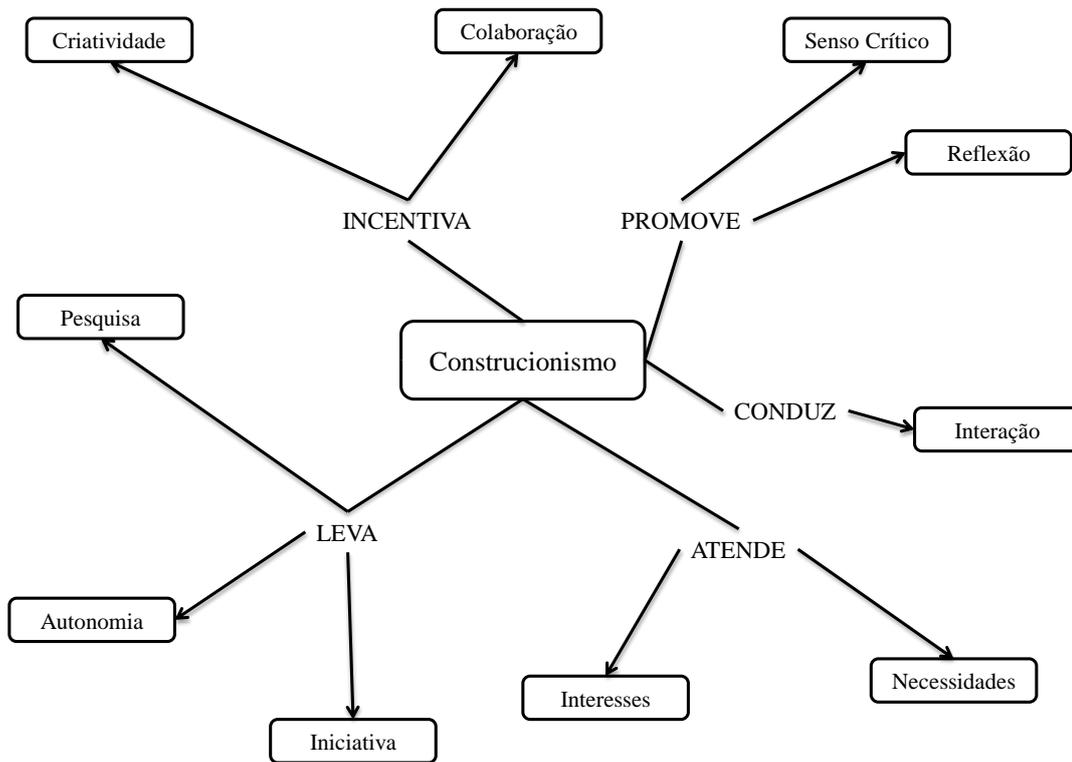
Na segunda dimensão, percebemos uma tendência à interdisciplinaridade, já que esta contextualiza a necessidade de aprendizado através de assuntos de interesse do educando.

A terceira dimensão preza pela fluidez da aprendizagem ao educando, não podendo existir limitadores infraestruturais para seu desenvolvimento no sentido de apressá-lo ou atrasá-lo.

A quarta dimensão coopera com o desenvolvimento formal, respeitando a zona de desenvolvimento do aluno, pois este conhecerá novos símbolos à medida que perceber as suas necessidades.

E a quinta dimensão prevê a inserção da cultura da comunidade na aprendizagem, já que esta é de suma importância no ambiente extraescolar. Estas dimensões devem ser observadas para que aconteça uma atividade construcionista na visão de Papert.

Para melhor compreensão do Construcionismo papertiano e síntese das principais ideias, temos:

Figura 2: Características do Construcionismo

Fonte: Dados retirados de SCHELLER; VIALI; LAHM, 2014, p. 5 – adaptado.

Também para maior compreensão das contribuições de Piaget a Papert, resgatamos de Ferro e Paixão (2017) um quadro comparativo entre as duas obras:

Quadro 3: Principais Diferenças entre o Construtivismo e o Construcionismo

Construtivismo	Construcionismo
Teoria construtivista da aprendizagem, desenvolvida pelo psicólogo suíço Jean Piaget, encara a aprendizagem como um processo muito dinâmico, no qual as pessoas constroem, continuamente, novo conhecimento a partir de suas experiências no mundo. De acordo com esta teoria, as pessoas não têm ideias, fazem-nas. A teoria construtivista é a base que suporta muitas iniciativas de reformas educativas.	A abordagem construcionista da educação, desenvolvida pelo professor Seymour Papert do MIT, baseia-se em dois tipos de construção: o argumento é que as pessoas constroem conhecimento novo especialmente bem, quando se envolvem na construção de coisas. Podem construir castelos com areia, máquinas com peças de LEGO ou programas de computador. O que é importante é que estejam dinamicamente envolvidas e comprometidas na criação de algo com significado pessoal, ou para outros à sua volta.

Fonte: Dados obtidos em FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 138 – adaptado.

Percebe-se que o Construcionismo contribui para a educação quando utiliza-se de ferramentas computadorizadas, e que o aluno possui lugar de destaque em sua teoria. Contudo no quesito social existem alguns pontos que não são abordados por ela como, por exemplo, aprendizagem sobre normas e ética, cultura local, identidade geográfica, convívio em sociedade, aceitação a propostas e opiniões alheias, entre outros.

Complementando esse capítulo teórico, recorreremos às abordagens de Vygotsky, conforme subseção a seguir.

2.4 A Teoria Socio-histórico-cultural de Lev Vygotsky

Nesta seção, abordaremos a obra de Vygotsky e o diálogo de sua teoria e as teorias anteriormente discutidas. Utilizaremos a mesma estrutura das seções 2.2 e 2.3 sobre Piaget e Papert. Iniciamos com a exposição de sua biografia, seguimos pela explanação de sua obra e, posteriormente, faremos conexões entre sua obra e as obras da Epistemologia Genética e do Construcionismo. Ao término desta seção, definiremos como cada teoria agregou a este trabalho. Antes de continuarmos, salientamos que em nossos estudos percebemos que a grafia do nome de Vygotsky divergia conforme o autor. Encontramos justificativa para este fato na obra de Duarte (1996) que em seu trabalho expôs que: “o nome Vigotski é encontrado na bibliografia existente grafado de várias formas: Vigotski, Vygotsky, Vigotskii, Vigotskji, Vygotski, Vigotsky”. (DUARTE, 1996, p. 18). Para construção deste trabalho, adotamos a grafia Vygotsky, mas mantivemos as indicações bibliográficas conforme escrito em cada obra.

Lev Semenovich Vygotsky¹⁴ nasceu em 17 de setembro de 1896, em Orsha, Bielo-Rússia, e faleceu aos 38 anos, em 1934, vítima de tuberculose. Pertencente a uma família de posses Judaica, cursou escola secundária na cidade de Gomel e concluiu seus estudos em Direito, História e Filosofia na Universidade de Moscou, em 1917. Posteriormente, estudou Medicina. Dirigiu um Departamento de Educação para deficientes de 1925 a 1934, enquanto lecionava psicologia e pedagogia em Leningrado e iniciou estudos sobre a crise da psicologia, buscando alternativas no materialismo dialético. Vygotsky, na época, foi ignorado no Ocidente e teve suas publicações suspensas na União Soviética de 1936 a 1956. Hoje, no entanto, seu trabalho vem sendo profundamente estudado e valorizado.

¹⁴ Dados biográficos retirados de Ferro e Paixão (2017), Ivic (2010) e Bessa (2008), adaptados.

Ainda é importante dizer que Vygotsky foi fortemente influenciado pela revolução Russa¹⁵, uma vez que sua experiência filosófico-política baseou-se na participação em projetos de construção de uma nova sociedade em seu país.

Entendemos que, pela proximidade histórica, é pertinente comparar sua vida acadêmica com a de Piaget. Nesse sentido, segundo Ivic (2010):

Nascido no mesmo ano em que ele e não tendo recebido formação psicológica, tornou-se autor, como Piaget, de uma notável teoria do desenvolvimento mental. Desde sua adolescência, e ao longo de toda sua vida, Piaget se orientou para as ciências biológicas. Esta diferença de inspiração explica, talvez, a diferença de dois paradigmas importantes na psicologia do desenvolvimento: o de Piaget, que acentua os aspectos estruturais e as leis essencialmente universais (de origem biológica) do desenvolvimento, enquanto o de Vygotsky insiste nos aportes da cultura, na interação social e na dimensão histórica do desenvolvimento mental. (IVIC, 2010, p. 12-13).

Percebemos, assim, que a principal diferenciação dos dois autores encontra-se no caráter de suas pesquisas. De grosso modo, Piaget analisa o ponto de vista fisiológico e Vygotsky, o ponto de vista cultural. Ainda existe uma contramão no ponto de partida das pesquisas de ambos. Segundo o próprio Vygotsky (2001), sobre a direção do desenvolvimento da criança:

Para Piaget, é o degrau intermediário do autismo para a lógica, do intimamente individual para o social; para nós, é uma forma transitória da linguagem exterior para a interior, da linguagem social para a individual, inclusive para o pensamento autístico verbalizado. (VYGOTSKY, 2001, p. 65).

Vygotsky compreende que enquanto para Piaget o cognitivo infantil desenvolve-se através do autismo¹⁶, onde o exterior não possui influência, e só depois quando a criança avança para estágios superiores que compreende possibilidades de flexibilidade ao meio social. Já Vygotsky acredita que a criança sofre maior influência da sociedade do que do seu egocentrismo, já nos estágios inferiores de formação, e que, a partir da agregação de conhecimentos como, por exemplo, a linguagem, consegue construir sua individualidade de pensamento, que a acompanha durante toda a vida e inclusive para o autismo verbalizado.

Em 1924, Vygotsky tornou-se colaborador do Instituto de Psicologia. É aí que em uma década (1924-1934), e cercado por um grupo de colaboradores dispostos como ele a elaborar uma reconstrução da Psicologia, cria sua teoria histórico-cultural dos fenômenos psicológicos.

¹⁵ A Revolução Russa de 1917 foi uma série de eventos políticos na Rússia, que, após a eliminação da autocracia russa e depois do Governo Provisório (Duma), resultou no estabelecimento do poder soviético sob o controle do partido bolchevique. O resultado desse processo foi a criação da União Soviética, que durou até 1991. (SÓ HISTÓRIA, 2018).

¹⁶ Aqui Vygotsky refere-se ao espaço cognitivo intrapessoal das ideias (mundo das ideias) e não ao distúrbio neurológico caracterizado como autismo.

Ao longo de sua breve história, Vygotsky escreveu cerca de duzentas obras, das quais se perdeu uma parte.

Por fim, acerca de sua vida, levamos em conta o exposto por Bessa (2008), que diz que:

[...] precisamos lembrar que seu pensamento político e suas ações literárias têm origem na ideologia marxista, ou seja, precisamos compreender que assim como Marx¹⁷, para Vygotsky as mudanças produzidas na sociedade e na vida material interferiam diretamente na natureza humana, pois considerava o homem um ser histórico, construído a partir de sua relação com o mundo natural e social, e neste sentido, o sujeito social se constrói com base no movimento de internalização da cultura, numa perspectiva histórica, ampliando a compreensão dos mecanismos pela qual a cultura se apropria dos sujeitos e como os sujeitos se apropriam dela. (BESSA, 2008, p. 59).

Percebemos, nas palavras do autor, que a obra de Vygotsky foi influenciada pelo momento político de seu país, adquire um atributo social do qual sua produção compreende implicações relacionadas à natureza humana, e caracterizadas pelas interações do homem com sua cultura.

Para compreendermos a obra Vygotsky, buscamos na obra de Ivic (2010) o esclarecimento acerca de sua teoria. Segundo o autor:

Se houvesse que definir a especificidade da teoria de Vygotsky por uma série de palavras e de fórmulas chave, seria necessário mencionar, pelo menos, as seguintes: sociabilidade do homem, interação social, signo e instrumento, cultura, história, funções mentais superiores. E se houvesse que reunir essas palavras e essas fórmulas em uma única expressão, poder-se-ia dizer que a teoria de Vygotsky é uma “teoria socio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais superiores”, ainda que ela seja chamada mais frequentemente de “teoria histórico-cultural”. (IVIC, 2010, p. 15).

Através do exposto acima entendemos que Vygotsky interessou-se pelas interações humanas e a influência que isso acarreta na sociedade, pois enfatiza a questão social como o principal diferenciador do homem e dos animais, discurso presente na própria obra de Vygotsky (1991):

A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui a aspecto característico da psicologia humana; é a base do salto qualitativo da psicologia animal para a psicologia humana. Até agora, conheceu-se apenas um esboço desse processo. (VYGOTSKY, 1991, p. 41).

Ampliamos a discussão quando buscamos um sentido das diferenciações entre os animais e o ser humano através de Ferro e Paixão (2017). Para elas:

¹⁷ Karl Heinrich Marx foi um importante revolucionário e intelectual alemão, fundador da doutrina comunista moderna. Além disso, ele ainda atuou como filósofo, economista, historiador, jornalista e teórico político. (RESUMO ESCOLAR, 2018).

Apoiado nos pressupostos do materialismo histórico e dialético, Vygotsky postula como princípio orientador da abordagem histórico-cultural a dimensão sócio-histórica do psiquismo, segundo o qual tudo o que é especificamente humano e distingue o homem de outras espécies tem origem nas relações sociais, isto é, resultam da interação do homem com seu meio sócio-cultural. (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 93).

Como a dimensão sócio-histórica torna-se princípio orientador da teoria histórico-cultural, observamos a real importância do quesito social em sua obra. Concordamos com Ivic (2010), quando diz que a teoria vygotskyana é de caráter socio-histórico-cultural, pois à medida que interagimos com as pessoas de nossas comunidades, internalizamos conceitos que visualizamos nas ações destes indivíduos e tomamos para nós. Este processo que foi chamado por Vygotsky de processo de internalização consiste em transformações que, para o próprio Vygotsky (1991), são:

- a) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. É de particular importância para o desenvolvimento dos processos mentais superiores a transformação da atividade que utiliza signos¹⁸, cuja história e características são ilustradas pelo desenvolvimento da inteligência prática, da atenção voluntária e da memória;
- b) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos;
- c) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento. O processo, sendo transformado, continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo período de tempo, antes de internalizar-se definitivamente. Para muitas funções, o estágio de signos externos dura para sempre, ou seja, é o estágio final do desenvolvimento. (VYGOTSKY, 2001, p. 41).

Observamos que as três transformações dizem respeito a implicações que a socialização causa internamente. Percebemos que, para Vygotsky, o conhecimento é transmitido socialmente através das inúmeras formas de interação e que, quando estas não ocorrem, não há desenvolvimento de forma a atingir melhores resultados. No diálogo de Ivic (2010) percebemos que nem mesmo é possível à criança existência sem que esta seja gerada por outros humanos e mesmo que venha a existir, não seria possível compreender o desenvolvimento de sua própria espécie partindo, unicamente, da perspectiva genética. Ivic utiliza a expressão “mônada isolada” para compreender que temos nosso prolongamento nas outras pessoas, já que somos organismos incompletos. (IVIC, 2010, p. 16). Mônada é um conceito chave na filosofia

¹⁸ Segundo Vygotsky o signo, enquanto meio externo, é semelhante a um instrumento de trabalho, medeia a relação do homem com o objeto e com outro homem. Por intermédio dos signos, que Vygotski vê como uma espécie de “órgãos sociais”, o indivíduo assimila o seu comportamento, inicialmente o exterior e depois o interior, assimilando as funções psíquicas superiores. (BEZERRA, 2001, p. XII).

metafísica de Leibniz¹⁹ que significa, de maneira simplificada, organismo simples que compõe o universo²⁰.

Assim, para Ivic (2010) na teoria de Vygotsky é fundamental as interações assimétricas já na primeira infância, ou seja, as interações com os adultos, portadores de todas as mensagens de cultura (IVIC, 2010, p. 16).

Compreendemos, então, que a chave para a manutenção da sociedade consiste nas interações dos adultos com as crianças para que estas compreendam seu fazer social e a cultura de sua sociedade. Esta informação torna-se evidente quando compreendemos Bessa (2008), quando diz que:

Vygotsky, em sua abordagem sociointeracionista, entende e apresenta o homem em relação ao conhecimento, como o indivíduo que se desenvolve a partir do meio físico e socialmente. Para ele, os processos mentais não são inatos, mas se originam entre indivíduos humanos e se desenvolvem ao longo do processo de internalização de formas culturais de comportamentos e não de reações automáticas, ações reflexas e associações simples que ele afirma serem de origem biológica. (BESSA, 2008, p. 60).

Percebemos que, para o autor, o Sociointeracionismo²¹ compreende que o homem evolui à medida que dialoga com os diversos organismos sociais através de um processo que Vygotsky chamou de “internalização”. Neste trecho existe uma grande diferenciação entre a teoria Socio-histórico-cultural e a Epistemologia Genética, pois, enquanto Vygotsky considera a evolução humana de caráter Sócio-cultural, Piaget acredita que a evolução se dá de maneira natural (origem biológica).

Ainda na obra de Bessa (2008), destacamos que, para a teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky, existem conceitos que devem ser seguidos para a internalização das atividades sociais, sendo eles:

Processos elementares, que são os processos de ordem biológica, como reflexos, reações automáticas e associações simples.

Processos psicológicos superiores, que são os que caracterizam o funcionamento psicológico tipicamente humano, regidos pela ação consciente, pelo caráter voluntário da atenção e da memória ativa e pelo comportamento intencional.

Síntese, que se apresenta como um conceito diferenciado em Vygotsky por considerar a emergência de algo novo, e não a simples soma ou justaposição de dois elementos. O que surge é sempre algo que não estava presente nos elementos iniciais, mas foi

¹⁹ **Gottfried Wilhelm von Leibniz** inventou o cálculo com uma notação superior, incluindo os símbolos para integração e diferenciação, defendeu o ecumenismo Cristão na religião, leis romanas codificadas e lei natural em jurisprudência, propôs a lei metafísica de otimismo que nosso universo é o "melhor de todos os possíveis mundos", e transmitiu o pensamento chinês para a Europa. Para o seu trabalho, ele é considerado um progenitor de idealismo alemão e um pioneiro do Esclarecimento. (SÓ MATEMÁTICA).

²⁰ Interpretações mais abrangentes acerca do conceito de mônada podem ser encontradas em (SIGNIFICADOS, 2018).

²¹ Muitos autores chamam a teoria Socio-histórico-cultural como abordagem sociointeracionista.

tornado possível pela interação desses elementos, gerado num processo de transformação.

Plasticidade, caracterizada por ser a possibilidade de ser moldado a partir da interferência/ação de elementos externos, e que conta com a presença de uma estrutura básica que pode servir a novas funções, criadas na história social, sem que o órgão físico seja transformado. Essa plasticidade caracteriza o cérebro humano que, segundo Vygotsky, não é um sistema, de funções fixas e imutáveis, mas que se modifica ao longo da história da espécie e do desenvolvimento individual. (BESSA, 2008, p. 60-61).

Compreendemos que os processos elementares são os que nos distingue como pertencentes ao reino biológico animal e que, por sermos deste reino, carregamos conosco involuntariedades pertencentes a nossa espécie, como, por exemplo, o ato de chorar, respirar, piscar, onde não é necessária nenhuma interação com outros organismos e que, ou já nascemos sabendo, ou aprendemos sem participação de outrem ao longo de nossas vidas.

Já os processos psicológicos superiores definem clara distinção do homem com os demais seres animais através do surgimento de uma concepção de ações voluntárias. Percebemos, aqui, o surgimento do conceito de consciência e as proposições que isto implica. Haja vista que nossas escolhas podem, ou não, ser influenciadas por fatores externos. Contudo, à medida que crescemos embrionados em uma sociedade, primeiramente familiar, posteriormente comunitária, torna-se impossível a não influência desta sociedade na constituição de nossas ações conscientes, resguardado casos extremamente atípicos de pessoas criadas em isolamento. O processo de falar é importante exemplo quando a aprendizagem correlaciona-se a uma participação da comunidade, demonstrada pela presença de diferentes línguas faladas em diferentes localidades.

A síntese vygotskyana diz respeito à produção do novo que só é possível através da relação de elementos antigos, mas que, conjuntamente, implicam em uma mudança. Este processo caracteriza-se como diferenciador de gerações, pois quando construímos algo novo e compartilhamos em sociedade, modificamos a forma como o homem interage com a natureza e através do processo cultural modificamos a visão que se tem do homem de acordo com seu tempo. Por exemplo, o homem das cavernas que, aos nossos olhos, é diferente em muitos aspectos.

Já a plasticidade diz respeito ao corpo humano e à presença de órgãos susceptíveis a mudanças externas. O texto cita o cérebro humano e sua capacidade de adaptação a novas realidades.

Destes conceitos compreendemos que, para a teoria socio-histórico-cultural, é necessária à participação de um agente externo inserido na comunidade para fazer mediação do conhecimento. Sobre esta mediação, Ferro e Paixão (2017) dizem que: “A relação entre o

homem e o mundo não é uma relação direta, mas sempre mediada por sistemas simbólicos. Assim, um conceito central para a compreensão do fundamento sócio-histórico do funcionamento psicológico é o conceito de mediação.” (FERRO; PAIXÃO, 2017, p. 94).

Para Vygotsky, a mediação ocorre através de dois elementos mediadores, o signo e o instrumento, como vemos no quadro 4.

Quadro 4: Instrumentos e Signos

Instrumento
Objeto social que carrega consigo a função para a qual foi criado e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo. A formação da sociedade com base no trabalho é um processo que marca o homem como espécie diferenciada, visto que os animais não produzem instrumento com um objetivo específico, não os guardam para uso futuro e não preservam sua função como conquista a ser transmitida a outros membros do grupo social. O trabalho cria a cultura e a história humanas pela ação transformadora do homem sobre a natureza.
Signo
Instrumento da atividade psicológica que age da mesma maneira que o instrumento no trabalho. Porém, é orientada para dentro do próprio sujeito e dirige-se ao controle de ações psicológicas. O signo auxilia em tarefas que exigem memória ou atenção e representa a realidade de maneira a fazer referências a elementos ausentes no tempo e no espaço. Torna a ação psicológica mais sofisticada e possibilita um controle maior sobre o comportamento e a ação motora. A utilização dessas marcas externas, no entanto, transforma-se em processos internos de mediação e propiciam o desenvolvimento de sistemas simbólicos, estruturas complexas e articuladas em que se organizam os signos.

Fonte: Dados retirados de BESSA, 2008, p. 61 – adaptado.

Analizamos, portanto, os instrumentos como sendo ferramentas criadas pelo homem para fins diversos que diferencia o homem das outras espécies. Notamos, aqui, a contribuição do trabalho para a caracterização sobre ser humano. Quanto ao signo, observamos que estes são instrumentos utilizados pela nossa atividade intelectual para controle das ações. São auxiliares em tarefas que necessitam de informações que estão ausentes ao objeto de mudança momentaneamente.

A contribuição de Vygotsky para a educação é extensa, contudo, a este trabalho nos interessa o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Entende-se como ZDP, nas palavras do próprio Vygotsky:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1991, p. 58).

Percebemos que a ZDP é a distância da não autonomia para a autonomia, ao se realizar uma tarefa. Ivic (2010) dialoga sobre a definição de ZDP, quando diz que:

Esta zona é definida como a diferença (expressa em unidades de tempo) entre os desempenhos da criança por si própria e os desempenhos da mesma criança trabalhando em colaboração e com a assistência de um adulto. Por exemplo, duas crianças têm sucesso nos testes de uma escala psicométrica correspondente à idade de 8 anos; mas, com uma ajuda estandarizada, a primeira não alcança senão o nível de 9 anos, enquanto a segunda atinge o nível de 12; enquanto a zona proximal da primeira é de um ano a da outra é de quatro anos. (IVIC, 2010, p. 32).

Assim, através de Ivic (2010), entendemos que a ZDP é uma espécie de medida do desenvolvimento auxiliado por um adulto e a relativa aceitação da criança quanto à compreensão do proposto. Para Bessa (2008):

A zona de desenvolvimento proximal é constituída pelo conjunto de funções que amadureceram e que ainda estão em fase embrionária. Em diferentes momentos, Vygotsky ressalta que o aprendizado é construído nas relações sociais. O contato com a realidade, com os instrumentos, com o trabalho, em especial com outras pessoas, é fundamental na construção do conhecimento e do sujeito biológico. (BESSA, 2008, p. 62).

O autor sugere que a ZDP é algo amplo que compreende a aprendizagem como sendo correlacionada às relações sociais e que o contato com outras pessoas é essencial visto a necessidade sócio-cultural da sociedade. Quando comparamos o exposto por Bessa (2006) com os dizeres de Ivic (2010) percebemos que existe uma aceleração da aprendizagem quando esta é mediada, de maneira correta, por um adulto.

Para Vygotsky, a ZDP consiste na distância entre dois níveis de aprendizagem: o real e o potencial. Para melhor compreensão, construímos o quadro 5 com a definição de cada um dos conceitos.

Quadro 5: Níveis do desenvolvimento para Vygotsky

NÍVEIS	DESCRIÇÃO
Nível de Desenvolvimento Real	Refere-se às conquistas que já estão consolidadas na criança/adulto, o que já aprendeu e domina; indica os processos mentais que já se estabeleceram, representando as funções já amadurecidas.
Nível de Desenvolvimento Potencial	Refere-se ao que a criança/adulto é capaz de fazer mediante ajuda de outra pessoa (adulto ou criança). Para Vygotsky, esse nível é bem mais indicativo do desenvolvimento mental do que aquilo que ela consegue fazer sozinha.

Nível de Desenvolvimento Proximal	O nível de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de Desenvolvimento Real, que costuma determinar através da solução, independente de problemas, e o nível de seu Desenvolvimento Potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração de companheiros mais capazes.
-----------------------------------	--

Fonte: Dados obtidos em BESSA (2008), p. 63.

Compreendemos a importância dos níveis de desenvolvimento propostos por Vygotsky quando trazemos para a educação, visto como uma maneira de conduzir as aulas e compreender como o cérebro dos estudantes funciona. Segundo John-Steiner e Souberman (1991):

Dada a dificuldade de conceituar um processo dialético de mudança, só tivemos noção mais completa do impacto desses conceitos quando tentamos combinar nossa própria investigação com as ideias de Vygotsky. Esse processo exigiu um trabalho de expandir seus conceitos sintéticos e ao mesmo tempo poderosos, para então aplicá-los à nossa investigação ou à observação diária do comportamento humano. A natureza crítica dos textos de Vygotsky, embora isso possa ser explicado pelas condições de sua vida nos últimos anos, forçou-nos a pesquisar profundamente seus conceitos mais significativos. Dessa maneira, isolamos aquelas, ideias marcadamente originais e que, quarenta anos após sua morte, ainda oferecem perspectivas novas tanto para a psicologia como para a educação. (JOHN-STEINER; SOUBERMAN, 1991, p. 80).

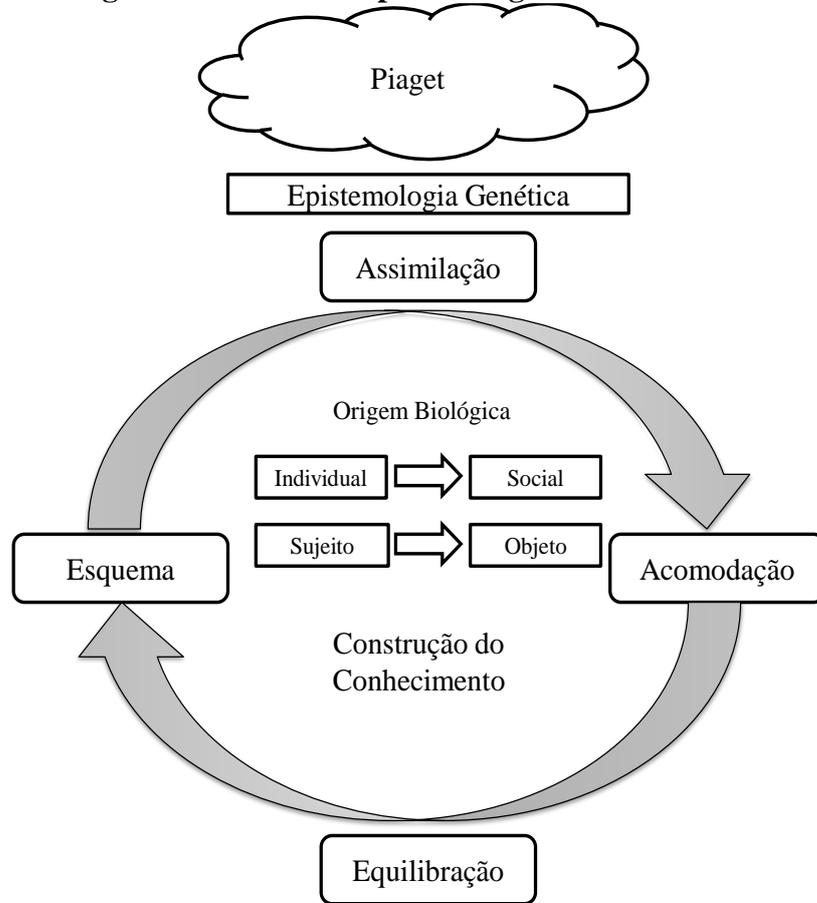
As autoras corroboram com nosso pensamento acerca da importância da obra de Vygotsky para a educação, destacando a existência de obras que investigam a teoria socio-histórico-cultural. Compreendemos que as três teorias apresentadas até aqui (Epistemologia Genética, Construcionismo, Socio-histórico-cultural) pactuam de sua importância para a Educação e ainda salientamos que não tentamos desmerecer uma em função de outra, mas entender qual a contribuição que cada teoria pode proporcionar ao trabalho. Segundo Bessa (2008):

É bom lembrarmos que para cada teórico ou conjunto de teorias, da aprendizagem é definida de uma maneira diferente e a explicação sobre como ela ocorre e também se diferencia. Portanto, não devemos nos expressar de forma a validar uma e negar a outra, ou seja, não devemos dizer que uma está certa e outra errada. O que ocorre é que todas têm validade, pois lançam um olhar sobre maneiras específicas de aprender. Por exemplo, vocês já aprenderam alguma coisa memorizando? Já foram capazes de aprender a partir da experimentação do objeto (experiência)? Notam alguma habilidade maior em alguma matéria ou atividade? Costumam aprender mais facilmente quando ensinados a partir de conhecimentos que vocês já possuem? Pois então, todos vocês já foram apresentados a algumas das principais teorias da aprendizagem e todas elas trouxeram contribuições para a vida de aprendiz de vocês. (BESSA, 2008, p. 9).

Percebemos a partir de Bessa (2008) que ambas as teorias, não só as que foram apresentadas neste trabalho, têm espaço para dialogar e, juntas, contribuir para o aprendizado, cabendo a nós escolher qual encaixa melhor em qual momento. Antes de definir a participação

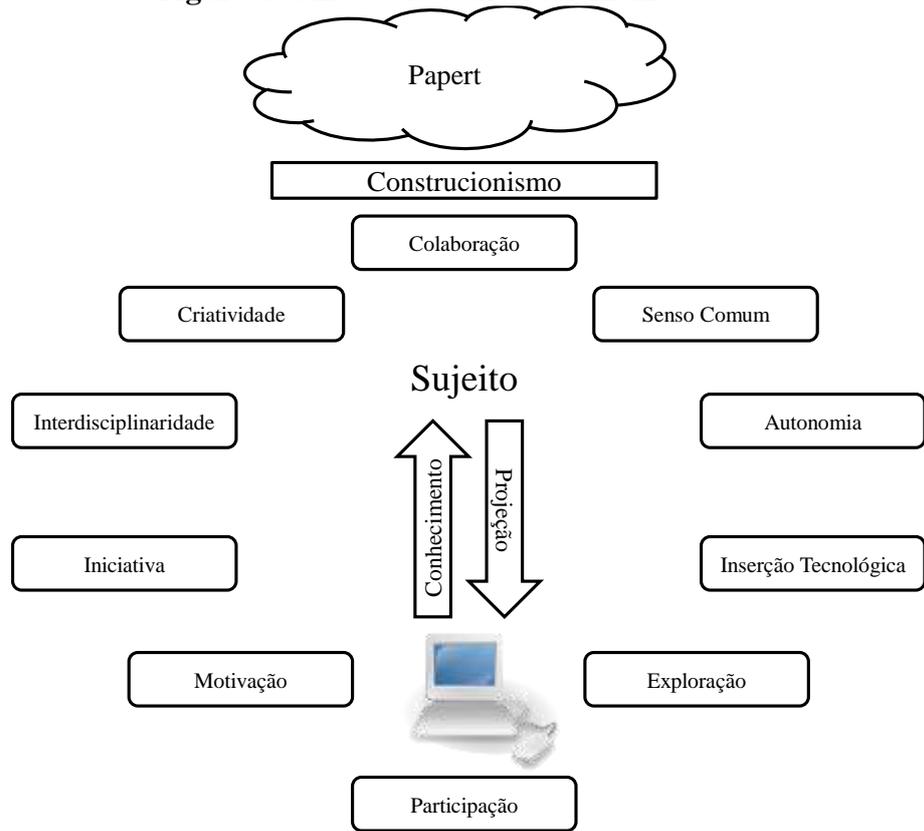
de cada teoria neste trabalho, construímos estes fluxogramas para tentar resumir o exposto pelas três teorias.

Figura 3: Síntese da Epistemologia Genética



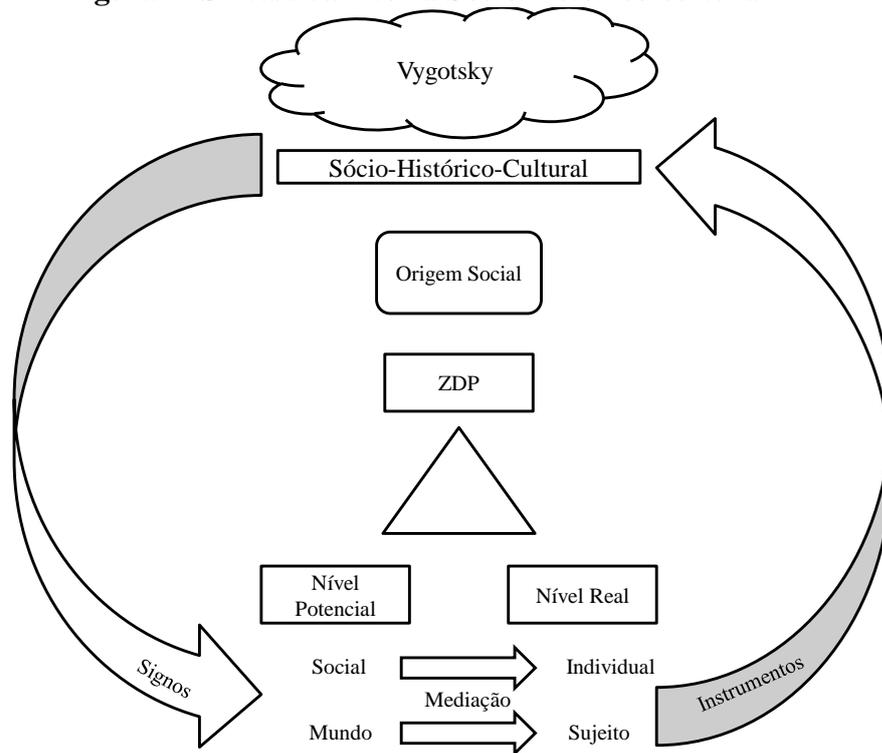
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4: Síntese do Construcionismo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5: Síntese da Teoria Socio-histórico-cultural



Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificamos o caráter das teorias de Vygotsky e Piaget sendo a teoria de Papert semelhante à de Piaget, o que configura um distanciamento da teoria de Vygotsky. Porém, esta afirmação não procede completamente, visto que o Construcionismo é uma teoria fundamentada para a educação, divergindo parcialmente da Epistemologia Genética que se encontra inteirada *a priori* na Psicologia. Quanto a isso, Papert aproxima-se de Vygotsky que também se preocupou com a educação em sua teoria. Outra semelhança entre Papert e Vygotsky configura-se no fato de que Papert atentou-se para a importância de um aluno tomar conhecer o trabalho do outro. Papert não acreditava, como Vygotsky, que a produção do conhecimento partia da imersão social, mas percebeu e valorizou esse aspecto.

Entendidas as discussões de ambos os autores e também os outros trabalhos que serviram de aporte teórico para esta obra, destacamos que nosso trabalho aproxima-se da teoria vygotskyana e de Papert, pois acreditamos que o conhecimento é mediado, e, através desta mediação, educandos aprendem, conforme Vygotsky. Contudo, são inúmeros os fatores para acreditarmos que o fato de termos computadores no ambiente de aprendizagem leva-nos fortemente a considerá-lo construcionista. Devemos nos atentar para a questão de que os alunos não foram convidados a ensinar o computador (programação), pois focamos na mecânica para possibilitar a programação. Devido a este fator, a conduta construcionista foge parcialmente do direcionamento deste trabalho, mas embora nossos estudantes não programem, eles construíram modelos robóticos, retomando a teoria papertiana, visto que, para este autor, a aprendizagem está na construção de algo. Acreditamos que a aprendizagem através do computador traz consigo todos os benefícios que Papert apontou em seu uso.

A adoção por Vygotsky vem da nossa compreensão da Zona de Desenvolvimento Proximal e de seu caráter social condizente com o trabalho coletivo aos pares, educador-aluno, aluno-aluno. Ainda por se tratar de um grupo de estudantes conhecidos por nós e, também, conhecidos entre si, acreditamos que seria facilitada a aprendizagem em momentos de socialização. Outra questão que deve ser levada em consideração diz respeito ao fato de que este trabalho propõe o manejo de computadores e que estes computadores têm causado problemas sociais nas famílias de alguns jovens de nossa região, onde estes preferem estar à tela de um computador ao manter diálogo com pessoas próximas.

Destacamos que adotaremos a mediação de Vygotsky como ferramenta de aprendizagem, inclusive quando o aluno, em momento de internalização, encontrar-se estagnado. Quanto a Papert, não utilizaremos seus métodos de ensino (LOGO), mas sua filosofia, quando, por todo o trabalho foi proposta a construção de algo como forma de aprendizagem.

2.5 Resolução de Problemas e Robótica Educacional: possibilidades para o ensino de Matemática

Nesta seção, definiremos as abordagens da Resolução de Problemas e da Robótica Educacional através do diálogo de diversas obras da literatura existente. Tomaremos, como ponto de partida, a Resolução de Problemas e, posteriormente, discutiremos sobre a Robótica Educacional, finalizando com o dimensionamento de ambas nesta pesquisa.

2.5.1 Resolução de Problemas

Para compreendermos o que é Resolução de Problemas, devemos buscar significado de problema, o qual encontramos no trabalho de Van de Walle (2009):

Um problema é qualquer tarefa ou atividade para a qual os estudantes não têm métodos ou regras prescritas ou memorizadas, nem a percepção de que haja um método específico para chegar à solução correta. Acrescentando um caráter subjetivo a esta questão, [...] consideramos que problema refere-se a tudo aquilo que não sabemos fazer, mas que estamos interessados em fazer. (WALLE, 2009, p. 57)

O autor corrobora para a compreensão de que um problema é uma tarefa na qual o estudante parte para tentar solucioná-lo sem modelos prontos. Walle (2009) refere-se à metodologia Resolução de Problemas quando compreende que os alunos interessam-se por solucionar problemas. Dante (2001) diz que um problema matemático é qualquer situação que exija a maneira matemática de pensar e conhecimentos matemáticos para solucioná-lo (DANTE, 2001, p. 10). Observamos que, para Dante, a Resolução de Problemas é inerente à Matemática.

Já para D'Ambrósio (2010), “Problema é uma situação, real ou abstrata, ainda não resolvida, em qualquer campo de conhecimento e de ação” (D'AMBROSIO, 2010, p. 1). Este autor concorda com Walle (2009), quando diz que problema é uma situação real ou abstrata que ainda não foi resolvida e estende esta compreensão para os demais campos do conhecimento. D'Ambrósio (2010, p.1) ainda dialoga em sua obra sobre o ato de Resolver um problema: “[...] resolver um problema é superar um desafio específico. A superação do desafio se dá no momento em que o desafio se apresenta, gerando uma solução ad hoc²², com o objetivo de

²² Expressão latina geralmente usada para informar que determinado acontecimento tem caráter temporário e que se destina para aquele fim específico. (SIGNIFICADOS, 2018).

superar o desafio específico”. O posicionamento do autor demonstra que, para ele, resolver problemas é superar um obstáculo no momento de surgimento deste.

Para Romanatto (2012):

[...] a resolução de problemas significa envolver-se em uma tarefa ou atividade cujo método de solução não é conhecido imediatamente. Para encontrar uma solução, os estudantes devem aplicar seus conhecimentos matemáticos. Solucionar problemas não é apenas buscar aprender Matemática e, sim, fazê-la. Os estudantes deveriam ter oportunidades frequentes para formular, tentar e solucionar problemas desafiadores que requerem uma quantidade significativa de esforço e deveriam, então, ser encorajados a refletir sobre seus conhecimentos. Assim, solucionar problemas não significa apenas resolvê-los, mas aplicar sobre eles uma reflexão que estimule seu modo de pensar, sua curiosidade e seus conhecimentos. (ROMANATTO, 2012, p. 302-303).

Para este autor, a Resolução de Problemas é um meio pelo qual os estudantes são membros da construção da Matemática, estimulando seu modo de pensar. Este autor inicia uma conversa sobre os benefícios da Resolução de Problemas. Concordamos com os autores citados sobre as definições de problema e Resolução de problemas, mas ao penetrar nas ideias desta metodologia, acreditamos ser de relevante importância definir o porquê de se resolver problemas.

Em primeiro lugar, resolver problemas traz à tona a questão da descoberta. Esta afirmação foi observada por Polya (1977) que diz:

Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolve por seus próprios meios, experimentará a tensão e vivenciará o triunfo da descoberta. Experiências tais, numa idade suscetível, poderão gerar o gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, a sua marca na mente e no caráter. (POLYA, 1977, p. V).

Para o autor, uma grande descoberta, além de resolver um problema, implica em um prazer, que, se bem trabalhado no tempo certo, ecoará pelo resto da vida.

Em seus estudos, Onuchic e Allevato (2011) apontam para seis contribuições inerentes à Resolução de Problemas:

- Resolução de problemas coloca o foco da atenção dos alunos sobre as ideias matemáticas e sobre o *dar sentido*.
- Resolução de problemas desenvolve *poder matemático* nos alunos, ou seja, capacidade de pensar matematicamente, utilizar diferentes e convenientes estratégias em diferentes problemas, permitindo aumentar a compreensão dos conteúdos e conceitos matemáticos.
- Resolução de problemas desenvolve a crença de que os alunos são capazes de fazer matemática e de que a Matemática faz sentido; a confiança e a auto-estima dos estudantes aumentam.
- Resolução de problemas fornece dados de avaliação contínua, que podem ser usados para a tomada de decisões instrucionais e para ajudar os alunos a obter sucesso com a matemática.

- Professores que ensinam dessa maneira se empolgam e não querem voltar a ensinar na forma dita *tradicional*. Sentem-se gratificados com a constatação de que os alunos desenvolvem a compreensão por seus próprios raciocínios.
- A formalização dos conceitos e teorias matemáticas, feita pelo professor, passa a fazer mais sentido para os alunos. (ONUChIC; ALLEVATO, 2011, p. 82)

Concordamos com a importância da Resolução de Problemas na compreensão de Onuchic e Allevato (2011), mas acrescentamos o elemento da contextualização presente no trabalho de Welfer e Bonete (2010), cujas autoras afirmam que:

A metodologia da resolução de problemas pode ser eficaz para explorar situações ligadas à vida prática dos alunos e desenvolver um olhar crítico sobre a situação, a ponto de o aluno perceber a utilização de conteúdos matemáticos, muitas vezes, sem sentido e sem utilidade prática. (WELFER; BONETE, 2010, p. 4).

As autoras destacam o caráter cultural da Resolução de Problemas, no qual a educação deve ensinar para a vida e a divergência acarreta problemas de desinteresse. Trata-se de identificar a Matemática como Ciência integrante da evolução humana e sua construção de maneira cultural como ferramenta, primeiro para satisfazer problemas físicos, posteriormente da mente. Assim, a Resolução de Problemas vem para situar o estudante em seu tempo e torná-lo agente construtor da própria Matemática.

Para aprofundarmos na discussão da Resolução de Problemas, buscaremos, em sua cronologia, aporte para compreendermos o desenvolvimento desta metodologia. Contudo, atentamo-nos para o fato de que as cronologias expostas neste trabalho, quanto às etapas da Educação Matemática, não correspondem a todos os trabalhos nessas vertentes, pois estudiosos como Polya estavam muito à frente do seu tempo e divergiam cronologicamente das formas que a Matemática era trabalhada à época. Portanto, as indicações temporais presentes neste trabalho são indicações dos momentos em que estas metodologias foram mais fortemente empregadas.

A Resolução de Problemas percorreu um longo percurso histórico para chegar aos dias de hoje. Seu início remonta à idade antiga. Segundo Vargas (2013):

A Resolução de Problemas tem cumprido diferentes papéis no ensino da Matemática ao longo dos tempos. Na Antiguidade, povos como egípcios e gregos trabalhavam problemas matemáticos de forma mais mecânica e repetitiva, a partir da solução de um que indicava um caminho para resolver outros semelhantes. (VARGAS, 2013, p. 15).

Compreendemos que, para o autor, a Resolução de Problemas sofreu uma transformação desde sua origem até os dias de hoje. Observamos, também, que na antiguidade resolviam-se problemas na Matemática através de um modelo pronto, divergindo da compreensão sobre

Resolução de Problemas apresentada por Walle (2009), Romanatto (2012), Dante (2001) e D'Ambrósio (2010). Entendemos esta divergência como sendo fruto das modificações históricas ao longo do desenvolvimento do método. Este formato perdurou até a década de cinquenta quando, para Vargas (2013):

[...] os norte-americanos consolidaram uma novidade que influenciaria o ensino da disciplina em todo o planeta: a Matemática Moderna²³. Influente, porém muito questionável, por ter sido construída sem a participação de professores em sala de aula. As bases eram a teoria dos conjuntos e a álgebra, o que gerou um método excessivamente formal, teórico, usando a abstração e nada aplicável ao mundo real. (VARGAS, 2013, p. 15).

Observamos que, com relação à antiguidade, mudou-se a forma de tratamento da Matemática escolar, agora utilizando-se de formalismo e abstração, contudo identificamos um afastamento entre a Matemática e a vida do estudante.

Este movimento caracterizou-se pela falta de participação da comunidade, o que gerou um quadro de despreparo dos professores com relação à nova forma de ensinar. Nas palavras de Onuchic e Allevato (2011):

[...] o mundo foi influenciado por recomendações de ensinar Matemática apoiada em estruturas lógica, algébrica, topológica e de ordem, enfatizando a teoria dos conjuntos. O tratamento excessivamente abstrato, o despreparo dos professores para este trabalho, assim como a falta de participação dos pais de alunos, nesse movimento, fadou-o ao fracasso. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 78).

Percebemos que este movimento foi criticado por muitos, porém, “Apesar das críticas e deficiências, a Matemática Moderna predominou nos anos 1960 e 1970, quando surgiram estudos sobre o método que estimulava o aluno a pensar a partir da Resolução de Problemas” (VARGAS, 2013, p. 16). Observamos, neste trecho histórico, o surgimento da Resolução de Problemas como metodologia de aprendizagem. Segundo Zorzan (2007):

Depois do currículo e do ensino da matemática que exigiam a repetição e a memorização de conteúdos e exercícios, surgiu uma nova orientação para a aprendizagem dessa disciplina segundo o enfoque da aprendizagem que requeria do aluno a compreensão e o entendimento do saber-fazer; começou a emergir no campo investigativo da matemática o aprender a partir da resolução de problemas. (ZORZAN, 2007, p. 84).

Comprendemos, então, que surgiram movimentos intencionados por um ensino que trouxeram a compreensão como principal ferramenta do aprender Matemática, diferenciando-

²³ Segundo Wielewski: O Movimento da Matemática Moderna pretendia aproximar a Matemática trabalhada na escola básica com a Matemática produzida pelos pesquisadores da área. Os defensores da Matemática Moderna (MM) acreditavam que poderiam preparar pessoas que pudessem acompanhar e lidar com a tecnologia que estava emergindo. (CIDADE APRENDIZAGEM, 2009).

se do método de memorização empregado anteriormente. Este movimento que privilegia a Resolução de Problemas teve, como fortalecedor, a obra “*How to Solve it*”²⁴ escrita por George Polya em 1945, anos antes da popularização deste método.

Através de Polya, considerado por muitos como o pai da Resolução de Problemas, a Resolução de Problemas tomou forma parecida com a que se tem hoje. Ele definiu quatro fases para resolver um problema:

- 1) **Compreensão do problema:** é fundamental para o aluno compreender o problema. O enunciado verbal precisa ficar bem entendido assim como o problema escolhido não poderá ser muito fácil, nem muito difícil. É importante fazer perguntas. Por exemplo: Qual é a incógnita? Quais são os dados? Quais as condições? É possível satisfazer essas condições? Qual a condicionante? A construção de figuras para ilustrar a situação proposta também poderá ser útil.
- 2) **Estabelecimento de um plano:** para estabelecer um plano, é importante descobrir conexões entre os dados e a incógnita; considerar problemas auxiliares ou particulares caso uma conexão não seja encontrada no tempo estabelecido. Neste caso, algumas perguntas podem ajudar. Você conhece algum problema comparável a este? É possível utilizá-lo? Olhe para a incógnita e procure encontrar um problema parecido, que tenha uma incógnita semelhante. Caso encontre um problema análogo, tente aproveitá-lo como elemento auxiliar na resolução do problema proposto. Se não conseguir resolver o problema com os dados dispostos procure alterar esses dados e a incógnita, de modo que a nova incógnita e os novos dados fiquem mais próximos do problema. Não esqueça de levar em conta todas as incógnitas, dados e condições apresentadas, as quais poderão encaminhá-lo à solução desejada.
- 3) **Execução do plano:** para executar o plano, é muito mais fácil. Para conseguir fazer isso, é importante que o aluno tenha conhecimento prévio e concentração para alcançar o objetivo proposto; paciência para verificar cada passo do plano e estar convicto em algumas respostas como, por exemplo: é possível perceber e demonstrar que o passo está correto?
- 4) **Retrospecto:** ao fazer o retrospecto, poderá verificar os resultados obtidos e os argumentos utilizados corrigindo-os e aperfeiçoando-os se necessário. Ainda, algumas questões podem ser levantadas: Pode-se chegar ao resultado por outro caminho? É possível utilizar o resultado, ou o método em algum outro problema? Qual será a utilidade desse resultado? (POLYA, 1977, p. 4-10).

Percebemos o surgimento de uma sequência para ensinar através da Resolução de Problemas. Com a queda do movimento da Matemática Moderna, tornou-se importante o desenvolvimento de outras sequências para a Resolução de Problemas como a de Polya.

Para Onuchic e Allevato (2011):

Durante a década de 1980, educadores matemáticos que não desistiram de ideais preconizados anteriormente, que acreditavam no potencial da resolução de problemas e visavam a um ensino e aprendizagem com compreensão e significado, continuaram trabalhando nessa busca. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 78).

²⁴ Traduzido no Brasil como “A Arte de Resolver Problemas” pela editora Interciência.

Essas estudiosas viram na Resolução de Problemas um método de se ensinar de maneira a trazer compreensão crítica ao educando. Este momento é caracterizado pela presença de teorias de aprendizagem como as de Piaget e Vygotsky. Ainda segundo as autoras:

Inicia-se, então, a fase da Resolução de Problemas, cujas ideias apoiavam-se, especialmente, nos fundamentos do construtivismo e na teoria sociocultural, que tem Vygotsky como principal teórico. O foco, nessa fase, foi colocado sobre os processos de pensamento matemático e de aprendizagem por descoberta, no contexto da resolução de problemas. Nessa fase, muitos recursos foram desenvolvidos na forma de coleções de problemas, listas de estratégias, sugestões de atividade e orientações para avaliar o desempenho dos alunos nessa área, sempre visando ao trabalho em sala de aula. Muito desse material contribuiu para que os professores fizessem da resolução de problemas o ponto central de seu trabalho. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 78).

Compreendemos que a proximidade histórica fez com que a Resolução de Problemas dialogasse com as teorias de aprendizagem de Piaget e Vygotsky. Nesta discussão, focamos na teoria de Vygotsky, como já exposto, por concordarmos com sua maior abrangência nesta obra. Sua interação com a Resolução de Problemas é uma confluência conveniente, haja vista a perspectiva metodológica da Resolução de Problemas a qual possui pontos de intercepção com a teoria Socio-histórico-cultural, conforme apontam Leal Junior e Onuchic (2015):

Vygotsky diz que o bom ensino é aquele pautado pela transmissão do que o estudante não conseguirá descobrir sozinho e pela conceituação de imitação, que vem a ser o cerne dos conceitos vygotksianos de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), Nível de Desenvolvimento Real (NDR) e Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP). [...] em termos da Resolução de Problemas, é o locus da cognição, onde as atividades encontram atuação e operação na promoção da aprendizagem matemática, sendo que essa aprendizagem advém das relações do ensino, do desenvolvimento cognitivo na idade escolar e da difusão do conhecimento socialmente existente. Assim, a ZDP, comumente definida pela diferença entre o NDP e o NDR, engloba tudo aquilo que o sujeito não consegue realizar sozinho, mas que terá êxito ao obter o auxílio de alguém que o saiba fazer. Portanto, quando num curso propõem-se problemas aos estudantes, deve-se refletir nos propósitos atribuídos aos mesmos e nos objetivos dos estudantes, dado que se busca atuar em suas ZDP's que têm limites para imitação. (LEAL JUNIOR; ONUCHIC, 2015, p. 960-961).

Concluimos, através dos autores, que a Resolução de problema é de caráter sociointeracionista e contribui para a difusão do conhecimento socialmente, desde que os problemas propostos para os estudantes integrem objetivo educacional bem definido.

Atualmente, a Resolução de Problemas tem sido discutida por muitos autores que divergem entre si quanto à sequência de ações que devem ser tomadas, ou quanto às definições acerca de seu estudo. Segundo Schoenfeld (1996), se pedirmos a sete educadores matemáticos para definirem resolução de problemas, será muito provável obtermos, pelo menos, nove opiniões diferentes (SCHOENFELD, 1996, p. 1). Compreendemos a Resolução de Problema

como definida no início desta seção e, neste trabalho, tomamos a sequência de Onuchic e Allevato (2011):

- **Preparação do problema** - Selecionar um problema, visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento. Esse problema será chamado problema gerador. É bom ressaltar que o conteúdo matemático necessário para a resolução do problema não tenha, ainda, sido trabalhado em sala de aula.
- **Leitura individual** - Entregar uma cópia do problema para cada aluno e solicitar que seja feita sua leitura.
- **Leitura em conjunto** - Formar grupos e solicitar nova leitura do problema, agora nos grupos.
 - Se houver dificuldade na leitura do texto, o próprio professor pode auxiliar os alunos, lendo o problema.
 - Se houver, no texto do problema, palavras desconhecidas para os alunos, surge um problema secundário. Busca-se uma forma de poder esclarecer as dúvidas e, se necessário, pode-se, com os alunos, consultar um dicionário.
- **Resolução do problema** - A partir do entendimento do problema, sem dúvidas quanto ao enunciado, os alunos, em seus grupos, em um trabalho cooperativo e colaborativo, buscam resolvê-lo. Considerando os alunos como co-construtores da *matemática nova* que se quer abordar, o problema gerador é aquele que, ao longo de sua resolução, conduzirá os alunos para a construção do conteúdo planejado pelo professor para aquela aula.
- **Observar e incentivar** – Nessa etapa, o professor não tem mais o papel de transmissor do conhecimento. Enquanto os alunos, em grupo, buscam resolver o problema, o professor observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo. Ainda, o professor como mediador leva os alunos a pensar, dando-lhes tempo e incentivando a troca de ideias entre eles.
 - O professor incentiva os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios e técnicas operatórias, já conhecidas, necessárias à resolução do problema proposto. Estimula-os a escolher diferentes caminhos (métodos) a partir dos próprios recursos de que dispõem. Entretanto, é necessário que o professor atenda os alunos em suas dificuldades, colocando-se como interventor e questionador. Acompanha suas explorações e ajuda-os, quando necessário, a resolver problemas secundários que podem surgir no decurso da resolução: notação; passagem da linguagem vernácula para a linguagem matemática; conceitos relacionados e técnicas operatórias; a fim de possibilitar a continuação do trabalho.
- **Registro das resoluções na lousa** – Representantes dos grupos são convidados a registrar, na lousa, suas resoluções. Resoluções certas, erradas ou feitas por diferentes processos devem ser apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam.
- **Plenária** – Para esta etapa são convidados todos os alunos, a fim de discutirem as diferentes resoluções registradas na lousa pelos colegas, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem.
- **Busca do consenso** – Depois de sanadas as dúvidas, e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, o professor tenta, com toda a classe, chegar a um consenso sobre o resultado correto.
- **Formalização do conteúdo** – Neste momento, denominado *formalização*, o professor registra na lousa uma apresentação *formal* – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 83-85).

Verificamos, portanto, a sequência de Onuchic e Allevato como reflexo de um estudo de muitos anos de experiências na educação brasileira através dos trabalhos no GTERP²⁵. Embora os outros autores tragam contribuições relevantes acerca da Resolução de Problemas, compreendemos que cada identidade nacional tem seus próprios cenários educacionais e as dificuldades oriundas disto. Dito isto, assumimos a proposta das autoras como a mais próxima e adequada ao nosso trabalho. Contudo, este processo precisou ser modificado em alguns pontos para adequar-se à prática na Robótica Educacional.

Entendemos que os alunos nem sempre, ao trabalharem com Robótica Educacional, desconhecem a Matemática necessária para a resolução do problema, pois na dinâmica da aprendizagem, através deste formato, muitas são as abordagens matemáticas levantadas ao longo do processo, tornando, portanto, a antecipação de resultados de difícil acesso. Outro ponto importante diz respeito à leitura do problema, pois, neste trabalho, os problemas surgem naturalmente ao longo do diálogo e das experiências vividas no contexto educacional. Assim, a leitura do problema sempre ocorrerá grupalmente e na forma de interpretação dos diálogos. Não ocorrerá os registros na lousa pela impossibilidade de registrar construções robóticas em duas dimensões e a plenária deve ocorrer conjuntamente com a busca do consenso devido à dinâmica necessária à Robótica Educacional. Esta modificação tem justificativa no aparecimento contínuo de problemas secundários a cada nova montagem.

Outra mudança importante no método de Onuchic e Allevato é a de buscar um consenso com a turma, porém esse não existe na Robótica Educacional, pois para avançar em uma construção, a Matemática, a Física e arte presentes no constructo têm que estar correta, do contrário não há como prosseguir. Além disso, as construções são de caráter interno de cada indivíduo ou grupo de indivíduos, o que configura na subjetividade das soluções. Portanto, identificamos nossa adaptação do modelo de Onuchic e Allevato (2011) da seguinte forma:

- Preparação do problema - Selecionar um problema conjuntamente, visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento. Esse problema será chamado problema gerador.

- Resolução do problema - A partir do entendimento do problema, os alunos, em seus grupos, em um trabalho cooperativo e colaborativo, buscam resolvê-lo. O problema gerador é aquele que, ao longo de sua resolução, conduzirá os alunos para a construção da matemática que não se pode prever, mas compreender ou tangenciar conteúdos planejados pelo professor para aquela aula.

²⁵ Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas associado a UNESP - Montes Claros –SP.

- **Observar e incentivar** – Enquanto os alunos, em grupo, buscam resolver o problema, o professor observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo. Ainda, o professor como mediador leva os alunos a pensar, dando-lhes tempo e incentivando a troca de ideias entre eles.

- **Plenária** – Para esta etapa são convidados todos os alunos, a fim de discutirem as diferentes resoluções de cada grupo, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos.

- **Formalização do conteúdo** – Neste momento, denominado formalização, o professor registra na lousa uma apresentação formal – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto.

Retornando à Resolução de Problemas, destacamos, ainda, a importância do papel do professor para planejar a aula e para conduzi-la na perspectiva da Resolução de Problemas. Ao planejar um problema, o professor deve se atentar para o que aponta Milani (2011). Segundo ele:

O problema deve ser compreensível ao aluno e, para tal, é necessário que ele tenha um conhecimento prévio de conteúdos matemáticos necessários para chegar à sua solução, e para a qual não existe um caminho direto ou imediato; que se sinta motivado para resolvê-lo; e que possibilite o desenvolvimento de sua intuição e criatividade, levando-o a exercitar o seu pensar matemático. (MILANI, 2011, p. 40).

Compreendemos, através deste autor, que, ao planejar um problema, o professor deve conhecer o potencial de cada estudante. Aqui esbarramos novamente no conceito de ZDP de Vygotsky segundo o qual, para se atingir o nível de Desenvolvimento Real, o estudante parte de um nível de Desenvolvimento Potencial. Para que este processo ocorra de maneira adequada, a mediação do professor deve ocorrer conforme os conhecimentos previamente adquiridos por sua turma. De maneira geral, Romanatto (2012) diz que:

Cabe ressaltar que o papel do professor é essencial, pois deve propor bons problemas, deve acompanhar e orientar a busca de soluções, coordenar discussões entre soluções diferentes, valorizar caminhos distintos que chegaram à mesma solução, validando-os ou mostrando situações em que o raciocínio utilizado pode não funcionar. O professor precisa trabalhar as soluções individuais, grupais e coletivas, sendo as últimas aquelas aceitas pela comunidade dos matemáticos. Assim é tarefa prioritária do professor organizar, sintetizar, formalizar os conceitos, princípios e procedimentos matemáticos presentes nos problemas apresentados. (ROMANATTO, 2012, p. 303).

Portanto, o papel do professor na Resolução de Problemas é dinâmico e carece de uma preparação no sentido de subsidiar todas as ocorrências que podem surgir através da compreensão acerca do objeto de estudos de seus educandos.

Finalizamos os assuntos acerca da compreensão sobre Resolução de Problemas através de uma análise da legislação brasileira sobre este tema. Os PCN²⁶ (BRASIL, 2000) trazem a Resolução de Problemas como importante estratégia de ensino:

Não somente em Matemática, mas até particularmente nessa disciplina, a resolução de problemas é uma importante estratégia de ensino. Os alunos, confrontados com situações-problema, novas mas compatíveis com os instrumentos que já possuem ou que possam adquirir no processo, aprendem a desenvolver estratégia de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas; adquirem espírito de pesquisa, aprendendo a consultar, a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados, a validar soluções; desenvolvem sua capacidade de raciocínio, adquirem autoconfiança e sentido de responsabilidade; e, finalmente, ampliam sua autonomia e capacidade de comunicação e de argumentação. (BRASIL, 2000, p.52).

Percebe-se, assim, a importância remetida à Resolução de Problemas pelo governo brasileiro que reitera o diálogo através da BNCC²⁷ (2016):

Na matemática escolar, o processo de contextualizar, abstrair e voltar a contextualizar envolve outras capacidades essenciais, como questionar, imaginar, visualizar, decidir, representar e criar. Nessa perspectiva, alguns dos objetivos de aprendizagem formulados começam por: “resolver e elaborar problemas envolvendo...”. Nessa formulação, está implícito que o conceito em foco deve ser trabalhado por meio da resolução de problemas, ao mesmo tempo em que, a partir de problemas conhecidos, deve-se refletir e questionar o que ocorreria se algum dado fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescida. Nesse sentido, indicamos a elaboração de problemas pelo próprio estudante e não somente sua proposição, com enunciados típicos que, muitas vezes, apenas simulam alguma aprendizagem. (BRASIL, 2016, p. 132).

Entendemos que, para as diretrizes curriculares, é necessário que seja trabalhada a Resolução de Problemas em sala de aula para que os alunos adquiram competências-chave em sua formação, preocupando-se em compreender a ciência Matemática como presente na vida de todas as pessoas.

Pausaremos as discussões acerca da Resolução de Problemas momentaneamente, para investigarmos a Robótica Educacional, visto que a continuidade das discussões depende da compreensão acerca deste segundo campo. Tão logo findarmos, conceitualmente, o discurso da Robótica Educacional, retomaremos a Resolução de Problemas, mas através do diálogo entre estas duas metodologias.

²⁶ Parâmetros Curriculares Nacionais.

²⁷ Base Nacional Comum Curricular.

2.5.2 Robótica Educacional

Para compreendermos a Robótica Educacional, devemos buscar compreensão sobre o cenário tecnológico global e o significado da palavra Robótica. Compreendemos que Robótica deriva da Palavra Robô. Por sua vez, segundo Pires (2002):

²⁸O termo Robô (robot) vem do Checo robota que significa trabalho, e foi usado pela primeira vez em 1921 por Karel Capek no seu romance “Rossum’s Universal Robots”. Os robôs de Capek eram máquinas de trabalho incansáveis, de aspecto humano, com capacidades avançadas mesmo para os robôs actuais. A fantasia associada aos robôs e que nos é oferecida pelos romances de ficção científica, filmes, banda desenhada e desenho animado, está tão longe da realidade que os actuais robôs industriais parecem não mais que versões primitivas dessas fantásticas máquinas (por exemplo, o C3PO, o R2-D2, os clones e aquelas fantásticas máquinas de guerra capazes de caminhar dos filmes da série “Star Wars”, o Exterminador e o Cyberdyne T1000 dos filmes “Terminator I e II”, o Bishop do filme “Allien II”, etc.). (PIRES, 2002, p. 1).

Entendemos, a respeito do pensamento deste autor, que esta palavra foi originada da imaginação de autores literários ao, em suas obras de Ficção Científica, idealizarem as ferramentas humanas adquirindo características próximas ao homem e executando tarefas fundamentais para a manutenção da sociedade. Trata-se da possibilidade de se conceber um escravo que execute qualquer ordem sem questionar, sentir medo, ou repulsa.

Stroeymeyte (2015) concorda com Pires (2002), pois segundo ela:

A Robótica teve início na ficção científica, onde os robôs e outros mecanismos possuem a função de realizar tarefas para os seres humanos. Na vida real não é diferente, os primeiros mecanismos automatizados foram desenvolvidos para suprir a necessidade de aumentar e aperfeiçoar os meios de produção ou realizar tarefas que podem causar danos à vida humana. (STROEYMEYTE, 2015, p. 26).

Para a autora, existe um paralelo entre a ficção e o início da construção de robôs na vida real que se justifica pela necessidade de aperfeiçoamento das atividades humanas.

Apesar de a palavra Robô ter surgido em 1921, seu conceito tem sido utilizado desde tempos remotos. Segundo Pires (2002):

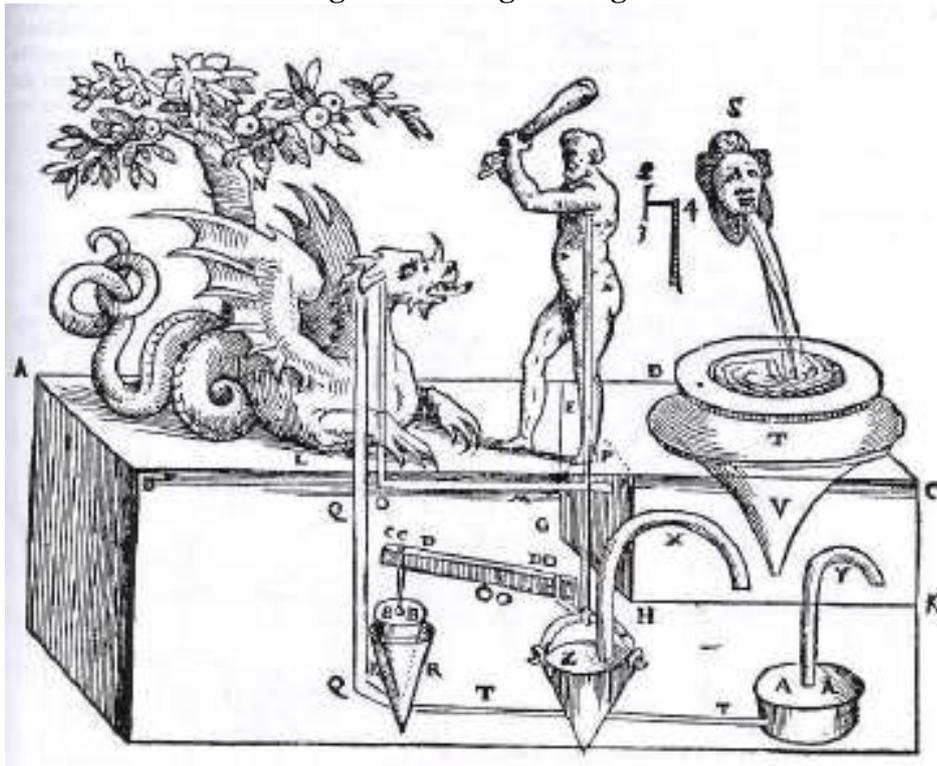
Grandes pensadores da nossa história comum se dedicaram a imaginar, projetar e construir mecanismos capazes de “copiar” alguma(s) das capacidades humanas. De entre aqueles cujos trabalhos chegaram aos nossos dias, vale a pena salientar Ctesíbio, Leonardo da Vinci, Nicola Tesla, ... Os primeiros trabalhos sobre robôs talvez tenham sido os relógios de água com figuras móveis, projectados pelo engenheiro Grego Ctesíbio (270 AC). O seu trabalho teve seguidores como Philo de Byzantium

²⁸ Grafia no Português de Portugal (Original da obra).

(200 AC), discípulo de Ctesibius e autor do livro “Coleção de Mecânica” onde descreve o trabalho do mestre, Hero de Alexandria (85 AC) conhecido como o grande engenheiro Grego e inventor do motor a vapor, e o engenheiro Romano Marcus Vitruvius (25 AC). Em todo o caso, os seus trabalhos tinham um carácter meramente lúdico ou estético. (PIRES, 2002, p. 1).

O autor aponta para a origem da Robótica que se caracteriza por trabalhos lúdicos e estéticos. Para melhor compreensão acerca destes trabalhos, resgatamos a figura do relógio de água presente na obra de Pires (2002).

Figura 6: Relógio de Água



Fonte: PIRES, 2002, p. 3

Notamos, pela figura, o carácter artístico do trabalho quando observamos a presença de seres mitológicos. Entretanto, a presença de mecanismos autônomos abaixo do solo é que indica uma presença dos conceitos robóticos.

Com o avançar do tempo, “de acordo com documentos datados de 1495, Leonardo da Vinci, teria projetado o primeiro robô humanoide da história, tratava-se de um cavaleiro que seria capaz de sentar, mover os braços, a cabeça e o maxilar” (STROEYMEYTE. 2015 p.25).

Posteriormente, Segundo Pires (2002):

Nicola Tesla (1845-1943) deu uma contribuição pioneira e visionária para a evolução da robótica. Tesla trabalhou com o grande inventor Thomas Edison e era um inventor brilhante, incansável e dedicado. Era o arquétipo do inventor: solitário, distraído,

abstraído das coisas normais da vida, com uma dedicação exclusiva e quase doentia ao seu trabalho e visionário. Sonhou (e não é assim que tudo começa) com autómatos capazes de tarefas só possíveis a seres vivos inteligentes. Para isso, os autómatos necessitavam de um elemento correspondente ao cérebro humano. Como isso era complicado, lembrou-se de usar o seu próprio cérebro para comandar o autômato [...]. Para demonstrar as suas ideias, construiu um modelo de um barco submersível controlado à distância usando impulsos hertzianos codificados (controlado por rádio, portanto). Podia comandar o barco para virar à direita ou à esquerda, submergir e emergir, etc. Apesar de ter demonstrado publicamente a sua invenção no Madison Square Garden de Nova York (1898), perante uma assistência espantada, não conseguiu obter fundos para continuar as suas investigações. Morreu pobre em 1943 com uma pequena pensão do governo Jugoslavo. (PIRES, 2002, p.9).

Compreendemos que, em meio ao século XX, a robótica já se encontrava bem desenvolvida e caminhando para o que se tem hoje. Para Stroeymeyte (2015), “Somente no século XX é que foram desenvolvidas as tecnologias importantes para o desenvolvimento da robótica” (STROEYMEYTE, 2015, p. 26).

A estes três momentos (Tesla, Da Vinci e Ctesibius) pode-se dizer que simbolizam historicamente o surgimento da robótica. Para Pires (2002):

Costumo pegar em 3 períodos da história da robótica para delinear a ideia. Dos Gregos e dos Árabes retiro a ideia fundamental: “... mecanismos engenhosos.” Na verdade a robótica é muito de mecânica, de movimentos, de mecanismos para os transmitir, e de engenho para os imaginar e construir. “Mecanismos Engenhosos”... é sem dúvida um bom começo. Depois passo por Leonardo (Séc. XVI), e retiro da sua contribuição as ideias: “...precisão ...” e “... fonte permanente de energia ...” Ele percebeu que os robôs necessitavam de peças construídas com precisão, mas também teriam de ser movidos por uma fonte de energia permanente qualquer. Nada disso tinha ele na altura, isto é, máquinas ferramenta e uma fonte de energia (eléctrica, pneumática ou hidráulica). Finalmente, detenho-me em Nicola Tesla, no início do século XX, o maior inventor de todos os tempos. Um tipo fabuloso. Ele percebeu que depois de tudo isso eram necessárias as ideias e a inteligência (no fundo, aquilo que nos faz diferente dos outros seres vivos). Os robôs teriam de ser computadorizados, cheios de electrónica e software, de forma que pudessem ser comandados, instruídos. São estes elementos que nos permitem pôr em prática e explorar boas ideias, e nos acabam por fascinar tanto. (PIRES, 2002, p. 11).

O autor, *a priori*, discursa sobre os conceitos que definem a robótica que para ele são: Mecanismos engenhosos, precisão, fonte permanente de energia, ideias e inteligência (refere-se à inteligência artificial conceito interiorizado ao campo da Robótica atualmente).

Compreendemos que “modernamente, foi Isaac Asimov, escritor e bioquímico, que tornou popular o termo robô em meio a publicações envolvendo temas ligados a robótica”. (DINIZ, 2014, p.24), sendo o primeiro a utilizar a terminologia robô em um trabalho de cunho científico.

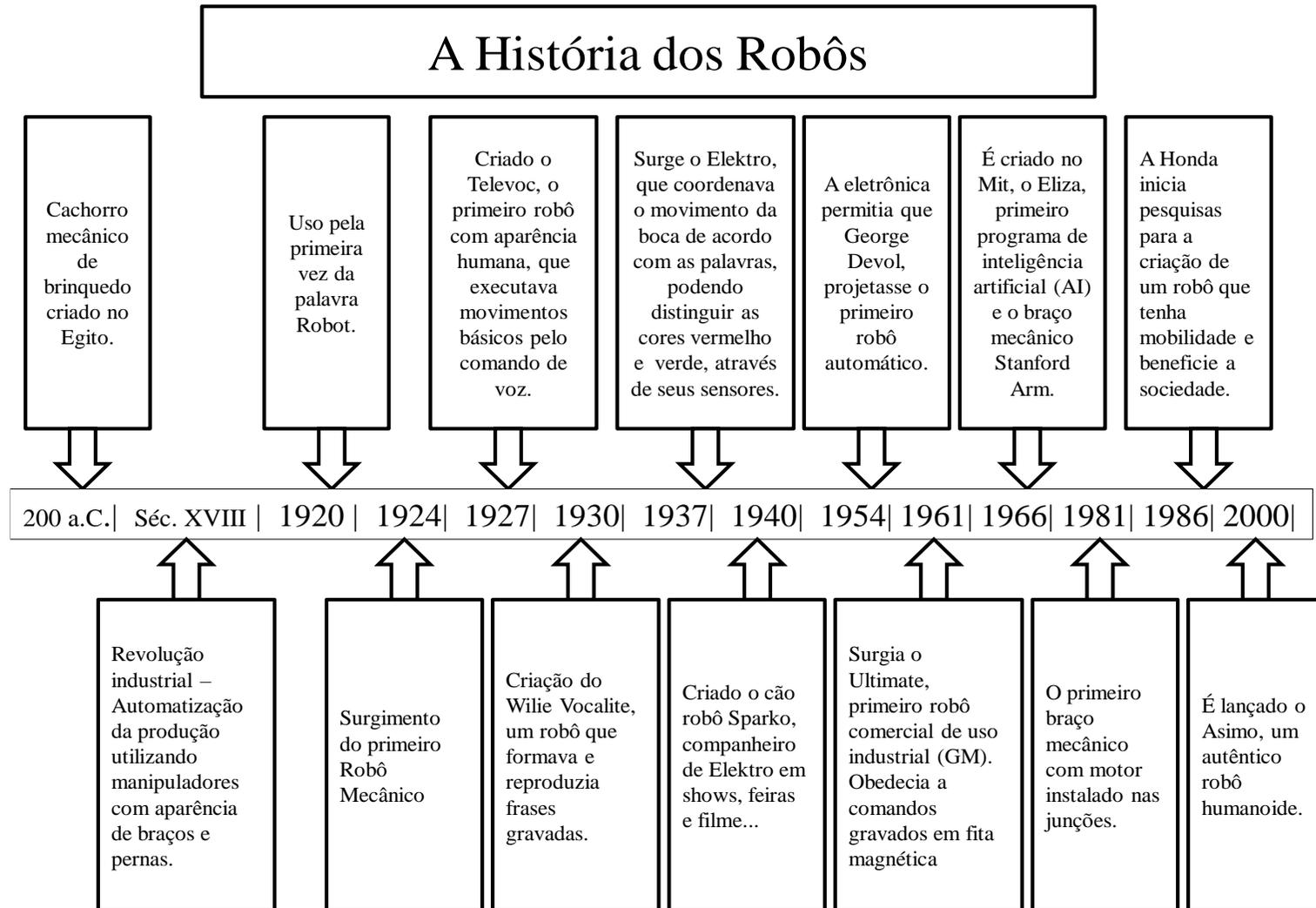
Na atualidade, a robótica tem se desenvolvido em vários aspectos e segmentos, inclusive com contribuições na educação, como veremos a seguir. Porém, não antes de compreendermos que apesar de neste trabalho termos referenciado apenas os nomes que pareceram para nós e,

para alguns dos os autores citados, como sendo os mais importantes, entendemos que a construção de uma ciência é complexa. E que para se chegar aos dias de hoje, da forma que se encontra, foram necessários inúmeros trabalhos, sendo todos de importância assegurada, mesmo os desconhecidos, pois a Ciência é construída pelo homem culturalmente e socialmente. Parafrazeando Sir Isaac Newton²⁹, de que só chegou mais longe por estar apoiado sobre os ombros de gigantes, claramente refere-se às obras que vieram antes e contribuíram para o avanço da Ciência que, no seu caso, tratava-se da Física.

Devido ao fato apontado no parágrafo acima, achamos por bem trazer uma figura com a cronologia histórica da Robótica a qual contém mais fatos importantes acerca deste assunto (FIGURA 7).

²⁹ Isaac Newton (1643-1727) foi um cientista inglês que descobriu a "Lei da Gravitação Universal". (FRAZÃO, 2018).

Figura 7: História dos Robôs



Fonte: GUARENTE, 2015, p. 26 – adaptado.

Diante do exposto, a Robótica corresponde a uma Ciência e é definida, nas palavras de Pires (2002), como:

[...] a robótica é uma ciência de mecanismos engenhosos genéricos, de precisão, movidos por uma fonte permanente de energia e flexíveis, isto é, abertos às ideias, um estímulo à imaginação. Um estímulo tão atraente que cativou grande parte dos melhores pensadores da nossa história comum, isto é, daqueles cujo trabalho constitui o capital da humanidade, aquilo que deixamos para o futuro. (PIRES, 2002, p. 12).

Concordamos com Pires (2002), pois acreditamos no espírito da Robótica como geradora de criatividade e conhecimento. Seymour Papert investigou a utilização da Robótica na educação. Segundo Gomes (2014, p.18), “A robótica educacional teve suas primeiras investigações desenvolvidas por Seymour Papert em 1970, quando iniciou suas pesquisas com a elaboração da Logo.”. Através destes estudos, conforme já discutido, Papert constituiu o Construcionismo.

Mais uma vez, uma teoria de aprendizagem aparece entrelaçada a outros conceitos. Neste caso, o Construcionismo é fortemente entrelaçado à Robótica Educacional, pois, como visto na seção 2.3, sua teoria consiste na utilização do computador e o aprender fazendo.

Contudo, não devemos confundir Construcionismo com a Robótica Educacional, pois ambas, embora andem lado a lado, são teorias próprias com características próprias, haja vista que o Construcionismo corresponde a uma filosofia de ensino e a Robótica Educacional é uma metodologia de ensino e aprendizagem. Conceitualmente, “o ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado “Robótica Educacional””. (DINIZ, 2014, p.24).

Ainda quanto à Robótica Educacional, Santos (2016) diz que:

Essa estratégia de intervenção didática se vale do uso de máquinas computacionais, que podem ser computadores, dispositivos móveis com tela sensível ao toque (tablets e telefones inteligentes ou smartphones), além dos dispositivos programáveis, em especial os relacionados à automação e à robótica. (SANTOS, 2016, p. 2).

A compreensão sobre Robótica Educacional expande-se neste autor, visto que este engloba dispositivos do nosso cotidiano, como aparelhos celulares e *tablets*, trazendo uma série de novas ferramentas para a utilização em sala de aula através desta metodologia.

Ainda percebemos na Robótica Educacional a possibilidade de inserção dos estudantes às novas tecnologias digitais, principalmente como ferramenta de ensino, que surgem e passam a compor seus cotidianos, conforme Gomes (2014) se manifesta ao explicitar que:

Como forma de se introduzir os recursos tecnológicos nas aulas de matemática consideramos a robótica educacional como uma alternativa que atende a demandas no ensino de matemática, visto que seu caráter lúdico e criativo pode contribuir para uma nova concepção de como ensinar. (GOMES, 2014, p. 17).

Entretanto, claramente esta não é a única vantagem de se utilizar a Robótica Educacional como metodologia. Para Callegari (2015): “A possibilidade de articular a tarefa a partir de sua própria mente, interagindo com a realidade à medida que pensa e aprende, pode transformar a tecnologia em uma forma de expansão das possibilidades de crescimento da educação”. (CALLEGARI, 2015, p. 30).

Assim, o autor nos condiciona a percepção das possibilidades à educação, contudo, aprofundamos nossa compreensão em Pereira (2016) que diz que:

[...] a Robótica Educacional é uma atividade que envolve a construção e a programação de robôs e que pode ser praticada na escola, por um lado, mediante o uso de kits encontrados no mercado ou, então, com sucatas de eletrônicos. Nesta proposta e, durante a aula, constroem-se e programam-se protótipos, dependendo esse segundo passo de um software de programação.

É durante a montagem desses protótipos que os alunos, quando optam pelos kits, juntam peças, blocos ou placas que terão movimento após a programação. No caso das sucatas, juntam-se algumas peças escolhidas de acordo com o que se quer construir e as peças não disponíveis precisam ser construídas, improvisadas ou adaptadas pelos alunos sob o amparo docente.

Mais do que ser uma atividade educativa que envolve a construção e a programação de materiais concretos, esta traz a possibilidade de reflexão sobre a resolução de problemas que vão surgindo durante a construção. Mais ainda, é uma atividade lúdica pela manipulação de peças para a construção do objeto que simula o real, embora pareça brinquedo. Essa construção e a posterior programação demandam esforço cognitivo e objetivam o funcionamento autônomo. (PEREIRA, 2016, p. 68).

A este trabalho nos interessa a Robótica Educacional através de *kits* de montagem que Pereira (2016) traz como sendo uma das possibilidades de manipulação e aqui, especificamente, interessa-nos falar sobre a Robótica Educacional através do trabalho da Lego³⁰. Mas antes, para compreensão, necessitamos explanar o trabalho de Delors (2003), pois a Lego trabalha baseada na concepção dos quatro pilares da educação escritos pelo autor. Segundo Delors (2003):

A educação, ao longo de toda a vida, baseia-se em quatro pilares: apreender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver junto, aprender a ser.

Aprender a conhecer, combinando uma cultura geral, suficientemente vasta, com a possibilidade de trabalhar em profundidade um pequeno número de matérias. O que também significa: aprender a aprender, para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo de toda a vida.

Aprender a fazer, a fim de adquirir, não somente uma qualificação profissional mas, de uma maneira mais ampla, competências que tornem a pessoa apta a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe. Mas também aprender a fazer, no âmbito das diversas experiências sociais ou de trabalho que se oferecem aos jovens e

³⁰ A LEGO é uma empresa privada com sede em Billund, Dinamarca. A empresa ainda é de propriedade da família de Kirk Kristiansen que a fundou em 1932, inicialmente construindo brinquedos de madeira. (LEGO BRASIL, 2018).

adolescentes, quer espontaneamente, fruto do contexto local ou nacional, quer formalmente, graças ao desenvolvimento do ensino alternado com o trabalho.

Aprender a viver junto desenvolvendo a compreensão do outro e a percepção das interdependências – realizar projetos comuns e preparar-se para gerir conflitos – no respeito pelos valores do pluralismo, da compreensão mútua e da paz.

Aprender a ser, para melhor desenvolver a sua personalidade e estar à altura de agir com cada vez maior capacidade de autonomia, de discernimento e de responsabilidade pessoal. Para isso, não negligenciar na educação nenhuma das potencialidades de cada indivíduo: memória, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas, aptidão para comunicar-se.

Numa altura em que os sistemas educativos formais tendem a privilegiar o acesso ao conhecimento, em detrimento de outras formas de aprendizagem, importa conceber a educação como um todo. Esta perspectiva deve, no futuro, inspirar e orientar as reformas educativas, tanto em nível da elaboração de programas como da definição de novas políticas pedagógicas. (DELORS, 2003, p. 101-102 - Grifos do autor).

Compreendemos o “Aprender a conhecer” como sendo a aprendizagem de conteúdos formais necessários à vida do estudante. O “Aprender a fazer” significa, para nós, a habilidade de abstrair da escola habilidades e competências para que o estudante possa ser inserido no mercado de trabalho. O “Aprender a viver junto” diz respeito a preparar os estudantes para viver em sociedade e, por fim, o “Aprender a ser”, que corresponde a auxiliar o aluno para que este consiga desenvolver sua personalidade e adquirir autonomia.

Findada a abordagem dos pilares de Delors, apresentaremos a proposta Lego de ensino que se configura como Robótica Educacional.

A Lego surge no cenário da Robótica Educacional através de um trabalho coletivo com Papert. Segundo Gomes (2014):

Em meados da década de 1980, a parceria do pesquisador Papert com a empresa Lego permitiu que os movimentos da tartaruga não se limitassem às abstrações na tela do computador. Esta trouxe para o mundo real as programações e construções, por meio de kits de robótica. Com isso, as crianças teriam a oportunidade de criar seus próprios robôs, equipados com sensores, motores, engrenagens e uma forma de programação parecida com Logo. (GOMES, 2014, p. 19).

Desta parceria, surgiu a iniciativa Lego na educação. “A empresa Lego, com base nas ideias de Papert, buscou aprimorar as ferramentas de forma que os alunos tivessem acesso a esses recursos para a construção do conhecimento”. (GOMES, 2014, p. 21). Notamos as ideias papertianas enraizadas quando o autor traz o termo “construção do conhecimento”. Desta combinação para os dias de hoje, retiramos a vasta quantidade de materiais Lego para a educação, como cartilhas, kits, peças autônomas, manuais de montagem, programas educacionais. Quanto, especificamente, aos kits LEGO, foco de nossas discussões, Gomes (2014) acrescenta que:

Atualmente os kits Lego possuem diversas peças e, a partir delas, os alunos conseguem montar seus robôs como se fossem um quebra-cabeça, as engrenagens e

os motores permitem criar robôs que possam se movimentar sobre rodas, esteiras ou outros tipos de comandos, como acionar uma alavanca ou movimentar um braço. Os sensores ajudam a dar mais vida aos robôs e a partir deles é possível detectar cores e a presença de objetos. Esses objetos também podem ajudar na movimentação, pois a partir deles o robô pode perceber o ambiente. A programação é construída em um programa específico em que é possível controlar os sensores e a função de cada um dos motores do robô. (GOMES, 2014, p. 22).

Percebemos a oportunidade de se trabalhar objetos de estudos diferentes devido à grande quantidade de peças³¹ e às possibilidades de montagem com estas.

Outro destes materiais é o Manual Didático-Pedagógico construído pela ZOOM³², com o intuito de capacitar os professores como se trabalhar com Lego. Deste manual, recortamos três passagens interessantes para o nosso trabalho, pois ao utilizar seu material, além de dialogar com seus métodos, compreendemos a finalidade para a qual foram criados.

A primeira passagem é sobre a influência do trabalho de Papert sobre a metodologia Lego. Segundo a ZOOM (2013):

A partir dos estudos de Seymour Papert, a *LEGO Education* desenvolveu uma metodologia inovadora, que contempla:
Utilização de jogos educativos;
O trabalho em equipe;
Quatro momentos: contextualizar, construir, analisar e continuar. (ZOOM, 2013, p. 17).

A nós interessa os tópicos do trabalho em equipe e os momentos apontados. O trabalho em equipe, pois vai ao encontro das nossas expectativas socio-histórico-culturais e os quatro momentos, pois se caracterizam pela forte presença do modelo construcionista.

³¹ No apêndice B são encontrados os nomes utilizados pelos colaboradores das peças mais usadas no decorrer das oficinas.

³² Editora responsável por publicar materiais da *LEGO Education* no Brasil desde 1998. Disponível em: (ZOOM, 2013, p.4).

Figura 8: Momentos da Metodologia LEGO



Fonte: ZOOM, 2013, p. 17.

O segundo momento de interesse no manual está na fundamentação pedagógica adotada, no qual é afirmado que:

A seleção de diferentes teorias de aprendizagem como apoio para a criação do Modelo de Educação Tecnológica da ZOOM foi feita diante da reflexão de diversos temas: necessidades de sociedade e do mercado de trabalho; cuidados com preconceitos e modismos; dificuldades de transferência dos princípios de uma teoria de aprendizagem para ambientes escolares; viabilidade; custos. Entre outros.

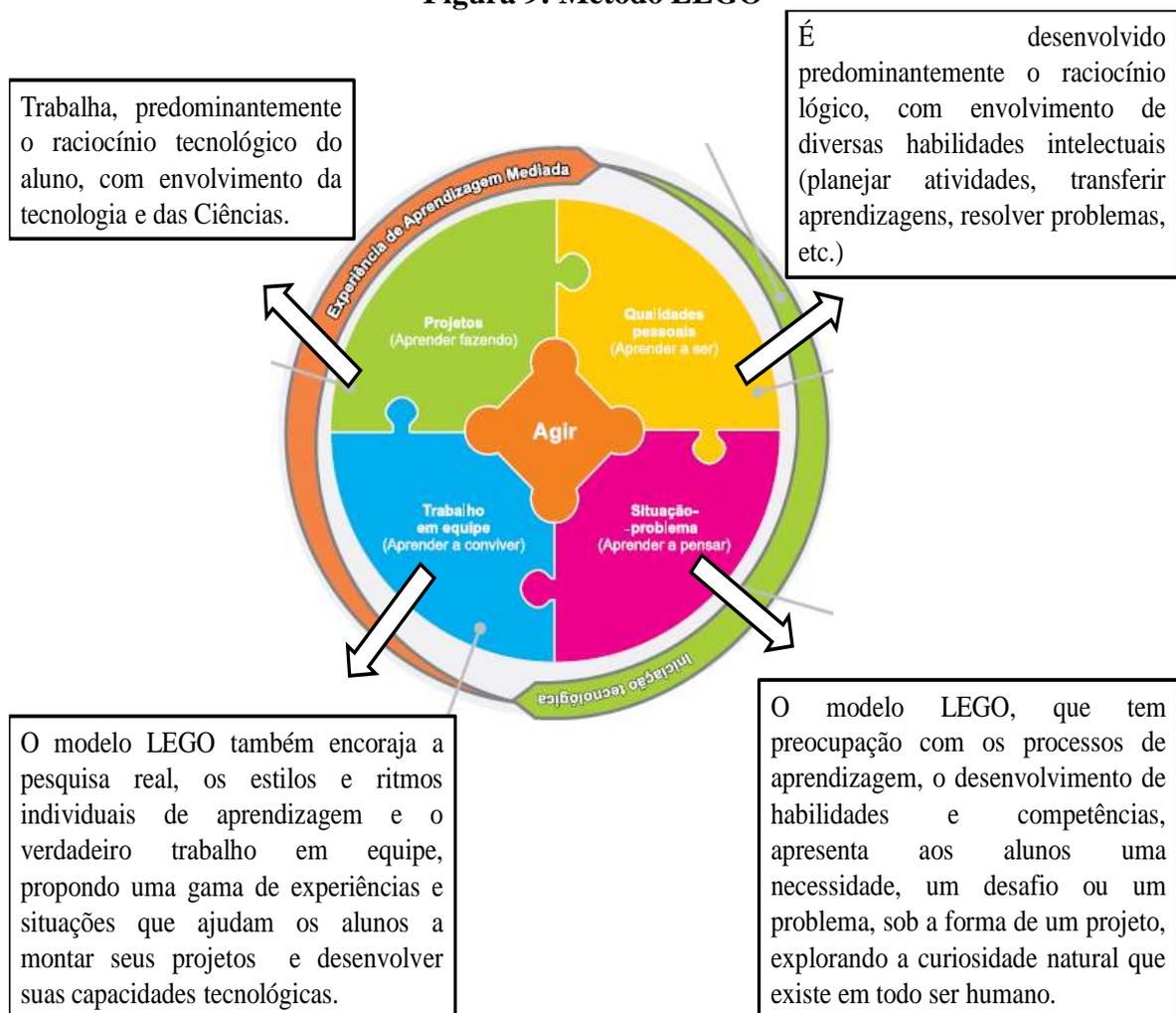
Deve-se ter uma ideia clara a respeito da utilidade de teorias de aprendizagem na solução de problemas de ensino. Os princípios de uma teoria de aprendizagem não podem ser aplicados a todo tipo de atividade educacional nem considerados fórmula mágica para todos os problemas de ensino. Além disso, a simples compreensão de uma teoria de aprendizagem não garante a padronização dos procedimentos de ensino nem dá pistas sobre o melhor procedimento a ser aplicado a todas as situações. (ZOOM, 2013, p. 20).

Identificamos, na citação, a preocupação com a valorização das teorias da aprendizagem e concordamos quando dizem que não existe receita pronta para todos os problemas da educação, pois nenhum método atende a todas as adversidades, e que mesmo depois de escolhida uma teoria ou metodologia, ainda existirá divergências na forma com que cada professor conduzirá as aulas, baseado em sua experiência e profundidade dentro do método ou teoria, e também na resposta de sua turma.

O terceiro momento é a exploração do método ZOOM. Eles acrescentaram à proposta de Delors (2003) o aprender a agir. Para a empresa, “essa competência pressupõe saber agir em todas as partes do modelo pedagógico e do cotidiano, no sentido de tomar decisões, organizar atividades, coordenando ações, otimizando recursos humanos e materiais, entre outras ações” (ZOOM, 2003, p. 66). Além disso, enfocam que a Aprendizagem Mediada é o modelo que se adequa para o trabalho com todos os aprenderes.

Observe, abaixo, a figura que melhor sintetiza o método LEGO utilizado pela ZOOM (2003):

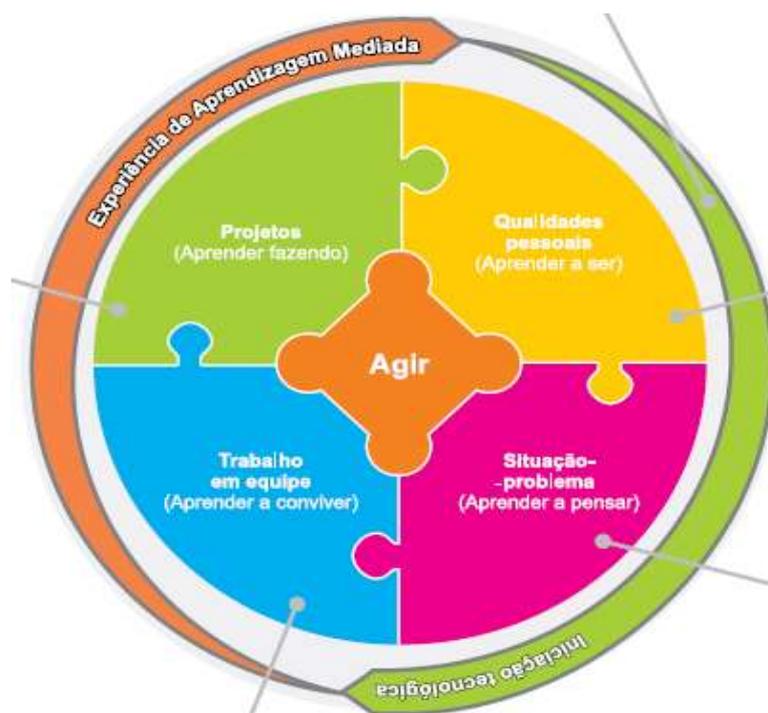
Figura 9: Método LEGO



Fonte: ZOOM, 2013, p. 66 – adaptada.

Para melhor visualização da ilustração, ampliamos o centro:

Figura 10: Recorte do Método LEGO



Fonte: ZOOM, 2013, p. 66 – Recorte.

Compreendemos que o método ZOOM corresponde a uma série de estudos. Encontramos a teoria de Papert na parte inferior à esquerda, onde são definidas a participação destes na metodologia e, embora em menor evidência, encontramos o conceito de Mediação tangenciando a circunferência central que indica indícios da teoria de Vygotsky. O texto ainda cita a Resolução de Problemas através da Situação-problema (aprender a pensar) no (setor rosa da circunferência). E, por fim, configura-se em uma modificação dos quatro pilares de Delors.

O diálogo entre a Resolução de Problemas e a Robótica Educacional, em certo ponto, também é o diálogo entre a Teoria Socio-histórico-cultural e o Construcionismo. Ao se trabalhar Resolução de Problemas e Robótica Educacional conjuntamente, surge a possibilidade de condicionar situações-problema ao meio concreto, não só para visualização dos estudantes, mas para resolução do problema pela maior parte de sua estrutura, constituindo uma série de novos ganhos para a educação. É o que aponta Stroeymeyte (2015):

[...] no contexto da Resolução de problemas, no processo de discussão, investigação, idealização do projeto, construção de conceitos, verificação das soluções a robótica proporciona o trabalho coletivo, a troca de experiências e conhecimentos entre professor e alunos, estimulando a autonomia, a criatividade, o posicionamento crítico e a tomada de decisões. (STROEYMEYTE, 2015, p. 34).

Compreendemos, por meio da autora, que o trabalho coletivo de ambas as metodologias enriquece as aulas e traz um ambiente novo para a sala de aula, no qual os estudantes são condicionados para situações-problemas concretas com soluções diversas e possibilidades de retomada de conceitos matemáticos e avanços característicos deste método, mas que corroboram com a ideia da ZDP de Vygotsky, pela qual o professor torna-se mediador do aprender.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo abordamos as formas de como a pesquisa se desenvolveu e a justificativa da escolha pela metodologia utilizada. Entre os temas aqui abordados, estão: método de pesquisa qualitativa, Pesquisa-ação e método de coleta de dados através de gravação de vídeo.

Também neste capítulo discutiremos todas as etapas da pesquisa e as ferramentas que foram utilizadas, desde a escolha pelos assuntos matemáticos abordados até as formas como serão trabalhados em cada oficina.

3.1 Métodos de pesquisa

Esta pesquisa é de cunho qualitativo, pois busca qualificações em um método de ensino. Contudo, para pesquisar qualitativamente, devemos nos preocupar com aspectos relacionados à utilização deste método de pesquisa. Para Bicudo (2004):

O qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências, como, por exemplo, da vermelhidão do vermelho, etc. Entende-se que a noção de rigor não seria aplicável a dados qualitativos, uma vez que a eles faltaria precisão e objetividade, dificultando ou impossibilitando a aplicação de quantificadores. (BICUDO, 2004, p. 106).

Assim, no que se confere ao citado autor, observamos que existem inúmeras contribuições dos educandos neste processo de pesquisa, pois os caminhos adotados para alcançar o objetivo da aprendizagem são, a priori, redigidos a partir de experiências vivenciadas pelos participantes ao longo de suas vidas. Concordamos com a ineficiência ao se tentar quantificar essas informações, pois a subjetividade humana impulsiona para um cenário de variáveis múltiplas que partem do interior cognitivo de cada um, caracterizando a dinâmica mutação intrapessoal como objeto da aprendizagem e que, por vezes, corrobora para o surgimento de detalhes no fazer coletivo que não podem ser quantificados, mas que são de importância salutar para a construção do conhecimento.

Garnica (2004) aponta que, para que a pesquisa seja considerada qualitativa, deve-se compreender os seguintes pressupostos:

(a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros

vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-la podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas. (GARNICA, 2004, p. 86).

Mediante o exposto, identificamos que a participação do pesquisador é de suma importância para as pesquisas qualitativas. O autor ainda abre espaço para o dinamismo da pesquisa em seus diferentes estágios e as reorganizações de tratamento e conduta, quando necessário for. Portanto, analisamos o exposto pelo autor, não como regras fixas, mas um ponto de partida para as discussões da pesquisa que tem sua completude na autonomia de cada projeto.

Outro autor que discute sobre o método de pesquisa qualitativa é Borba (2004) que no trabalho “*A Pesquisa Qualitativa Em Educação Matemática*”, publicado nos anais da 27ª reunião da Anped, que ocorreu em Caxambu (MG), complementa o pensamento de Garnica (2004), quando diz que:

O que se convencionou chamar de pesquisa qualitativa, prioriza procedimentos descritivos à medida em que sua visão de conhecimento explicitamente admite a interferência subjetiva, o conhecimento como compreensão que é sempre contingente, negociada e não é verdade rígida. O que é considerado "verdadeiro", dentro desta concepção, é sempre dinâmico e passível de ser mudado. Isso não quer dizer que se deva ignorar qualquer dado do tipo quantitativo ou mesmo qualquer pesquisa que seja feita baseada em outra noção de conhecimento. (BORBA, 2004, p. 2).

Percebemos que, quando Borba (2004) compreende a diversidade de ações e pensamentos possíveis ao pesquisar qualitativamente e destaca que o método qualitativo não se sobrepõe ao quantitativo, defende que devemos identificar a pertinência de cada método para cada trabalho.

Quando compreendemos a intencionalidade da pesquisa qualitativa, colocamos a atitude fenomenológica em foco. A fenomenologia é uma ciência que credita ao objeto significância premeditada pela consciência das pessoas. Assim, nas palavras de Bicudo (2004):

Na atitude fenomenológica, a coisa não é tida como sendo em si, uma vez que: 1) não está além da sua manifestação e, portanto, ela é relativa à percepção e dependente da consciência; 2) a consciência não é parte ou região de um campo mais amplo, mas é ela mesma um todo que é absoluto, não dependente, e que não tem nada fora de si. (BICUDO, 2004, p. 111).

Compreendemos que, em primeiro lugar, existe uma dependência existencial da atitude fenomenológica quanto à consciência e, em segundo lugar, a consciência não corresponde a uma parte de um ambiente mais complexo, mas a completude inata suficiente para a fenomenologia. O mesmo autor correlaciona a fenomenologia à pesquisa qualitativa quando diz:

A pesquisa qualitativa que procede segundo uma abordagem fenomenológica tem nesses dois pontos seus princípios primeiros. Ela busca a manifestação da coisa que se expõe na percepção e, portanto, é dependente da consciência. Mas consciência é movimento, é ato de expandir para, inclusive em sua própria direção. Esse movimento é o de voltar-se sobre seus próprios atos e se refere ao ato de refletir ou à reflexão [...] É por isso que esse modo de pesquisar dá destaque à descrição. Descrição dos estados de consciência, o que significa dos atos vivenciais aos quais se está atento, percebendo-os em ação. Sempre é uma descrição daquele que percebe e para quem o mundo faz sentido. Trata-se, portanto, de uma investigação que ao mesmo tempo pesquisa a realidade mediante suas manifestações e torna o sujeito perceptor lúcido a respeito do sentido que o mundo faz para si, incluindo nessa lucidez a atatividade para com o sentido que o mundo faz para os outros com quem está. (BICUDO, 2004, p. 111).

Entendemos que, para o autor, a pesquisa qualitativa garante a captação da pluralidade de variáveis, tanto concretas quanto abstratas, corroborando para a riqueza de detalhes necessários à conclusão das pesquisas cunhadas qualitativamente. Para André e Gatti (2008) existem pontos importantes ao utilizar pesquisa qualitativa:

1. A incorporação, entre os pesquisadores em educação, de posturas investigativas mais flexíveis e com maior adequação para estudos de processos micro-sócio-psicológicos e culturais, permitindo iluminar aspectos e processos que permaneciam ocultados pelos estudos quantitativos;
2. A constatação de que para compreender e interpretar grande parte das questões e problemas da área de educação é preciso recorrer a enfoques multi/inter/transdisciplinares e a tratamentos multi dimensionais;
3. A retomada do foco sobre os atores em educação, ou seja, os pesquisadores procuram retratar o ponto de vista dos sujeitos, os personagens envolvidos nos processos educativos;
4. A consciência de que a subjetividade intervém no processo de pesquisa e que é preciso tomar medidas para controlá-la.
 - a. A compreensão mais profunda dos processos de produção do fracasso escolar, um dos grandes problemas na educação brasileira, que passa a ser estudado sob diversos ângulos e com múltiplos enfoques;
 - b. Compreensão de questões educacionais vinculadas a preconceitos sociais e sócio-cognitivos de diversas naturezas;
 - c. Discussão sobre diversidade e equidade;
 - d. Destaque para a importância dos ambientes escolares e comunitários. (ANDRÉ; GATTI, 2008, p. 09).

O primeiro ponto importante leva a questionamentos sociais acerca do ensino, pois os estudantes estão imersos em uma sociedade cultural e o conhecimento construído na escola deve ser utilizado como ferramenta na inserção destes educandos³³ na sociedade. Indicamos que o conhecimento deve ser e é uma ferramenta de grande potencial de inserção.

O segundo ponto caminha conjuntamente ao primeiro, pois quando se considera questões sociais, as pesquisas são tendenciadas a dialogar multi/inter/transdisciplinarmente

³³ Ao escrever este trabalho substituímos a palavra “jovens” que estava no lugar de “educandos”, pois não só jovens, mas estudantes de todas as idades têm se inserido na sociedade através da educação por programas como a EJA demonstrando a importância de considerar-se as características sociais ao pesquisar-se na educação.

para atender aos anseios dos pesquisadores e da sociedade a qual estas pesquisas são primazia. Neste trabalho, o diálogo interdisciplinar já está interiorizado desde sua concepção, o que traz à ideia de conveniência ao se utilizar o método qualitativo.

O terceiro ponto remonta à posição das teorias de aprendizagem utilizadas neste trabalho que protagonizam o aluno, mas não se esquecendo dos agentes educacionais que possuem dificuldades e anseios para com seu trabalho, identificando, portanto, as reais necessidades do corpo escolar e diagnosticando os problemas em sua complexidade.

O quarto ponto traz à tona os problemas vivenciados pelo autor deste trabalho que busca, acima de tudo, encontrar maravilhas em sua pesquisa que podem não existir. Para tanto, utiliza o método de pesquisa para chegar a conclusões verdadeiras e concretas acerca da problemática.

Os adendos aos primeiros quatro pontos destacam as necessidades de pesquisas nesta modalidade frente aos problemas na educação brasileira, que é dotada de questões de preconceitos e condições precárias de funcionamento que, por vezes, são minorizados em outras modalidades de pesquisa. A sociedade brasileira é, por essência, diversa, e cabe à escola compreender e mediar os conflitos entre os agentes para que haja respeito e equidade entre eles.

Como observamos, a pesquisa qualitativa parece atender às demandas deste trabalho, porém, é preciso observar que o pesquisador deve comprometer-se com a pesquisa a fim de conseguir extrair o maior número de informações. Neste âmbito, André (2013) observa que a visão de realidade é construída pelos sujeitos, nas interações sociais vivenciadas em seu ambiente de trabalho, de lazer, na família, tornando-se fundamental uma aproximação do pesquisador a essas situações.

Portanto, o pesquisador deve inserir-se no ambiente do estudante. Nesta prerrogativa, é necessária e pertinente a utilização concomitante da Pesquisa-ação, pois, ao inserir-se de maneira participativa na pesquisa, o pesquisador aproxima-se dos seus colaboradores, possui uma maior imersão no ambiente de construção dos alunos que se modifica com frequência e, muitas vezes, perde-se na maleabilidade momentos que contribuiriam para a efetivação da pesquisa.

Contudo, este apontamento é insuficiente para justificar a necessidade de recorrer-se à Pesquisa-ação, pois devemos compreender o significado de Pesquisa-ação para justificar sua necessidade. Segundo Thiollent (2011):

[...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2011, p. 16).

Compreende-se que, por se tratar de uma pesquisa que envolva teorias de aprendizagem e Resolução de Problemas aliadas à Robótica Educacional, a pesquisa constitui-se em uma Pesquisa-ação mesmo que a essa não fosse referenciada, pois a participação e o cooperativismo de todas as partes constituintes no processo são inegociáveis, entendendo-se que o pesquisador também é agente responsável como tutor das oficinas as quais este trabalho utiliza como campo de estudo.

Para reforçar o caráter de pesquisa-ação, retomamos Thiollent (2011) que em seu trabalho diz que:

[...] do ponto de vista sociológico, a proposta de pesquisa-ação dá ênfase à análise das diferentes formas de ação. Os aspectos estruturais da realidade social não podem ficar desconhecidos, a ação só se manifesta num conjunto de relações sociais estruturalmente determinadas. Para analisar a estrutura social, outros enfoques, de caráter mais abrangente, são necessários. (THIOLLENT, 2011, p. 15).

É notável que esta pesquisa concentra-se na análise das ações e reações de participantes ao interagir com a Robótica Educacional no âmbito da teoria socio-histórico-cultural de Vygotsky, por meio da qual propomos um fazer social que não ignora o contexto dos alunos enquanto seres sociais, e através da Resolução de Problemas, que coloca os estudantes grupalmente em destaque, privilegiando a difusão do conhecimento através da partilha e colaboração.

Comprendemos que, com a pesquisa-ação, o professor será mais um colaborador no processo, mas um que faça mediação da aprendizagem, de maneira a assegurar tanto a autonomia dos educandos quanto o rendimento da pesquisa sem prejuízo de tempo.

A pesquisa-ação parece adequar-se a trabalhos que utilizem a teoria socio-histórico-cultural, pois a proximidade do pesquisador e dos pesquisados fortalecem os laços dos estudantes e a pesquisa, além de criar um sistema de Zona de Desenvolvimento Proximal, pois o educador fomenta a (re)construção de conceitos, práticas culturais e sociais. Neste sentido, pode-se afirmar que:

A pesquisa-ação se apresenta como método de pesquisa inserida em práticas ou ações sociais, educacionais, técnicas, estéticas, etc. Ao longo dos anos, ela tem sido enriquecida nas encruzilhadas de várias tendências filosóficas. Hoje, ela pode se distanciar tanto do objetivismo quanto do subjetivismo, encontrando certa afinidade com o construtivismo social³⁴. (THIOLLENT, 2011, p. 10).

³⁴ Alguns autores compreendem a teoria socio-histórica-cultural como construtivismo social.

Como podemos observar, o autor aponta para a proximidade entre pesquisas vygotskianas e a pesquisa-ação, mas para uma análise aprofundada, devemos compreender as características da pesquisa-ação. Engel (2000), em suas pesquisas, aponta para seis características da pesquisa-ação, quer sejam:

- O processo de pesquisa deve tornar-se um processo de aprendizagem para todos os participantes e a separação entre sujeito e objeto de pesquisa deve ser superada.
- Como critério de validade dos resultados da pesquisa-ação sugere-se a utilidade dos dados para os clientes: as estratégias e produtos serão úteis para os envolvidos se forem capazes de apreender sua situação e de modificá-la. O pesquisador parece-se, neste contexto, a um praticante social que intervém numa situação com o fim de verificar se um novo procedimento é eficaz ou não.
- No ensino, a pesquisa-ação tem por objeto de pesquisa as ações humanas em situações que são percebidas pelo professor como sendo inaceitáveis sob certos aspectos, que são suscetíveis de mudança e que, portanto, exigem uma resposta prática. Já a situação problemática é interpretada a partir do ponto de vista das pessoas envolvidas, baseando-se, portanto, sobre as representações que os diversos atores (professores, alunos, diretores etc.) têm da situação.
- A pesquisa-ação é situacional: procura diagnosticar um problema específico numa situação também específica, com o fim de atingir uma relevância prática dos resultados. Não está, portanto, em primeira linha interessada na obtenção de enunciados científicos generalizáveis (relevância global). Há, no entanto, situações em que se pode alegar alguma possibilidade de generalização para os resultados da pesquisa-ação: se vários estudos em diferentes situações levam a resultados semelhantes, isto permite maior capacidade de generalização do que um único estudo.
- A pesquisa-ação é auto-avaliativa, isto é, as modificações introduzidas na prática são constantemente avaliadas no decorrer do processo de intervenção e o *feedback* obtido do monitoramento da prática é traduzido em modificações, mudanças de direção e redefinições, conforme necessário, trazendo benefícios para o próprio processo, isto é, para a prática, sem ter em vista, em primeira linha, o benefício de situações futuras.
- A pesquisa-ação é cíclica: as fases finais são usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores. (ENGEL, 2000, p. 184-185).

A primeira característica diz respeito à aprendizagem de todos os membros da pesquisa. De fato, quando trabalhamos com a Robótica Educacional e com a Resolução de Problemas, mesmo que de maneira individual, parece que a aprendizagem mútua é pré-requisito, pois não existe contexto de problemática ou montagem de um robô que não tenha espaço para a criatividade e os anseios do educando, assim, sempre há uma perspectiva nova projetada pela turma, a qual não era de conhecimento do professor, mesmo que parcialmente.

Quanto à segunda característica, deixamos claro nossa discordância com a terminologia “cliente”, porém, compreendemos que o autor preocupa-se com a objetividade do método, pois uma pesquisa só faz sentido se esta se preocupa em atender a uma demanda.

O terceiro aspecto condiz com a preocupação com as informações percebidas no convívio, mas que são detalhes necessários à compreensão do processo de aprender. Percebemos um ponto em comum com o pesquisar qualitativamente, natural, visto que ambas as metodologias de pesquisa preocupam-se com questões sociais que não devem ser ignoradas.

Compreendemos a quarta característica como uma divisória entre a pesquisa científica e a pesquisa-ação, sem, porém, menosprezar o benefício à comunidade científica, pois esta serve como parâmetro para avaliar-se outras pesquisas com base nas ações. Uma pesquisa que não busca compreender o concreto nem o abstrato, mas a estrita relação e efetuação entre essas duas dimensões.

Quanto à quinta característica, esta diz respeito à dinâmica da pesquisa, na qual as estruturas se modificam a partir das experiências moldadas pelo seu andamento, por vezes, até revendo “achismos” que permeavam o início dos trabalhos.

A última característica diz respeito ao cruzamento de informações para se chegar a conclusões mais coesas com a realidade, na medida em que novas situações são colocadas. Assim, ao analisarmos as características conjuntamente às definições, percebemos que existem inúmeros motivos para a adoção da pesquisa-ação.

Notamos, ainda, a posição central da pesquisa-ação entre a prática cotidiana e a pesquisa científica. Esta posição corrobora para que a pesquisa contenha resultados mais próximos da realidade dos estudados. Como a pesquisa-ação herda características, tanto da prática quanto da ciência, e, às vezes, de nenhuma das duas, faz-se necessária a discussão acerca destas características que serão expostas no quadro³⁵ 6 a seguir:

Quadro 6: Diferenciação da Pesquisa-ação de outras práticas

	Práticas rotineiras	Pesquisa-ação	Pesquisa Científica
Motivação	Habitual	Inovadora	Original – financiada
Fluência	Repetida	Contínua	Ocasional
Desenvolvimento do Método	Reativa contingência	Proativa estrategicamente	Metodologicamente conduzida
Coletividade	Individual	Participativa	Colaborativa – colegiada
Caráter	Naturalista	Intervencionista	Experimental
Questionamentos	Não questionada	Problematizada	Contratual (negociada)
Prática	Com base na experiência	Deliberada	Discutida
Registro	Não-articulada	Documentada	Revisada pelos pares

³⁵ As informações foram retiradas de TRIPP, 2005, contudo a primeira coluna foi criada pelo pesquisador, bem como o designer. Acreditamos que a interpretação tem maior fluidez com o acréscimo desta primeira coluna. Mais informações em TRIPP, 2005.

Funcionalidade	Pragmática	Compreendida	Explicitada- teorizada
Abrangência	Específica do contexto	36	Generalizada
Resultados	Privados	Disseminados	Publicados

Dados: Retirados de TRIPP, 2005, p. 447-448 – adaptado.

Pelo exposto no quadro 6 concluímos que existe real relevância na utilização do método de pesquisa-ação para este trabalho.

Ainda a respeito da metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, adotamos o método de coleta em vídeo.

A tecnologia de gravação em vídeo é uma ferramenta que surgiu através da evolução da ciência no que condiz com recursos de arquivamento de informações. Para as pesquisas acadêmicas, focados no ramo da Educação Matemática, o ganho pode ser qualificado como uma possibilidade de releitura da evolução dos acontecimentos da pesquisa. Para Powell, Francisco e Maher (2004):

Em tempos atuais, a capacidade de gravar em vídeo o desvelar momento-a-momento de sons e imagens de um fenômeno tem se transformado numa ampla e poderosa ferramenta da comunidade de pesquisa em Educação Matemática. Utilizando os registros de vídeo como dados, pesquisadores têm produzido descrições fascinantes de professores e estudantes em cenários clínicos e de sala de aula envolvidos numa matriz de tarefas matemáticas. (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004, p. 4).

Para os autores, a captação em vídeo enriquece o cenário de pesquisas em Educação Matemática como sendo “fascinantes” dentro de uma análise clínica das situações.

Porém, a mera filmagem de uma pesquisa não garante sua qualidade. A esse respeito, compreendemos que toda filmagem no âmbito de um trabalho acadêmico sério deve, *a priori*, passar por uma bateria analítica de interpretações dos agentes pesquisadores e de ferramentas de auxílio nesta empreitada.

Os autores ainda concordam com essa afirmação, pois acreditam que gravações não garantem sozinhas qualidade na coleta de dados da respectiva análise e que devemos encontrar meios de aperfeiçoamento através do acréscimo das fontes de dados. (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004, p. 7).

³⁶ Esta casa encontra-se vazia também, na obra original. Acreditamos que a pesquisa-ação encontra-se a meio termo da prática e da ciência neste aspecto.

Por isso, utilizamos os registros dos próprios educandos no caderno como uma fonte extra de informações, além de um gravador inserido no meio do espaço de pesquisa para diminuir a perda de dados oriundos do posicionamento da câmera do computador.

Ainda com relação à gravação em vídeo, adotamos o método de transcrição para refinar e submeter os dados a mesma linguagem das outras fontes de dados, que é a linguagem escrita. Sobre o ato de transcrever vídeos, Lima (2015, p.3) diz que “As transcrições permitem ao pesquisador uma análise criteriosa a respeito de cada fala de seus sujeitos de pesquisa”.

Reconhecemos a importância de se transcrever os dados, mas de forma organizada, na busca por um rigor na análise do conteúdo. Para isso, em nossas pesquisas encontramos o método de Powell, Francisco e Maher (2004) como sendo o mais adequado. Para esses autores, devemos percorrer sete fases iterativas e não lineares:

1. Observar atentamente aos dados do vídeo;
2. Descrever os dados do vídeo;
3. Identificar eventos críticos;
4. Transcrever;
5. Codificar;
6. Construir o enredo;
7. Compor a narrativa. (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004, p. 16).

Vale ressaltar, nesse sentido, que cada fase tem sua importância na síntese de um produto final que melhor compreenda a realidade da pesquisa. A primeira fase diz respeito ao primeiro contato do pesquisador como uma pessoa externa ao processo analisado. Compreendemos a importância do pesquisador participativo, mas recorreremos a uma análise mais abrangente quando nos colocamos internamente e externamente aos acontecimentos. Trata-se de uma análise no micro (pesquisador participativo, Pesquisa-ação) e uma análise no macro (revisitação por análise em vídeo), pois compreendemos que, ao analisarmos um vídeo, podemos reaquistá-lo sempre que surgir um novo argumento, ou para recompor os dados com informações antes despercebidas.

Quanto à segunda fase, esta funciona como uma espécie de organizador de ideias. Quando descrevemos dados, colaboramos com o processo de compreensão para se atingir os objetivos. Desta surge a terceira fase, que consiste em identificar quais foram os momentos mais importantes para a pesquisa na intenção de dar foco a estes em riqueza de dados e análises.

Posteriormente, nos encontramos na fase de colocar todas as informações pertinentes no papel, na ordem em que acontecem. Esta é a fase da transcrição em si, onde nos preocupamos em transcrever os acontecimentos principais, bem como os diálogos, sem um posicionamento a respeito dos acontecimentos. O posicionamento é dado depois da codificação (quinta fase), na qual os pesquisadores focam na criticidade dos acontecimentos, a fim de observar os códigos

que incorporam assuntos matemáticos, e investigamos o processo probabilístico pelo qual alunos agem ao seguir um objetivo.

A sexta fase diz respeito à construção do enredo, nesta nos preocupamos em, através dos códigos descobertos, encontrar um resultado lógico que satisfaça os parâmetros da pesquisa, positiva ou negativamente.

A última fase diz respeito a compor a narrativa de elementos teóricos e outras formas de dados para se chegar a uma conclusão embasada e consciente, concluindo com um trabalho que tenta reduzir o viés entre a realidade de uma pesquisa e as conclusões dos pesquisadores.

Concluimos por situar que respeitamos todas as etapas de análise e transcrição de vídeos expostas acima, contudo, não na mesma ordem ou com mesma ênfase, devido à adaptação do método a nossa realidade de pesquisa. Para as gravações, foram utilizados um *notebook*, um gravador e telefones celulares quando era necessária a saída para o ambiente externo da escola.

3.2 Público-alvo: participantes, contexto e práticas matemáticas

Esta seção foi organizada na tentativa de compreender os participantes quanto às suas práticas, anseios, interesses e nível de conhecimento pré-adquirido. Discutiremos sobre a escola utilizada como campo de pesquisa, o IFMG campus São João Evangelista, situaremos esta escola em uma região mineira com características culturais próprias e necessidades e sobre o período da vida dos estudantes que se preparam para ingressar em uma universidade e/ou compor o mercado de trabalho.

Concordamos que a escola não deve ser um curso preparatório para o mercado de trabalho tão somente, mas compreendemos que um dos interesses dos alunos é encontrar um emprego que possibilite qualidade de vida e correspondência a seus sonhos e planos. Então, nos preocupamos com a formação que constitua cidadãos críticos e culturais e que, sem prejuízo de nenhuma das partes, tenham bases intelectuais sólidas para conseguir um bom emprego.

Assim, justificamos a necessidade de se conhecer os interesses dos educandos no complexo contexto educacional vivido por esses jovens do Ensino Médio que se encontram na juventude. Aproximar-se da cultura deles é indelével àquele que deseja garantir, a seus estudantes, um conhecimento interiorizado que se compõe de características científicas necessárias ao desenvolvimento da Ciência Matemática, assim como para o trabalho, e autenticadas pelos estudantes que personalizam o conhecimento para adequar-se à sua cultura.

O campus almejado fica na cidade de São João Evangelista (SJE), em Minas Gerais. Os habitantes são chamados evangelistanos.

O município se estende por 478,2 km² e em 2016 contava com 15553 habitantes. A densidade demográfica é de 32,5 habitantes por km². Tem, como vizinhos, os municípios de Cantagalo, Guanhães e Paulistas, sendo a maior cidade na vizinhança Guanhães. Situada a 692 metros de altitude e coordenadas geográficas: latitude: 18° 32' 46'' Sul, Longitude: 42° 45' 35'' Oeste, conta, ainda, com dois distritos, sendo eles: São Geraldo do Baguari e Nelson de Sena e um povoado chamado Bom Jesus da Canabrava.

Com relação à vegetação, encontra-se no bioma de mata atlântica e é banhado por dois rios: o São Nicolau e o Suaçuí Grande. Ainda conta com o córrego Bom Jardim e possui um clima ameno. A cidade fica a 280 km da capital mineira Belo Horizonte e é servida pela BR-120 e a MG-314. (CIDADE BRASIL, 2018).

No setor educacional, a cidade é referência regional, pois conta com diversas escolas tendo, como destaque, o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), alvo de nossa pesquisa. A economia do município gira em torno da agropecuária, caso de várias cidades na região. Depois de fundada a identificação da cidade alvo, abordaremos o contexto escolar vivido no IFMG-SJE.

Segundo dados disponíveis pelo site da instituição (IFMG, 2018), o IFMG-SJE foi fundado em 27/10/1951, através da idealização dos Senhores Nelson de Sena e Dermeval José Pimenta, em 1947. Através de uma sociedade constituída, denominada Sociedade Educacional Evangelistana, em 1950, compraram um terreno da Sra. Ondina Amaral cujo nome era “Chácara São Domingos” com área de 277,14 ha.

No dia 27 de outubro de 1951, foi publicado no Diário Oficial da União, o convênio para a instalação da “Escola Agrícola de São João Evangelista”.

Já em 1962, teve início, com quinze alunos, a 5ª série do então curso de “Mestria Agrícola”. Em 1978, o nome da escola muda-se para Ginásio Agrícola. Posterior a várias transformações e acréscimos de cursos, no dia 29 de dezembro de 2008 foi sancionada a lei nº 11.892 que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Os institutos nasceram em 168 *campi*. Neste período, o então EAFSJE-MG, passou a ser IFMG-SJE. (BRASIL, 2008).

A escola tem um espaço amplo e uma integração de muitos estudantes de diferentes áreas de ensino e níveis. Segundo Silva (2017)³⁷:

³⁷ Dados referentes ao ano de 2017.

O IFMG/SJE conta com um total de 1400 alunos oriundos de cidades circunvizinhas. [...] De acordo os dados apurados junto ao Setor de Recursos Humanos do IFMG/SJE, atualmente, a instituição conta com um quadro de 97 técnicos-administrativos efetivos que prestam serviços nos diversos setores da Instituição. Ao que tange o corpo docente, há um contingente de 74 professores efetivos e 9 professores substitutos na carreira de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – EBTT. (SILVA, 2017, p. 96-97).

Os dados levantados pelo autor trazem a quantidade de alunos e professores que frequentam o IFMG-SJE diariamente. Estes alunos dividem-se entre São João Evangelista e muitas cidades vizinhas, trazendo um choque cultural acentuado na instituição. Ainda consideramos que são jovens que passaram por um processo seletivo ao adentrar na instituição e que, portanto, configura-se em uma parcela privilegiada da sociedade. Atualmente, o IFMG-SJE oferece os seguintes cursos:

Nível Técnico Integrado:

- Agropecuária;
- Manutenção e Suporte em Informática;
- Nutrição e Dietética.

Nível Técnico Subsequente:

- Agrimensura.

Nível Técnico Subsequente a distância:

- Artesanato;
- Florestas;
- Reciclagem.

Nível Superior:

- Administração;
- Agronomia;
- Licenciatura em Matemática;
- Licenciatura em Ciências Biológicas³⁸;
- Engenharia Florestal;
- Sistemas de Informação.

Pós-graduação:

- Meio Ambiente.

Nosso público pesquisado encontra-se nos cursos técnicos integrados. O grupo de alunos pesquisado neste trabalho tem representantes de duas modalidades: técnico integrado e

³⁸ Curso em fase de implantação, aguardando processo seletivo/ENEM.

quando consideramos o nível de Educação Básica, nos dois anos finais do Ensino Médio, foram convidados um total de quatorze alunos para participarem da pesquisa, mas apenas oito concordaram sendo cinco do terceiro ano do Ensino Médio do curso técnico integrado de Manutenção e Suporte em Informática, dois alunos do terceiro ano e um do segundo ano do curso Técnico Integrado de Nutrição e Dietética. Escolhemos o grupo ao qual ofertaríamos as oficinas pautados na continuação de uma pesquisa³⁹ realizada no primeiro semestre deste ano (2018). (APÊNDICE A).

Foram disponibilizadas oficinas de estatística através do método de Resolução de Problemas. Na época, foi aberta inscrição para todos os estudantes do Ensino Médio do *campus* culminando em doze inscritos. Devido ao comprometimento dos educandos, resolvemos mantê-los para esta pesquisa, desde que concordassem com a modificação de tema e método de abordagem. Ainda abrimos a inscrição para mais dois estudantes que interessaram-se pelo tema e pediram para compor o grupo.

Foi feita uma reunião com estes participantes, ainda no primeiro semestre do ano, para discutir sobre quais conteúdos matemáticos gostariam de desenvolver ao longo deste trabalho. Chamamos este encontro de “oficina zero”, pois esta não teve nenhum desenvolvimento matemático com os participantes, mas a demonstração sobre o quê e como iremos trabalhar. Deste encontro, definimos conjunto de oito oficinas de uma hora e quarenta minutos cada, mas com possibilidade de acréscimo devido a contratempos. Estas oficinas ocorreram às segundas e quartas-feiras às dezessete horas. Quanto aos conteúdos abordados, foram definidos pelos participantes um total de dois conteúdos matemáticos e dois conteúdos físicos que foram explorados interdisciplinarmente.

Os conteúdos matemáticos foram: Geometria Espacial e Trigonometria e, com relação à Física: Energia e Forças, trabalhados interdisciplinarmente com a Matemática. Durante as oficinas outros conteúdos poderiam surgir, além de outras áreas do saber. Escolhemos pela delimitação dos temas pelos próprios educandos, mas sujeita a modificações com o passar das aulas para atender as demandas que forem surgindo.

Posterior à oficina zero, decidimos por três etapas que comporiam toda a pesquisa: Encontro com a Robótica Educacional; Desenvolvimento criativo e Aplicação dos conhecimentos adquiridos; e utilização de constructos robóticos para construção de conhecimento.

³⁹ Resultados da pesquisa disponível em SILVA e QUEIROZ (2018). **Práticas de Resolução de Problemas em Educação Estatística:** uma Abordagem Pedagógica do ENEM. Publicados nos anais do XI ECEM, 25 e 26 de outubro de 2018, IFES-Cariacica.

Para o primeiro momento, decidimos por uma construção livre e sem interferências mediadoras, salvo quando o participante solicitasse. Nesta etapa, o participante foi estimulado a utilizar a criatividade e a lógica na utilização das peças como queria e na construção do que achasse melhor. Compreendemos que, para a introdução e primeiras explorações, seria necessária uma única oficina.

A segunda etapa, denominada “Desenvolvimento Criativo” caracteriza-se pela reconstrução ou, dependendo da evolução da primeira oficina, efetivação das propostas dos educandos. Desta vez, a partir da mediação, os participantes seriam convidados a conhecer conceitos matemáticos e físicos por detrás de seus trabalhos. Muitos são os conhecimentos que podem ser levantados pelo professor, mas este encarregar-se-á de mediar somente quando surgir uma das três indagações:

- O participante solicitou por mediação a respeito deste conteúdo?
- O conteúdo adequa-se a seu nível escolar?
- O conteúdo corresponde à geometria espacial, trigonometria, conceito físico energia ou conceito físico de força, levantados pelos participantes na oficina zero?

Se para qualquer uma destas perguntas a resposta for sim, o mediador deverá sugerir o assunto que será pesquisado na internet ou discutido grupalmente a partir dos conhecimentos pré-adquiridos pelos participantes. A este momento serão dedicadas quatro oficinas, com possibilidade de acréscimo, considerando a complexidade de cada trabalho.

A terceira etapa constitui-se na construção coletiva de um projeto pré-existente de Compasso robótico presente na revista da ZOOM do 9º ano nº 4 do ano de 2003, que possui um erro de elaboração para a construção. Os participantes utilizaram o conhecimento robótico adquirido até este ponto, conjuntamente com as ferramentas matemáticas necessárias à resolução do problema. Além disso, foram propostas atividades correlacionadas ao compasso construído. Ao término da construção, utilizamos o compasso robótico para uma análise de lados e ângulos do triângulo retângulo na retomada dos conceitos de trigonometria até chegar à discussão de seno, cosseno e tangente, mesmo que introdutoriamente. Essa terceira etapa foi proporcionada ao longo de duas oficinas. Mesmo com a possibilidade de acréscimo, isso não foi necessário. As atividades abordadas através do manual de montagem da ZOOM (2003) podem ser vistas no anexo 2 deste trabalho. Já o manual de montagem do compasso robótico encontra-se no anexo 3. Este manual foi utilizado para construção das oficinas sete e oito, onde

os alunos desenvolveram o proposto no manual de montagem. Ainda a respeito desta etapa, o professor explorou a demonstração do seno, cosseno e tangente dos ângulos notáveis. O conjunto de três etapas para o desenvolvimento dos alunos não se adequa à proposta de análise dos dados, visto que ficariam seções por vezes muito extensas, por vezes muito curtas, o que dificultaria a leitura. Para análise dos dados, estruturamos as oficinas em seções, onde cada uma corresponde a uma etapa do trabalho de análise. Assim, temos:

Quadro 7: Etapas do Trabalho e Etapas da Análise

Seção	Oficina	Etapas do Trabalho	Etapa do trabalho de análise⁴⁰
1 ^a	Análise do Primeiro Encontro	Encontro com a Robótica Educacional	Exploração
2 ^a	Análise do Segundo Encontro	Desenvolvimento criativo	Planejamento
3 ^a	Análise do Quarto, Quinto e Sexto Encontros		Exploração Livre
4 ^a	Análise do Sétimo e Oitavo Encontros	Aplicação dos conhecimentos adquiridos e utilização de constructos robóticos para construção de conhecimento.	Exploração Mediada

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com este quadro procuramos determinar as funções de cada encontro, porém, pode ser percebido que a oficina 3 não encontra-se listada devido a pouca participação dos pesquisados, pois apenas uma participante veio a esta oficina. Aliado a este fator, encontramos a questão do pouco material ali produzido.

A ausência de muitos dos participantes nos encontros ocorreu devido ao calendário letivo dos participantes que se encontram em um período de exigências altas: terminar o terceiro ano e estudar para os vestibulares, além dos requisitos de cada uma das matérias destes jovens que

⁴⁰ Estas etapas foram definidas pelo pesquisador levando em consideração aspectos específicos da Robótica Educacional, bem como as etapas da resolução de um problema, propostas por Onuchic e Allevalo (2011), devidamente adaptadas ao contexto das oficinas realizadas.

estudam integralmente e possuem matérias do Ensino Médio e do Ensino Técnico tornou-se complicado conciliar as atividades.

4 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo faremos a análise das oficinas e o diálogo dos resultados obtidos com a literatura levantada ao longo do texto.

4.1 Transcrição do Primeiro Encontro

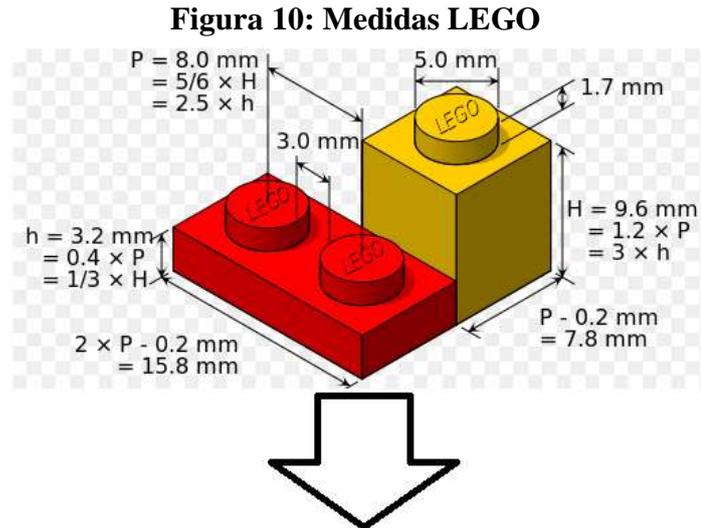
Esta oficina ocorreu no dia 27/08/2018 na sala 1 do prédio da Matemática com sete participantes do terceiro e segundo anos do Ensino Médio.

Um fato importante para a análise desta primeira oficina é que, por motivos técnicos, a gravação de vídeo começou depois de vários minutos de oficina e, portanto, perdemos parte do conteúdo para análise posterior. Porém, através do cruzamento de dados entre o gravador de áudio e as anotações do pesquisador, conseguimos minimizar as perdas. Este tipo de problema evidencia a pesquisa qualitativa da qual sabemos que, ao se utilizar tecnologias digitais em sala de aula, devemos sempre munirmos de um plano B.

Iniciamos a oficina através do contrato pedagógico com os participantes onde foi discutido, conjuntamente, as propostas das oficinas e da pesquisa. Introduzimos rapidamente o conceito de Resolução de Problemas, explicando as formas como trabalharíamos. Não nos detivemos, neste tópico, por mais de dois minutos, pois os participantes são oriundos de um projeto anterior onde o tema já havia sido discutido. Depois deste momento, foi abordado o conceito de Robótica Educacional e a forma de se trabalhar por meio dela. Essa discussão teve início com a pergunta: O que é robótica? O que é Robô?

Os participantes não souberam responder, o que foi prontamente esclarecido definindo Robótica e introduzindo a ferramenta que seria utilizada nas oficinas de Robótica. Neste momento, mostramos todo o conjunto de peças LEGO dos Kits Lego *Mindstorm*, ferramenta que seria utilizada nas oficinas, definindo os nomes de cada peça para facilitar o trabalho e apresentando as ferramentas de suporte nas montagens.

Aqui ainda foi feita discussão sobre a unidade de medida Lego que usa os pinos presentes em cima das peças como marcadores de unidade, como mostra a figura 11.



Adaptada de: (QUORA, 1998).

Após o Contrato pedagógico firmado, foi indagado aos educandos o que estes gostariam de montar, pois para Ferro e Paixão (2017), para o Construcionismo, o educando deve construir algo dotado de significado pessoal. Em primeiro momento, surgiram duas propostas:

- Grupo 1: Participantes B, C e D (construção de um modelo de carro);
- Grupo 2: Participantes A, F e G (construção de um modelo de Robô humanoide⁴¹);

Os participantes sentaram compondo uma única mesa, com a disposição das peças no centro, como mostra a figura 12:

Figura 12: Primeiras Construções



Fonte: Imagem do pesquisador.

Na figura, podemos ver os participantes construindo coletivamente ou não, conforme acreditavam ser melhor para si, pois nossa intenção foi de criar um ambiente onde o trabalho

⁴¹ Robô que simula funções humanas.

coletivo surgiria naturalmente, já que, de acordo com Stroeymeyte (2015), a Robótica Educacional tem a capacidade de resgatar o trabalho coletivo.

Destacamos que não somente nesta oficina, mas sempre que necessário, adotamos frentes de análise de estudos definidas pelas atividades de cada um dos grupos e suas montagens. Iniciaremos, conforme ordem numérica, com o grupo 1 e, posteriormente, analisaremos o grupo 2.

4.1.1 Grupo 1: Construção de um modelo de carro

A aluna C, pertencente ao grupo 1, iniciou a manipulação dos objetos robóticos sem apresentar, necessariamente, o desenvolvimento do que seria um projeto de um carro. Assim, dedicou-se a encaixar blocos em cima uns dos outros e acrescentando detalhes que pareciam não fazer sentido. Contudo, nos limitamos a observar seus movimentos, pois propiciar meios para que os alunos compreendam sua autonomia através de um processo de desenvolver estratégias de enfrentamento e de ampliar sua capacidade de comunicação é dever de todo educado previsto nos PCN (BRASIL, 2000).

Passados aproximados quinze minutos, a participante citada acima apareceu com um grupo de blocos encaixados, mostrando aos colegas o que seria para a autora um prédio. A partir de seu diálogo com a turma, todos buscaram trazer alguma espécie de comentário crítico, com brincadeiras e outros tipos de observações. As participantes B e D perguntaram sobre um estranho complemento azul no suposto terraço do prédio construído pela participante C, o que foi prontamente respondido pela aluna C que disse ser uma espécie de piscina e *playground*⁴² no terraço.

Podemos compreender uma associação cognitiva entre um prédio e as formas assumidas pela sua construção e, que mediante explicação, foram compreendidos por toda a turma, mesmo através de críticas. Compreendemos, assim, a forte influência do contexto social embutido neste trabalho, por meio do qual só é possível a associação dos sólidos com um prédio para aqueles que conhecem um prédio, evidenciando que a construção, através da Robótica, pode objetivar o novo ou imitar o existente através de assimilações mental. Vygotsky (2001) compreende, através do conceito de ZDP, que ao agir socialmente acontece a aprendizagem. Portanto,

⁴² Local destinado à recreação infantil, dotado de aparelhos e instrumentos para brinquedo e ginástica. (SIGNIFICADOS, 2018).

aperfeiçoando signos, que são instrumentos mentais, para a utilização generalizada para situações que deles necessitem. Podemos observar a construção da aluna na figura 13.

Figura 13: Prédio Construído pela Participante C



Fonte: Imagem do pesquisador.

Observamos, na figura 13, o interesse por todos em analisar e dialogar acerca da construção da aluna C. A aluna colocou um boneco, acima do prédio. Campos (2008) compreende que no Construcionismo projetar nossas ideias ao ambiente externo por meio de construção de algo é necessário para a aprendizagem. Já Pereira (2016) aponta para o lúdico do estudante que tem a possibilidade de imitação do real. Paralelamente, as alunas B e D construíram o modelo de carro proposto pelo grupo, com certa dificuldade de início, chegando a pedir por mediação, ao que foram atendidas. Romanatto (2012) salienta que o professor deve sempre estar disposto a orientar e acompanhar os estudantes na busca pela solução.

Portanto, foi proposto, como forma de organizar o pensamento, começar pelas partes inferiores do modelo e tentar construir depois por cima. Então, as alunas buscaram por rodas nas diversas opções. Quando questionadas a respeito de qual roda utilizariam, tinham dúvidas, mas a participante F que se encontrava em outro grupo, explicou que o conceito Físico de superfície de contato diz que quanto maior a superfície de contato do pneu maior o atrito, porém menor a pressão exercida no solo, assim deveria ser escolhido um modelo que atendesse as necessidades que as participantes se propusessem. Esta foi a primeira aproximação com conceitos de conteúdos aprendidos previamente em sala de aula. Deste debate emergiram discussões matemáticas a respeito da largura do pneu e qual a necessidade real do carrinho para esta largura. Optaram por pneus médios, tanto em largura quanto em comprimento. Depois de escolhidos os pneus, as dificuldades retornaram e a participante B indagou:

B: Em que ligaremos os pneus?

Neste momento foi necessária intervenção do professor, pois as participantes não detinham de conhecimentos prévios para a continuação da construção devido à falta de experiência e solicitaram por ajuda. Esse caso nos remete às ideias de Milani (2011) que adverte sobre, na Resolução de Problemas, a necessidade da compreensão do problema pelo aluno. Esta também se configura a primeira etapa da resolução de um problema adaptada de Onuchic e Allevato (2011), na qual o estudante deve compreender o problema gerador, que neste caso trata-se de um problema primariamente construído pelas participantes da pesquisa, mas que acarreta na constituição de outros problemas secundários que não eram de conhecimento dos participantes quando escolheram o problema gerador.

Para mediação, embora através de linguagem cotidiana e sem inicialmente preocupação com o formalismo matemático, propusemos o conceito de barras paralelas, pois as vigas deveriam ser paralelas para que o modelo assumisse o formato de um retângulo quando olhado de cima. Inicialmente, as participantes compreenderam simetria como um atributo meramente estético.

A aluna C, ao terminar o prédio, dedicou-se na construção de um modelo de carro diferente das colegas de grupo, pois esta queria utilizar as esteiras disponíveis, na intenção de construir uma espécie de trator. Esta aluna, ao encontrar dificuldade no início da montagem das esteiras devido à solidez necessária a este tipo de construção, identificou a necessidade de, primeiro, obter simetria das vigas para facilitar a montagem, pois quando não trabalhamos com o conceito de simetria, a cada nova mudança no projeto torna-se mais difícil a montagem. A segunda descoberta foi o de segurança quanto à sustentação do carro, pois as peças soltavam muito e, por este ser um inconveniente retardo na montagem, a aluna preocupou-se em dar segurança a todas as peças colocadas com travas. Compreendemos que esta participante demonstrou resistência ao trabalho em equipe, contudo, através de nossos estudos sobre Vygotsky (1991), acreditamos que a participante precisava encontrar motivos para integrar a aprendizagem social, pois à medida que as discussões coletivas surgissem, a participante compreender-se-ia como parte do grupo e, portanto, da pesquisa coletiva.

Ainda sobre o conceito de simetria, expandimos aos demais participantes as conclusões da aluna C, na tentativa de instigá-la à interação e também para facilitar o trabalho de todos. Das discussões surgiu que a simetria é necessária e não meramente estética, para a organização do pensamento e da linha de montagem. Para que a simetria ocorra, é necessário que as vigas formem, entre si, um sistema de dois segmentos de retas paralelas, no caso do modelo de carro. O participante F destacou, também, a questão de que:

F: Se o carro tiver mais peso de um lado ele vai andar de lado.

Nesta frase surge contextualmente o conceito de Força, um dos assuntos pedidos pelos participantes, através da Força Peso⁴³. Como um dos assuntos principais surgiu espontaneamente, ampliamos a discussão com os participantes para que estes acrescentassem este conceito a seus trabalhos. Ainda destacamos a importância da força Peso nas partes da frente e de trás do carro, quando temos a presença de um modelo com motor, devido a questões como aderência e tração. É perceptível o interesse do participante F nas construções do grupo 1. A situação relatada nos remete à ideia de Campos (2008) que compreende que através do Construcionismo, quando estudantes comunicam suas experiências de montagem, aprendem com seus colegas ferramentas para a própria montagem.

O problema da simetria atingiu a construção do modelo de carro das alunas B e D em um segundo momento, pois, embora já cientes da questão da simetria, por encontrarem problemas na adequação de peças, negligenciaram o assunto. Devido aos efeitos causados por essa negligência e a dificuldade em seguir na montagem, perceberam que a utilização de um instrumento de medida seria muito útil, pois eliminaria a necessidade de se comparar peças para equidade ou proporção, já que, através da medição, poderiam fazer cálculos e chegar aos resultados de maneira mais rápida. Então, adotaram o método LEGO de medidas exposto no início desta seção.

A aluna C completou seu trabalho independente com maior simplicidade. Foi, então, sugerido ao grupo que colocassem motor nos modelos que estavam construindo.

Depois, houve uma breve explicação sobre como o motor funciona e como deveria ser colocado, além dos tipos de motores existentes no material. As alunas demonstraram insatisfação com o fato de terem que desmontar parcialmente seu trabalho para acrescentar o motor, mas atenderam e, com certa agilidade, fizeram a adaptação. Note, na figura 14, o momento do término da adaptação do motor.

⁴³ O Peso de um corpo é a força com que a Terra o atrai, podendo ser variável, quando a gravidade variar, ou seja, quando não estamos nas proximidades da Terra. (SÓ FÍSICA, 2018).

Figura 14: Primeiro Modelo de Carro



Fonte: Imagem do pesquisador.

Destacamos a sintonia das participantes B e D na construção de seu modelo, trabalhando juntas e divertindo-se no processo. Sua construção foi complexa e merece destaque no primeiro encontro, devido à quantidade de conceitos que eram assimilados quando surgiam. Dentre esses conceitos, podemos destacar: noções de ângulos, medidas, localização espacial, proporção etc.

As participantes B e C preocuparam-se em compreender a natureza do problema e, sem perder seu foco na arte (beleza), conseguiram efetivar as soluções para problemas que surgiram ou poderiam surgir. O método ZOOM (2013) aponta para a necessidade do trabalho em equipe explorando a criatividade e propondo experiências. Neste método, a imaginação ganha foco central.

Embora em menor escala, a participante C conseguiu atender a uma gama de problemas através de seu projeto, que se mostrou o mais sólido possível. Isso permite inferir que a participante compreendeu o conceito de simetria e segurança completamente. Contudo, nas palavras dela, estava “engambiarrando”⁴⁴, mesmo indicando, ao contrário, zelo e preocupação, portanto, com a estética sacrificada ao tornar o projeto seguro.

O modelo das alunas B e D foi finalizado. Entretanto, seria necessário ligá-lo em alguma fonte de energia. O professor destacou que a única energia que poderiam utilizar seria a do próprio corpo (cinética). Então, propôs ligar um motor no outro através de um fio. Isto por que, devido ao conteúdo de energia estar presente na proposta dos participantes, foi pertinente a intervenção iniciar a discussão através desta forma de energia e as maneiras de transformá-la.

O participante F lembrou-se que uma energia poderia ser convertida em outra e que aquele provavelmente seria o caso. Foi feita uma manivela em um motor e o outro estava preso

⁴⁴ Solução improvisada para resolver um problema ou para remediar uma situação de emergência; remendo. (DICIO, 2018).

ao carro, ambos ligados por fios. Quando os participantes moveram a manivela, tiveram a surpresa de observarem seu carro andar. Queriam tirar fotos e ficaram bastante satisfeitos em verem o seu constructo em funcionamento. A seguir, o diálogo das participantes quanto à euforia apresentada:

B: Estou me sentindo uma Engenheira!

D: Da Fiat!

Porém, reclamaram sobre o carrinho mover devagar. Neste momento, foi destacado grande problema em se utilizar o motor à manivela. O professor, para mediar as discussões, perguntou sobre o tamanho do raio da roda e o comprimento da roda com relação à manivela. Os participantes testaram rodas e manivelas de raio e larguras diferentes e concluíram que o tamanho do raio da circunferência, na prática, implicaria situações como aquela. O citado está em consonância com os dizeres de Welfer e Bonete (2010), quando acreditam que a Matemática deve ser contextualizada e que através da Resolução de Problemas os alunos encontram significado em suas produções.

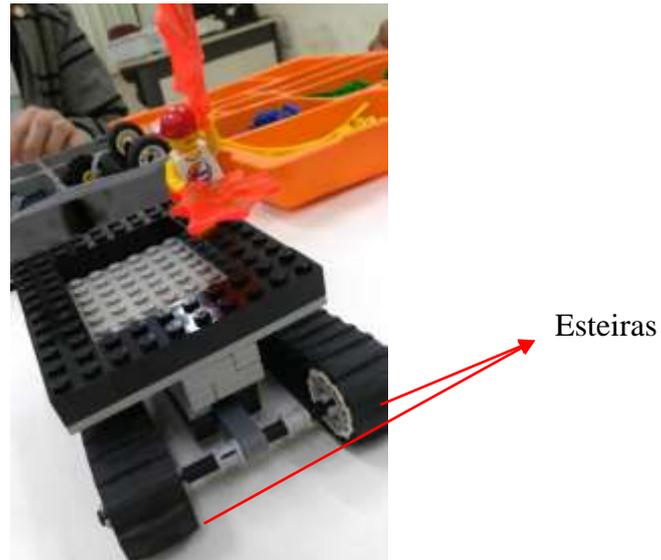
O produto final deste grupo para a oficina 1 contou, então, com dois carros. O primeiro, produzido pelas alunas B e D, teve um retângulo como chassi e respeitou suas dimensões por toda montagem. Observaram que o lado menor do retângulo deveria ser pouco menor que o eixo da roda. Mediram duas unidades de medida LEGO, que correspondem a 1,56 cm, para o encaixe da roda, contudo, esta era a distância exata para colocar a roda, que acabou encostando nas hastes do chassi. Este problema foi apontado pelos participantes e deveria ser corrigido na próxima oficina. A altura do carro foi pensada a fim de tampar a estrutura do motor e, ao mesmo tempo, não pesar muito. As alunas que construíram o carro chamaram a atenção quando uma disse à outra, evidenciando uma satisfação de dever cumprido e de capacidade, enquanto tiravam fotos do seu trabalho:

B: Que evolução hein? (Começaram a rir).

D: Quem esperava isso de nós?

A esse respeito, Polya (1977) já dizia a seu tempo que quando alguém vivencia o triunfo da resolução de um problema, gera gosto pelo trabalho mental e experimenta a euforia de desafiar a curiosidade. O modelo construído pela aluna C respeitou a estrutura do chassi de maneira análoga. Em vez de rodas, foram utilizadas esteiras e caracterizou-se por ser a produção mais firme, visto que tudo estava protegido por mecanismos próprios para este fim. Segue, na figura 15, o modelo final construído pela participante C:

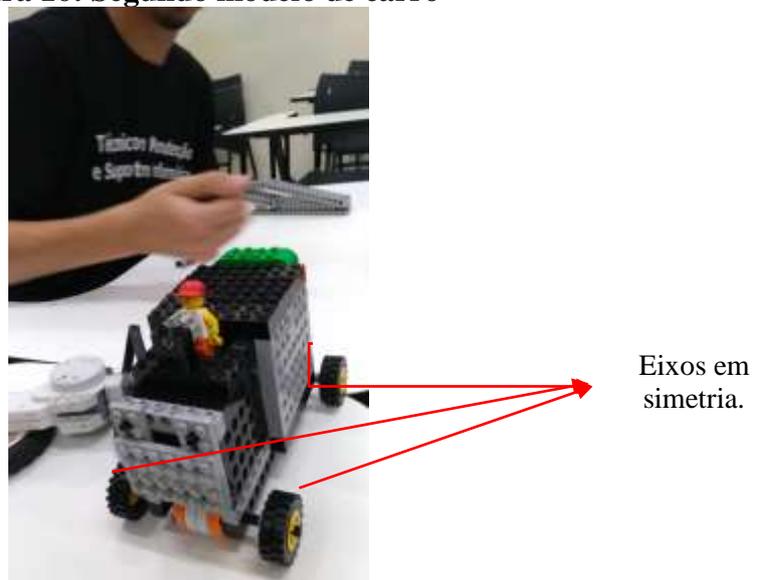
Figura 15: Modelo de Carro com Esteira



Fonte: Imagem do pesquisador.

Observe a estrutura de esteira colocada pela participante C. Para construção dos eixos, compreendeu como focos de uma elipse e os distanciou para que tomassem a forma elíptica, pois caso não adotasse essa estrutura, as esteiras ficariam frouxas e soltariam. O conteúdo de elipse não havia sido previsto na oficina zero, mas foi necessário para a construção da participante C, evidenciando o que apontam Onuchic e Allevato (2011), que consideram o surgimento secundário de problemas e a possibilidade de resolvê-los com outros conteúdos da Matemática. Por sua vez, com relação à obra das alunas B e D, observamos, na figura abaixo, a construção de uma estrutura sólida, com simetrias respeitadas e motor a manivela.

Figura 16: Segundo modelo de carro



Fonte: Imagem do pesquisador.

A construção evidencia que as alunas construíram estruturas com agilidade e originalidade, demonstrando uma sólida compreensão sobre o proposto.

4.1.2 Grupo 2: Construção de um modelo de robô humanoide

Os participantes do grupo 2 produziram, durante esta oficina, praticamente de formas isoladas. A aluna 1 buscou construir um modelo que possuísse fisionomia de um humano; já o participante F deteve-se em dois momentos: a construção de um quadrilátero móvel, quanto aos ângulos, e a observação de um modelo de cintura que, por descuido nosso, encontrava-se montado no meio do Kit de montagem. O participante G dedicou-se à construção do modelo humanoide. Compreendemos que cada participante poderia construir o que quisesse da forma que quisesse e, neste primeiro momento, a intenção era a de familiarizá-los com a montagem através da LEGO. Portanto, não agiam de forma errônea, apenas optaram por trabalhar individualmente.

O participante F dedicou-se a montar, através de hastes, um quadrilátero que foi ligado por pinos, dando mobilidade aos ângulos. Perceba a construção nas mãos do estudante como mostra a figura 17.

Figura 17: Manipulação do Quadrilátero do Participante F

Construção no
formato de
Losango.



Fonte: Imagem do pesquisador.

Ao manusear seu constructo, o participante F pode ver a ocorrência de propriedades dos quadriláteros, conteúdo presente em parte dos livros didáticos do sexto ano. Quando

questionado sobre o que estaria montando, respondeu que tratava-se de uma ponte, mas estava encontrando dificuldades em prosseguir. Ao término de suas observações, interessou-se, como supracitado, pelo modelo de cintura humanoide que encontrava-se no meio das peças avulsamente. Tratava-se de parte de um projeto anterior a esta pesquisa e que não deveria encontrar-se ainda montado.

Figura 18: Observações do Participante F



Fonte: Imagem do pesquisador.

Neste momento da oficina, o participante F questionou sobre porque uma engrenagem movia-se tão rápido e a outra conectada, devagar.

Então, o professor o convidou a segurar a engrenagem menor na tentativa de pará-la enquanto girava a maior. O participante surpreendeu-se por não conseguir parar a engrenagem pequena completamente, percebendo a facilidade de se girar a maior. Observamos a aprendizagem de algo que os participantes já conheciam do estudo de engrenagens e polias presente na Física, mas por não estarem familiarizados, cotidianamente, não conseguiam abstrair a informação na prática. Este conteúdo faz referência ao estudo de circunferências na Matemática, pois devemos observar a importância na compreensão da implicação do tamanho do raio de cada circunferência. A este respeito, percebemos o que foi apontado por Papert (1986), quando compreende a dimensão sintônica⁴⁵ inerente ao trabalho construcionista e que fortalece a relação entre o aprendiz e a pesquisa, possibilitando uma real aprendizagem.

⁴⁵ É para Papert a dimensão que prevê a construção de projetos contextualizados e em sintonia com o que o aprendiz considera importante.

O participante G, por não acreditar que seu trabalho tivesse ficado bom, desmanchou-o antes que nós pudéssemos descrevê-lo. Assim, embora saibamos que se tratava um humanoide, não conseguimos descrevê-lo.

Outra participante deste grupo é a integrante A, que depois de terminado seu modelo de humanoide, trouxe o diálogo:

A: Como faço para fazê-lo andar? (Sobre seu modelo humanoide).

Professor: Andar? Deste jeito não dá, pois estas pernas são rígidas. (Falta de articuladores).

A: Como faço para colocar?

Professor: Só se você colocar uma roda agora. (Criando uma possibilidade).

Deste diálogo, percebemos a dificuldade de os participantes em analisar logicamente estruturas que são impossíveis de movimentar. Papert (1986) alertou sobre a falta de contextualização advinda do ensino tradicional, pois podemos entender como exemplos de articuladores das pernas joelhos, calcanhares etc. Sugerimos a proposta de solução de colocar rodas. A aluna A não gostou do sugerido, pois queria simular pernas. Podemos, a partir disso, inferir que este grupo não conseguiu atender às próprias expectativas. A participante A, embora tenha conseguido criar o pretendido, não avançou na construção de pernas que possibilitassem movimento. O participante F não conseguiu criar sua ponte, mantendo-se na construção do quadrilátero que, ao final da aula, contava com engrenagens, mas que não conseguiam fazer nenhum movimento automatizado. Já o participante G deteve-se na construção do humanoide que foi desconstruído antes da análise final e, depois deste, dedicou-se à procura pela forma de se conseguir construir pernas móveis interessando-se pelo assunto dialogado com a aluna A.

O professor mediador se propôs a trazer alguns exemplos nas próximas aulas, a fim de elucidar os participantes quanto à sua própria construção, preocupando-se com o que aponta Onuchic e Allevato (2011) sobre não permitir a desmotivação dos alunos através de problemas que não consigam resolver.

4.1.3 Discussão acerca dos resultados da primeira oficina

O primeiro contato dos educandos com as peças LEGO foi marcado pela empolgação e comprometimento com o trabalho. Porém, trabalhavam sozinhos. Apenas o grupo 1 conseguiu exemplos positivos de trabalho em equipe, como contextualiza a figura 19.

Figura 19: Momento de Discussão Coletiva



Fonte: Imagem do pesquisador.

Muitas foram as dúvidas sobre quais peças usar ao longo da atividade. A autonomia dos educandos esbarrou em um ponto fundamental: a experiência com o material. Perguntavam o tempo todo e, a cada avanço, sentiam necessidade de mostrar aos demais participantes os feitos. As conversas paralelas não atrapalharam o rendimento da aula e não foi necessário chamar a atenção dos participantes em nenhum momento da oficina, pois todas as conversas foram sobre as montagens. O uso do celular foi permitido por configurar importante ferramenta de pesquisa. Nesse sentido, foi observada utilização adequada dos celulares.

Quando os participantes foram avisados de que a aula estaria acabando, estranharam, pois não parecia que tinha passado tanto tempo. E quando foi pedido para guardarem o material, não queriam guardá-lo. Enquanto os educandos guardavam as peças, foi feita introdução da próxima aula onde seriam convidados a melhorar seus projetos. O professor ficou com a tarefa de trazer modelos aos participantes que demonstraram dificuldade na construção do robô.

4.2 Transcrição do Segundo Encontro

Esta oficina ocorreu no dia 29/08/2018, na sala 5 do prédio da Licenciatura em Matemática do IFMG/SJE, com sete participantes.

Para o segundo encontro, os participantes já se encontravam familiarizados, introdutoriamente, com as ferramentas robóticas que utilizariam na aprendizagem. Assim, focamos nos conteúdos matemáticos e físicos que foram definidos na oficina zero através da perspectiva de maior interação com os educandos, concordando com Vygotsky (1991) a respeito das formas de como a mediação deve ocorrer. Esta oficina teve, como problema

gerador, o aperfeiçoamento das construções ocorridas na primeira oficina. Destacamos a frequência de todos os sete pesquisados para esta oficina.

Iniciamos a oficina discutindo os princípios de força peso, necessários à construção do modelo de carro e do modelo de humanoide, visto que estes assuntos foram levantados na primeira oficina, mas não foram definidos. Aos participantes foi dada a oportunidade de recorrerem ao telefone celular para encontrar projetos modelos e/ou informações sobre técnicas e conhecimentos necessários à evolução do projeto, como mostra a figura 20, abaixo.

Figura 20: Pesquisa sobre os modelos a Internet



Fonte: Imagem do pesquisador.

Ao interagirem com a Internet, os participantes encontraram projetos que se assemelhavam aos seus e começaram a fazer conexões entre as peças que conheciam e as peças presentes nesses trabalhos a fim de encontrarem meios de produzirem suas próprias construções. Encontramos em Papert (1980) afirmações, quando diz que, ao interagir com as construções de outros participantes, estes aperfeiçoam suas ideias e a forma de interagir com suas novas construções.

Durante aproximados 20 minutos, os participantes pesquisaram, conjecturaram e dialogaram dentro de seus grupos. Nesta oficina, passamos a integrar a aluna E como pertencente ao grupo 2 devido à decisão discutida na última oficina, ficando, portanto, a seguinte organização:

- Grupo 1: Aluna B, Aluna C e Aluna D (Construção de um modelo de carro);
- Grupo 2: Aluna A, Aluna E, Participante F e Participante G (reformulação de um modelo humanoide).

Faremos a análise a partir da perspectiva de cada grupo de maneira cronológica.

4.2.1 Grupo 1: Construção de um modelo de carro

As participantes deste grupo dispunham de dois modelos pré-montados provenientes da oficina 1 e foi proposto o aperfeiçoamento de seu trabalho. Contudo, em um primeiro momento, decidiram por duas escolhas importantes, ainda na fase de resolução do problema, respeitando as etapas propostas através do estudo de Onuchic e Allevato (2011), sendo estas: trabalhar na construção de um único modelo, descartando o outro; descartar os dois modelos e recomeçar a construção através dos novos conhecimentos adquiridos na consulta a Internet e a experiência proveniente da primeira oficina. Observamos um avanço no que a ZOOM (2013) acredita ser a competência do aprender a agir, pois o grupo, democraticamente, chegou a um acordo que não prejudicasse nenhuma das partes de forma desproporcional.

Compreendemos que ambas as escolhas foram difíceis de serem tomadas, pois os membros do grupo não queriam desfazer seu produto. Porém, era necessário lidar com um problema secundário: a escassez de peças. A proposta de unificação dos participantes deste grupo em um único projeto partiu deles e possibilitou uma transformação na forma como o projeto começou a se desenvolver. Juntando a solidez e respeito às simetrias, características da participante C, com o caráter artístico e o respeito às dimensões de formas espaciais das participantes B e D, o projeto começou a atingir um novo patamar no que condiz com sofisticação e teoria.

As participantes fizeram longo debate acerca do tamanho da base, pois respeitaram, através da base, o espaço de um paralelepípedo como limitador da construção de seu modelo. Tratava-se de uma tentativa de organizar as ideias em torno de um tamanho ideal que compreendesse a escassez de peças sem prejuízo de seu constructo, como mostra a figura 21:

Figura 21: Planejamento do Grupo 1



Fonte: Imagem do pesquisador.

Percebemos, na figura 21, que as alunas buscaram por uma discussão com participação de todas do grupo, por meio do diálogo e da democracia na tomada de decisões. As participantes resolveram desenhar o carro antes de construí-lo, o que pode ser identificado como a preocupação em planejar, proveniente de suas experiências anteriores, compreendendo suas discussões, a mediação do professor e aproveitando as orientações e discussões do outro grupo.

Na verdade, o Grupo 1, nesta oficina, mostrou-se muito interessado nas discussões dentro do grupo dois, no sentido de compreensões, que, de alguma forma, poderiam interferir em seu próprio projeto. A participante C encontrou um projeto na internet de caixa de marcha contendo duas marchas, contudo, dizia que este modelo era feio. Foi feita a discussão sobre personalização de um projeto à sua maneira, já que uma construção só termina quando seu construtor decide. Foi observado, também, que todas as alegorias acima do carro configuram-se como peso e que isso deveria ser respeitado. Um fator que deveria ainda ser levado em consideração era a busca da aprendizagem no outro, quando as participantes encontraram e analisaram modelos na Internet. Trata-se da plasticidade indicada por Vygotsky, mas neste trabalho, verificada a partir da concepção de Bessa (2008), que acredita no potencial cerebral de mudança por interferência externa, quando referimo-nos às obras da teoria Socio-histórico-cultural.

Preocupadas com a decisão de tentarem construir uma caixa de marchas ou não, as participantes deste grupo optaram por iniciar uma pesquisa sobre engrenagens necessárias à construção da caixa de marchas mecânica. Encontraram mais projetos montados e fórmulas úteis para prosseguir. A concepção de circunferências e suas propriedades está presente neste conteúdo de forma acentuada que utiliza essas propriedades para calcular o giro dependendo das dimensões.

Depois de pesquisarem e através de uma discussão mediada, concluíram que uma roda de diâmetro maior contribuiria para a velocidade por causa do seu raio; já uma roda menor garantiria força suficiente para a movimentação do carro. Estas observações respeitaram conceitos físicos de velocidade angular⁴⁶ e força de atrito estático e cinético⁴⁷. As participantes verificaram, por experiência, que uma roda maior percorre uma distância mais rapidamente. O planejamento deste grupo demorou cerca de uma hora, entre discussões, análise de conceitos,

⁴⁶ Velocidade angular é uma grandeza que mede a rapidez com que é feito um percurso em sentido circular. Ela é representada pela letra grega ômega minúscula (ω). (TODA MATÉRIA, 2017)

⁴⁷ Dado um corpo em contato com uma superfície e sofrendo uma força F. As forças de atrito são forças contrárias ao movimento. Existem dois tipos de atrito estático e cinético. Quando existe força atuando em um corpo, mas ele não se move, o atrito é denominado estático, quando existe força atuando num corpo e ele se move, o atrito é denominado cinético. (RIBEIRO, 2018).

preocupação estética, preocupação geométrica e esboço no papel e quando as alunas decidiram por iniciar a construção da base, ainda optaram por colocar as peças em posição, porém, sem o encaixe, como mostra a figura 22:

Figura 22: Esboço do chassi



Fonte: Imagem do pesquisador.

Observamos, no centro, o início da montagem do grupo 1. Atentamos ao cuidado na localização do motor (peça branca e laranja) entre as vigas (pretas) que seriam responsáveis pela sustentação do carro. Encontramos certo rigor de montagem neste grupo, preocupando-se com a minimização de falhas depois que a estrutura estivesse montada.

4.2.2 Grupo 2: Construção de um modelo de humanoide

O grupo 2 teve dificuldades em encontrar projetos na internet que adequassem ao proposto, e não conseguiam desenvolver a construção das pernas do robô. Podemos observar, na figura 23, uma discussão acerca de modelos da Internet.

Figura 23: Discussões acerca das dimensões do Robô



Fonte: Imagem do pesquisador.

Notamos um protótipo de robô pesquisado por uma integrante do grupo 2 através do celular, enquanto falava sobre a impressão dela a respeito de como fazer as pernas. Na verdade, essa foi a discussão principal deste grupo na oficina 2: como faremos o robô andar?

G: Mas como é que vou fazer andar? Tipo quando ele levanta uma (perna), ele não tem que meio tombar para frente para andar? (Fez movimentos com a mão que indicavam o movimento de andar). O participante referia-se ao movimento criado pelas articulações dos pés.

Professor: Na verdade, é por uma espécie de arraste, nós não temos a força de atrito?

G: Sim!

O professor virou-se para o quadro para exemplificar o movimento de andar.

Professor: Temos um robzinho aqui. Estas são as pernas do robô e ele está em uma superfície, quando o robô levanta a perna.

G: Aham!

Professor: Essa perna é impulsionada para trás pelo motor (Referindo-se à perna que não foi levantada). Se este robô tiver um peso suficiente para fixar esta perna no chão, esta impulsão para frente vai fazer com que ele, tipo, tombe. É como nós andamos. Nós andamos como? Na hora que eu levanto esta perna (Referindo-se à própria perna), a outra perna me empurra. A outra perna que me tomba.

G: A outra perna?

Professor: isso.

E: A de trás que te tomba.

Professor: Esta que me tomba (Referindo-se à perna em contato com o chão), eu não consigo me tombar com esta outra (Referindo-se à perna suspensa no momento de andar). Quando eu faço força para trás... Já viram reação?

G e E: Já.

Professor: A reação me joga para frente.

Neste momento, demonstrou-se uma tentativa de compreensão acerca do movimento das pernas. Os participantes já haviam estudado o conteúdo de força de atrito na escola, mas quando levado para a prática não conseguiam entender qual pé fazia a força. Alguns minutos depois, o mesmo participante que iniciou as discussões retomou o assunto:

G: Este Robô vai ser muito difícil para nós. Como que é! Enquanto uma perna vai para a frente a outra vai para trás?

Professor: Observe as engrenagens em sua mão... (Pausa para interação do participante) Uma vai para cima e a outra para baixo não é? Quando uma perna vai para cima a outra impulsiona o solo. Aí faz força e depois a outra faz força e por aí vai. (Indicando a alternância das pernas no ato de andar e a força que estas fazem no solo). Igual o nosso corpo.

G: Entendi. (Depois de uma pausa) Pensei que fosse de forma independente sabe? Primeiro levantava e a outra ficava estática sabe? Sem fazer nada.

Professor: Até tem como fazer as pernas independentes, mas você não anda de maneira independente. Se eu fizer uma perna independente da outra, a Inteligência Artificial utilizada vai fazer o mesmo processo das pernas dependentes. O nosso corpo faz esse processo. Você só anda por isso, se não, você não anda. É um processo dependente.

G: Vai precisar desta articulação? (Articulação do pé).

Professor: Esta articulação está no controle de equilíbrio, não necessariamente serve para andar, embora melhore o processo de andar significativamente. Sem ela você não corre, por exemplo, porque sem ela você andaria assim ó. (Movimentado com a articulação do pé travada). Um robô pode andar assim, não é? Agora o joelho e a articulação que liga a coxa na cintura, não dá não.

Os participantes, ainda não demonstrando avanço na construção do robô, foram sugeridos por nós a começarem pelo pé, surgindo outra situação-problema: Qual o tamanho do pé para sustentar o nosso robô? Foram sugeridos a correrem atrás, através dos celulares, sobre fórmulas que os ajudassem a escolher um tamanho de pé adequado. Assim surgiu o assunto de pressão.

Professor: Pressão é igual à força sobre área. Força neste caso é o peso.

F: O peso das peças?

Professor: É, o peso das peças.

F: Mas nós procuramos dimensões, eu me lembro disso em pressão hidrostática.

G: Massa sobre volume né? O problema é a densidade. Pressão é igual à massa vezes a densidade, vezes a gravidade, vezes a altura.

F: Mas vamos usar o volume? (Referindo-se à possibilidade de converter, mediante fórmula densidade em volume).

A: Mas isso aí é hidrostática (dentro da água).

Professor: É aquela fórmula que é usada na Química? É possível?

F: “Pô velho” tem aquela. (Referindo-se aos colegas).

E: PV é igual à NRT.

A: Não, esse aí é de gases ué.

G: É de gases mesmo.

F: São nesses assuntos mesmo, só não estamos achando.

Professor: Dá uma pesquisada aí (Referindo-se aos seus celulares).

Os participantes iniciaram, inesperadamente, uma discussão de revisão acerca de todo o conteúdo de pressão⁴⁸ na esperança de encontrarem alguma informação que possibilitasse manipulação matemática para criarem a fórmula necessária. Notamos que estas fórmulas físicas são construídas com ferramentas exclusivamente matemáticas, que são contextualizadas a alguma situação. Ao procurar por manipulações algébricas em fórmulas da Física, os estudantes aprendem tanto Física, quanto Matemática.

Destacamos as formas diversificadas que cada participante buscou para resolver o problema de dimensionamento do pé: O participante F buscou por identificar um valor para chamar de altura; já a participante E tentou criar um modelo de pé por achismo, para ter uma visão acerca do problema; o participante G buscava por analisar a Internet e as obras de seus colegas; e a participante A, calada por boa parte da oficina, pegou o caderno e começou a rascunhar uma tentativa de manipulação algébrica. Compreendemos que as experiências práticas dos estudantes devem ser levadas em conta, como aponta Vygotsky (1991), que diz que o aprendizado é construído nas relações sociais. Portanto, analisamos positivamente as construções de todos os participantes que, quando caminhassem para a fase da plenária adaptada de Onuchic e Allevato (2011), trariam riqueza a discussão através de inúmeros argumentos e maneiras de pensar. Analisaremos sua produção que será exposta a seguir:

⁴⁸ Mais informações acerca do conteúdo de Pressão nas próximas páginas.

Figura 24: Manipulações da Participante A

$$P: m \cdot g \quad 1,2928 \text{ Kg/m}^3$$

$$C = 12,7 \quad L = 7,9$$

$$\text{Fórmulas: } \frac{L}{A} = \frac{L \cdot h}{V} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{L}{K \cdot b \cdot P} \quad n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{L}{A} = \frac{L}{b \cdot P} \quad \frac{L}{A} = \frac{L \cdot h}{V} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{L}{h \cdot b \cdot l} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{L}{100,33 \cdot h \cdot 100,33}$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{h \cdot 100,33}{100,33} = h$$

$$P = d \cdot g \cdot h \rightarrow F = d \cdot g \cdot h \rightarrow \frac{m \cdot g}{A} = d \cdot g \cdot h \rightarrow \frac{m}{A} = d \cdot h \rightarrow$$

$$\frac{m}{A} = 1,2928 \cdot 9,8 \cdot 30 \rightarrow \frac{L}{A} = 380,0832$$

$$\frac{L}{A} = A \rightarrow A = \frac{L}{380,0832} \rightarrow A = 26,31 \text{ cm}^2$$

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a análise do exposto, entendemos que é necessária uma definição de quais conceitos físicos e matemáticos foram utilizados. Encontramos quatro conceitos de Física, e um de Matemática, sendo eles:

Teorema de Stevin:

Sendo um líquido qualquer em um recipiente qualquer, a diferença da pressão de dois pontos é dada por:

$$\Delta p = d g \Delta h$$

Onde: “d” significa densidade, “g” significa aceleração da gravidade, “h” significa altura, “p” significa pressão e Δ significa variação. Assim, compreendemos verbalmente esta fórmula como sendo: Variação de Pressão é igual à densidade vezes a gravidade vezes a variação de altura. Esta fórmula pode ser, genericamente, escrita como sendo: $p = d g h$, quando não ocorrer uma variação.

2ª Lei de Newton relacionada à força Peso:

$$P = m g$$

Onde: “P” significa força peso, “m” significa massa e “g” significa aceleração gravidade. Esta fórmula é uma utilização da 2ª lei de Newton: $F = ma$, onde “a” significa aceleração e “F” significa força. Para encontrar a força Peso “P”, é utilizada a aceleração da gravidade “g”.

Fórmula para calcular Pressão:

$$p = \frac{F}{s}$$

Onde: “p” significa pressão, “F” significa força e “s” significa superfície de contato.

Fórmula para calcular Densidade:

$$d = \frac{m}{V}$$

Onde: “d” significa densidade, “m” significa massa e “V” significa volume.

Fórmula de Volume do Paralelepípedo:

Sendo um Paralelepípedo de comprimento “a”; largura ”b” e altura “c”. Utilizando “V” para representarmos volume:

$$V = abc$$

Os participantes precisaram de intervenção para conceber a ideia de se utilizar a fórmula do paralelepípedo conhecida. Um ponto desta mediação foi a questão de interesse evidente, pois os participantes queriam terminar sua construção a partir das informações dialogadas. Decidiram por recorrer à fórmula do paralelepípedo, pois compreendiam que o robô cabia dentro de sólidos deste formato com prejuízo de espaço mínimo.

Para melhor compreensão, analisamos um trecho desse diálogo.

[...]

Professor: Se acharem um sólido que se assemelha ao formato do robô conseguem uma estimativa para seu volume.

G: Seria um retângulo?

Professor: Um retângulo não, porque agora estamos no espaço e ele é uma figura plana.

A: um cilindro?

Professor: Um cilindro, por exemplo... Quais mais poderiam ser utilizados?

E: Um paralelepípedo.

Professor: Um paralelepípedo também.

G: Eu dizia com relação ao pé. (Justificou-se sobre a escolha do retângulo).

Observamos que o participante G respondeu a figura espacial como sendo um retângulo, mas o que queria dizer era sobre a utilização prática da ferramenta, pois, ao pegar uma figura de duas dimensões e colocar a construção acima dela, conseguiríamos solucionar o problema.

Embora seu raciocínio não esteja errado, o participante não compreendeu completamente a necessidade da figura espacial, visto que a discussão teórica envolvia o assunto de volume e era necessária para a compreensão lógico-matemática sobre o que procuravam e que satisfaziam valores das fórmulas físicas levantadas na pesquisa. Podemos concluir que o participante compreendia o que seria uma figura espacial, mas possuía dificuldades com relação às nomenclaturas e definições formais.

Observemos a reflexão da participante A. Para ela, caso conseguisse achar o volume de um paralelepípedo que comportasse o robô resolveria o problema, pois este paralelepípedo possuiria área da base maior do que o robô dentro dele. Esta área serviria, portanto, de aproximação para o pé baseada na informação dada pelo professor de que o pé poderia ser maior do que o valor exato para resolver o problema, visto que qualquer área maior do que o necessário manteria o robô em pé. Assim estimou o volume de uma caixa onde, supostamente, caberia seu robô. Utilizou os valores que se encontram no canto superior direito de sua resolução. Adotando $100,33 \text{ cm}^2$ como área da base, ao escolher os valores de lado “ $C = 12,7$ ” e “ $L = 7,9$ ”, estas letras foram chamadas assim para expressar comprimento x largura. Referem-se a “a” e “b” na exposição acima da fórmula de volume do paralelepípedo.

Percebemos um equívoco da participante com estas estimativas, pois se o problema era justamente encontrar os valores para as dimensões do pé do robô (base do paralelepípedo) não poderia partir destas informações para resolução do problema através de manipulação. Este tipo de atitude demonstra que a participante compreendia as técnicas necessárias para resolver o problema, contudo, estava com dificuldades na sua interpretação. Zorzam (2007) destacou o saber-fazer Matemática, ou seja, a aprendizagem através da Resolução de Problemas corrobora para uma maior interpretação do problema por parte dos estudantes.

Sua resolução inicia-se com uma manipulação da fórmula de volume do paralelepípedo onde ela transforma:

$$V = clh \Rightarrow \frac{1}{cl} = \frac{h}{V}$$

Na qual “V” significa volume, “c” comprimento, “l” largura e “h” altura.

Notamos que, em sua resolução (FIGURA 25), cl já se encontra como “A”, para referir-se à área de contato com o solo, que representa o valor procurado pela participante, que é as medidas dos pés do robô.

Inicialmente, a participante parte para uma manipulação errada, ao substituir o valor de volume novamente pela fórmula de volume do paralelepípedo, como mostra a figura 25:

Figura 25: Primeiras linhas da manipulação

Handwritten work on lined paper showing the derivation of $h = \frac{V}{A}$ from the volume formula $V = clh$. The student starts with $V = l \cdot h$ and $A = l \cdot b \cdot c$, then rearranges to $l = \frac{V}{A}$ and finally $h = \frac{V}{A}$. There are some corrections and a final result of $h = 100,33$.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao encontrar um valor sem precedentes lógicos, já na linha de baixo, retorna ao início e tenta mais uma vez fazer a manipulação necessária. Nesta passagem, o ato de se verificar as soluções na aplicação direta nos pés do robô possibilita uma resposta imediata à solução da estudante que não precisou de nenhum auxílio para identificá-la como errada. Percebemos que a Robótica Educacional e a Resolução de Problemas, conjuntamente, criam espaços para tempos de resposta imediatos para satisfazer às necessidades dos alunos. Stroeymeyte (2015) diz que a Robótica Educacional leva a autonomia e o posicionamento crítico para a Resolução de Problemas. Observamos, ao analisar a figura 26, o momento em que o pesquisador analisa os erros de substituição na fórmula da aluna.

Figura 26: Correções sobre a manipulação da Participante A

Fonte: Imagem do pesquisador.

Novamente a Participante A comete o erro de substituição presente na primeira linha, encontrando $h=h$. Notadamente, a aluna não percebeu que, quando estipula valores para as dimensões do pé, ela já estipulou a resposta para o problema que procura. Assim, mesmo que perceba a existência do erro, não compreende que não pode partir destas informações.

Ao perceber seu erro, a participante, já na quarta linha, inicia, desta vez, estipulando uma massa limite de 1 kg e partindo do Teorema de Stevin⁴⁹, apesar de esta fórmula ser utilizada para fluidos. Como mostra a figura 27 a seguir.

Figura 27: Segunda parte da manipulação

$$\begin{array}{l}
 P = dgh \rightarrow F = dgh \rightarrow \frac{mg}{A} = dgh \rightarrow \frac{m}{A} = dh \rightarrow \\
 \\
 \frac{mg}{A} = 1 = 1,2928 \cdot 9,8 \cdot 30 \rightarrow \frac{1}{A} = 380,0832
 \end{array}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

A aluna sabia desta informação, porém, ao ser questionada pelo participante F, disse que queria ver se encontrava um valor lógico que, pelo menos, aproximava-se do problema. Para ela, a fórmula utilizada para os casos de objetos no solo deveria ser parecida com a fórmula para fluidos e encontraria um valor aproximado.

⁴⁹ A diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos. (SÓ FÍSICA, 2018).

Na primeira linha de raciocínio mostrada na figura 28, a participante utilizou o valor “30” para h , ao considerar o trabalho do participante F, que acreditava que 30 cm seria o ideal para o tamanho do robô. Contudo, a aluna volta a utilizar a gravidade em suas contas, evidenciada por “9,8”, aproximação para a aceleração da gravidade. Além disso, encontrou o valor de $1,2928 \text{ kg/m}^3$ para a densidade por formas que não foram esclarecidas na resolução:

Figura 28: Terceira parte da manipulação

The image shows handwritten mathematical work on lined paper. The first line contains the equation $l = 1,2928 \cdot 9,8 \cdot 30 \rightarrow l = 380,0832$. The second line contains the equation $l = A \rightarrow A = \cancel{26,3} 0,26 \rightarrow A = 26,31 \text{ cm}^2$. The value 380,0832 is written below the second line.

Fonte: Dados da pesquisa.

Deduzimos que ela voltou a utilizar os valores da primeira tentativa diretamente na fórmula de densidade. Ao término de sua resolução, temos que seu robô deveria ter área dos pés de $26,31 \text{ cm}^2$. Ainda acerca de sua resolução encontramos, na mesma página, uma proposta para um sistema da forma $a \times b = 26,31 \text{ cm}^2$. Percebemos que se trata de um sistema de n soluções, o qual deveria ser utilizado um conjunto uma solução que atendesse a perspectiva lógica da aluna, pois os pés não poderiam ser finos demais, nem grossos demais, ou, ainda, compridos demais, nem pequenos quanto ao comprimento. Sua solução foi de $6,8 \text{ cm} \times 5,6 \text{ cm}$, o que não condiz com a resolução correta de seu exercício, pois, para esta multiplicação, a solução é $38,08 \text{ cm}^2$, valor presente na resolução na linha anterior, mas não como solução. Inferimos, assim, que, provavelmente, se confundiu ao fazer cálculos.

Compreendemos que a aluna possuía dificuldades em analisar os próprios registros e, através disso, não conseguiu estruturar o pensamento logicamente. Entretanto, percebemos que sua intenção ao resolver o problema demonstra qualidade quando levantou possibilidades diferentes dos demais, mas teve dificuldades em executar as ferramentas necessárias para a obtenção da solução.

Enquanto a participante A desenvolvia seu raciocínio, alguns participantes de seu grupo tentavam por ferramentas mais visuais. Como podemos perceber, dois participantes: E e F; tentando por caminhos diferentes na figura 29.

Figura 29: Discussões sobre o tamanho do robô humanoide



Fonte: Imagem do pesquisador.

Note o participante ao centro procurando por abstração a partir de sua visão acerca do tamanho que considerava ideal para o robô, compreendendo a escassez de peças. Este tamanho de duas vigas de 16 pinos foi mantido para aproximação do tamanho do robô nos cálculos da participante A, demonstrando uma colaboração nas tarefas dos membros do grupo.

Também pode ser percebida a participante no canto direito buscando mais informações para seu grupo através do celular. Sua participação, por meio de sua pesquisa compartilhada, foi fundamental para a escolha de várias formas de interagir com a construção.

Na etapa de plenária, este grupo analisou os cálculos da participante A e, apesar de possíveis erros, aceitaram a utilização dos valores encontrados por ela para o tamanho do pé por acharem, através de suas observações concretas, que era uma estimativa razoável. É importante destacar que em todos os momentos do cálculo os participantes sabiam dos riscos provenientes de seu utilizar uma fórmula que foi projetada para ser utilizada para outros fins, no caso o teorema de Stevin, mas, conjuntamente, assumiram o risco.

Tanto na Resolução de Problemas quanto na Robótica Educacional, o estudante é convidado a se tornar pesquisador. Com relação à Resolução de Problemas, percebemos esta realidade nos PCN (2000), que relatam a promoção da pesquisa como inerente à Resolução de Problemas. Através do Construcionismo, Scheller, Viali e Lahm (2014), enquanto enumeram as vantagens do Construcionismo, apontam para o estudante como pesquisador no processo de aprendizagem, nesta perspectiva.

Outro problema que inquietou os participantes foi a questão de qual unidade de medidas usarem: unidade LEGO ou cm. Analisaremos uma figura e um trecho sobre a questão, enquanto mediam o tamanho de uma viga de 16 pinos:

Figura 30: Discussão sobre unidades de medidas



Participante medindo as peças com uma régua.

Análise do tamanho definido para a construção do robô.

Fonte: Imagem do pesquisador.

Através da foto (FIGURA 30), podemos identificar a participante no centro no canto inferior medindo com uma régua de metal uma peça de 16 pinos, enquanto isso seu colega ao lado analisa o tamanho que foi convencionado para a altura do robô. Os dois outros colegas do grupo esperam as informações para darem seguimento em seus trabalhos. Eis o diálogo que se segue:

A: Porque estão utilizando LEGO? (Utilizar LEGO, quer dizer utilizar a medida LEGO).

E: Porque é mais fácil de fazer.

F: O problema que as fórmulas estão em metros, né? Aí tem que converter.

E: Mas eu não preciso utilizar necessariamente metros, só vou achar o resultado em uma medida diferente.

F: Então podemos utilizar os pontos (referindo-se à medida LEGO).

Através da análise do diálogo, percebemos a colaboração dentro do grupo ao analisarem um problema e tentarem chegar a um acordo. Escolheram a medida LEGO, mas concordaram entre si de usarem 30 cm para a altura do robô, pois esta era a medida da régua completa que dispunham.

Depois de terminarem o planejamento, se dedicaram à construção do pé do robô. O participante G divergiu desta construção quando começou uma montagem com as vigas que tinham sido utilizadas para os raciocínios dos instrumentos de medida. Quando questionado pelo professor acerca de porquê dedicava-se a esta construção, disse que se tratava de uma régua LEGO para não terem que ficar comparando peças o tempo todo, o que atrasava. Comprendemos o caráter Socio-histórico-cultural nesta construção, por meio da qual

Vygotsky (1991) falava sobre o fazer social. Nesse caso, o estudante preocupou-se com a construção de um instrumento que tinha significado para o grupo. Bessa (2008) diz que, para a construção socio-histórico-cultural, o instrumento diferencia o homem como espécie.

Os participantes não encontraram dificuldades em identificar que a área dos pés deveria ser dividida por dois para encontrar as dimensões de cada pé. Como já haviam estipulado os lados, apenas os dividiram. A participante E identificou que deveria se levar em conta o espaço entre os pés reduzindo o tamanho de cada um deles.

Quando colocaram as peças no formato retangular para compreenderem o tamanho do pé encontrado pela fórmula, acharam-no pequeno e decidiram por aumentar a sua área ignorando os cálculos. Escolheram por 10 cm x 6 cm, o que é muito superior ao valor encontrado nas conjecturas da participante A. Quanto à utilização do teorema de Stevin que depois de todos os cálculos ficou sendo 3,4 x 2,8 para cada pé, não foi identificada relação entre estas duas áreas. Os participantes adotaram esta medida por acreditarem que este pé seria muito pequeno para aguentar o peso do robô.

4.2.3 Discussão acerca dos resultados da segunda oficina

Esta oficina pode ser classificada como a oficina do planejamento de cada um dos grupos. De maneira geral, foram discutidos, principalmente, conceitos matemáticos acerca de geometria espacial e manipulação algébrica, unidades de medidas e conversão dessas unidades. Sobre a Física, os participantes pesquisaram sobre pressão, força de atrito e engrenagens. Com relação a outras formas de aprendizagem, foi identificado um aprimoramento no trabalho coletivo com relação ao encontro anterior. Os participantes discutiram entre si por, praticamente, toda a oficina, auxiliando-se e preocupando-se com a produção do outro. A escassez de peças levou a uma sensibilização em não se utilizar peças mais raras ou de alta necessidade, caso essas pudessem ser substituídas. Ao término da oficina, todos os conceitos abordados foram revisitados para que os participantes compreendessem a qual fim cada conceito destinou-se. Embora pouca construção tenha ocorrido, a discussão conceitual constituiu pilares importantes para a oficina 3.

4.3 Análise do Quarto, Quinto e Sexto encontros

Estas oficinas ocorreram nos dias 03/09/2018, 05/09/2018 e 12/09/2018 nas salas 1, 5 e novamente a 1, do prédio da Licenciatura em Matemática. As oficinas continham: 3, 4 e 4 participantes, respectivamente.

O encontro quatro iniciou-se com a presença de três alunas: duas do grupo de trabalhos 1: aluna B e aluna C, responsáveis pela montagem do modelo de carro; já o grupo 2 contava apenas com a aluna A, responsável pela montagem do modelo de humanoide.

Nesta oficina, o objetivo dos dois grupos era o comprimento do planejamento de montagem da segunda oficina. Observe na imagem o início das montagens:

Figura 31: Manipulação com o manual e aprimoramento do carro



Fonte: Imagem do pesquisador.

Na imagem da figura 31, podemos observar a participante próxima ao pesquisador (em pé) observando e comparando com o manual de montagem. As outras duas estão envolvidas em uma montagem conjunta.

No sexto encontro, tivemos a presença de três participantes do grupo 1 (grupo completo) e apenas uma participante do grupo 2, a participante A. O encontro seis compreende o último encontro no qual os participantes montaram livremente. Devido às faltas dos integrantes do grupo 2, o modelo de humanoide encontrava-se atrasado neste encontro, o que configurava um problema, visto que esta seria a última oficina destinada a este fim. Compreendemos que imprevistos acontecem, mas, aqui, acreditamos que, mais importante do que terminar a construção, é a aprendizagem no percurso.

4.3.1 Grupo 1: montagem do modelo de carro

O grupo 1 iniciou suas montagens pela base, tentando fazê-la o mais resistente possível e compreendendo uma utilização de peças adequada para futuros encaixes de outras peças necessárias a outras funções. Percebemos que a agilidade na montagem da aluna B expandiu-se junto com seu conhecimento geométrico acerca do dimensionamento espacial que cada peça deveria ocupar para compreender seu objetivo. Esta agilidade confere a dimensão pragmática, primeira dimensão apontada por Papert (1986), ao se trabalhar através do Construcionismo. Por meio dele, o estudante aprende algo de utilização imediata, e, nesse sentido, notadamente o avanço do grupo é o reflexo de sua aprendizagem ao longo das oficinas.

Ao terminar o chassi de seu modelo, a participante B decidiu analisar peças que ainda não haviam sido utilizadas na tentativa de encontrar um maior número de ferramentas para sua construção, demonstrando uma preocupação em aprimorar as próprias habilidades. Este foi um importante passo na direção da autonomia desta aluna que, posteriormente, passou a, cada vez menos, buscar por mediação e, cada vez mais, explorar as ferramentas e aprimorar-se. Neste ínterim, compreendemos a terceira dimensão apontada por Papert (1986), do Construcionismo, que corresponde à necessidade da possibilidade de o estudante acessar o ambiente de aprendizagem e progredir de acordo com seu desenvolvimento cognitivo.

Matematicamente, compreendemos um avanço lógico no campo da geometria espacial, pois a participante conseguia analisar peças sem compará-las a outras. Retomamos a Papert (1986), desta vez, com a dimensão semântica, quarta dimensão do Construcionismo, na qual a construção deve fazer sentido ao aprendiz que manipula elementos carregados de significado para o descobrimento de conceitos.

Com relação às medidas, a aluna demonstrava não precisar de instrumentos de medidas para compreender a necessidade de peças de oito pinos ou quantidade inferior. Curiosamente, na primeira oficina teve dificuldade em encontrar peças de quatro pinos para sua utilização. A familiarização com o lugar que cada peça se encontra na caixa facilitou seu trabalho que, inclusive, pediu para mudar algumas peças de lugar, demonstrando uma tentativa de personalização do espaço de trabalho para melhorar a própria performance.

Quando a participante D chegou à oficina, a construção do modelo do carro começou a ser mais discutida em sala. As participantes preocupavam-se com aspectos estruturais e de arte (beleza) e objetivavam deixar formas de desmontar rapidamente caso algum problema fosse detectado, para reduzir a complicação da correção de possíveis problemas. As participantes queriam melhorar seu modelo através da colocação de uma lâmpada que simularia um neon por

baixo do carro. No que concerne aos debates e discussões, surge a quinta dimensão mencionada por Papert (1986), ao se trabalhar o Construcionismo, chamada dimensão social. Nela, a abordagem é relativizada pela relação entre as pessoas e a cultura do ambiente.

Ao colocarem o sistema de fios para fazer a lâmpada funcionar, as participantes detectaram conceitos advindos nas aulas de Física, sendo os mais importantes: fechamento de circuitos de uma lâmpada e conceituação de polos negativo e positivo. As participantes constataram que caso conectemos fios positivos em negativos, ao colocarmos mais lâmpadas no sistema, elas não ligam. Vinculamos esta situação à segunda dimensão abordada por Papert (1986), dimensão sintônica, que acredita no diálogo contextual como parte do Construcionismo, contrariando o método tradicional e prevendo o aumento das chances de consolidação da aprendizagem.

As participantes B e D perguntaram a respeito do sistema das lâmpadas. Coube ao professor fazer mediação acerca dos conceitos de energia elétrica. Ao término da oficina, ao serem avisadas que a oficina estaria chegando ao fim, a aluna B disse:

B: Nó, mas já? (Evidencia o nível de concentração da participante com sua exploração).

No quinto encontro, o carro já havia tomado forma, como mostra a figura 32 a seguir:

Figura 32: Chassi do modelo final do carro

Visão de baixo do modelo do carro.



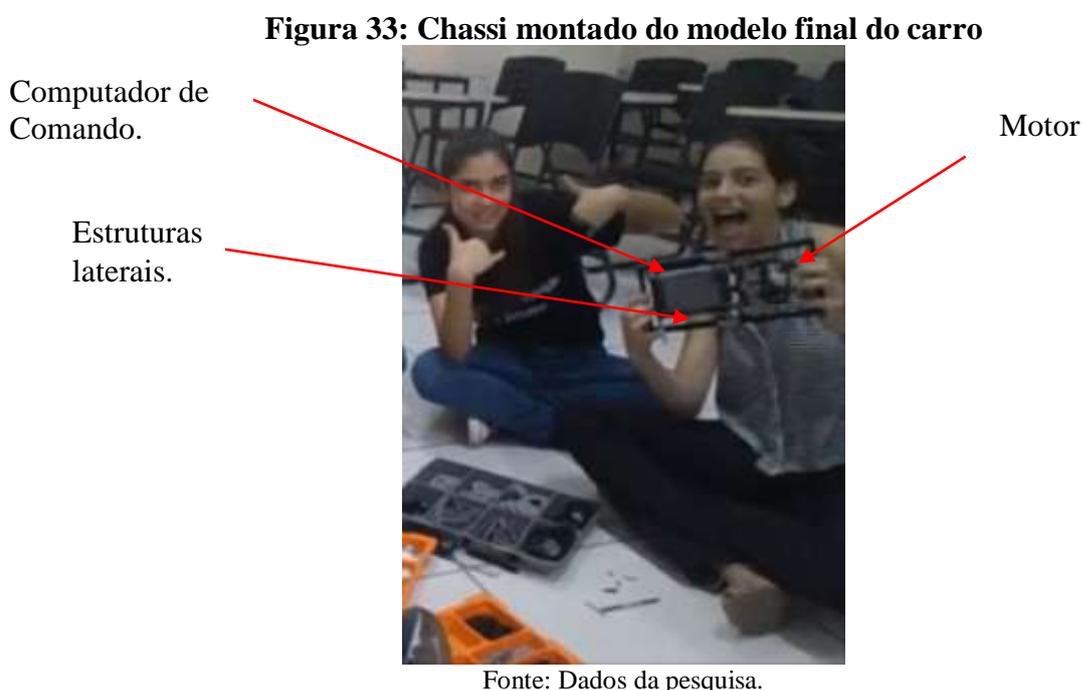
Fonte: Imagem do pesquisador.

Podemos notar na figura 32, há a presença de todas as participantes na construção do grupo 1. Ao centro, o carro que, ao que podemos perceber, conseguiu compor-se em cima de sua base retangular, como foi proposto pelo próprio grupo.

As participantes decidiram por dividir as tarefas. Enquanto as participantes B e C montavam por cima da base, a D criava a parte de cima do carro.

O maior desafio deste grupo no sexto encontro foi balancear o peso em cima do motor. O carro estava muito pesado e as alunas tinham dificuldades em dividir o peso de forma que a má distribuição não interferisse no desempenho do modelo.

Ao conseguir balancear o peso do computador, necessário para o funcionamento das partes elétricas, por cima do motor, as alunas compreenderam que a roda que dá tração ao carro não deveria descolar do chão, do contrário o carro patinaria. Colocar o peso por cima do eixo do motor foi uma estratégia para resolução de uma das falhas do primeiro modelo de carro que patinava muito. Ao questionarem sobre isso, o professor mediador discutiu sobre a questão de o carro ter muito peso em cima e de forma mal distribuída, o que parece ter sido compreendido, já que neste modelo o problema foi solucionado. Na foto mostrada na figura 33, identificamos como as estruturas internas foram montadas:



Observe na figura 33 a construção na mão da participante à direita. Trata-se do chassi que é constituído de motor, computador de comando e estruturas laterais que compuseram as laterais do carro. Os buracos na construção são uma preocupação com a escassez de peças. Utilizaram a unidade de medidas LEGO adequadamente, e seu carro ficou com uma simetria quase perfeita, contudo, a angulação do eixo que segura o motor estava errada, comprometendo o funcionamento do carro que, provavelmente, teria deficiência do lado direito ocasionando uma permanente mudança de direção.

Foi perceptível a mudança na direção deste grupo neste encontro, principalmente devido ao fato de a Participante B ser a mais frequente nas oficinas do grupo 1, ela adquiriu uma maior

experiência com as peças LEGO e começou a liderar as construções. Ela sugeria construções e instrumentos para tornar agradável a estética do projeto e estruturas mais sólidas, além de preocupar-se, constantemente, com os ângulos dos eixos na perfeita posição de perpendicularismo com as vigas. Isto porque identificou o conceito geométrico de que se duas vigas são paralelas e um eixo não é perfeitamente perpendicular a uma delas, ele não encaixa na outra e compromete, não só a simetria do projeto, mas a solidez da construção. Para a Matemática, as alunas compreenderam as implicações dos ângulos de uma reta concorrente a duas retas paralelas.

As participantes optaram por uma construção que se assemelhava a uma pirâmide Maia⁵⁰, mas cujo lados eram irregulares devido a sua base retangular. Esta escolha se deve à facilidade manipulativa e à resistência desta forma que foi aproveitada pelas participantes de forma inconsciente. Na verdade, as participantes não compreendiam a Matemática presente nesta construção se não nas unidades de medidas e na álgebra. Não identificavam os conceitos geométricos formalmente, embora os utilizassem. Noções de proporções e de geometria plana eram também usadas ao longo do trabalho, inconscientemente. A esse respeito, procuramos demonstrar às participantes os conceitos que utilizavam sem o conhecimento formal.

Ao término do processo de montagem, haviam construído um modelo de carro de carroceria aberta. Preocuparam-se, além disso, em colocar peças coloridas para enfeitar o carro como mostra a figura 34:

Figura 34: Acabamento do modelo final do carro



Últimas
modificações
no modelo.

⁵⁰ As pirâmides maias foram construídas com pedras e, na sua parte interna, existiam plataformas e escadas, que levavam para a parte superior que era utilizada como templo. Muitas destas pirâmides possuíam decorações internas (pinturas), que retratavam aspectos culturais e religiosos dos maias. Os rituais religiosos e adoração aos deuses maias eram praticados nesta estrutura superior da pirâmide. (SUA PESQUISA, 2018).

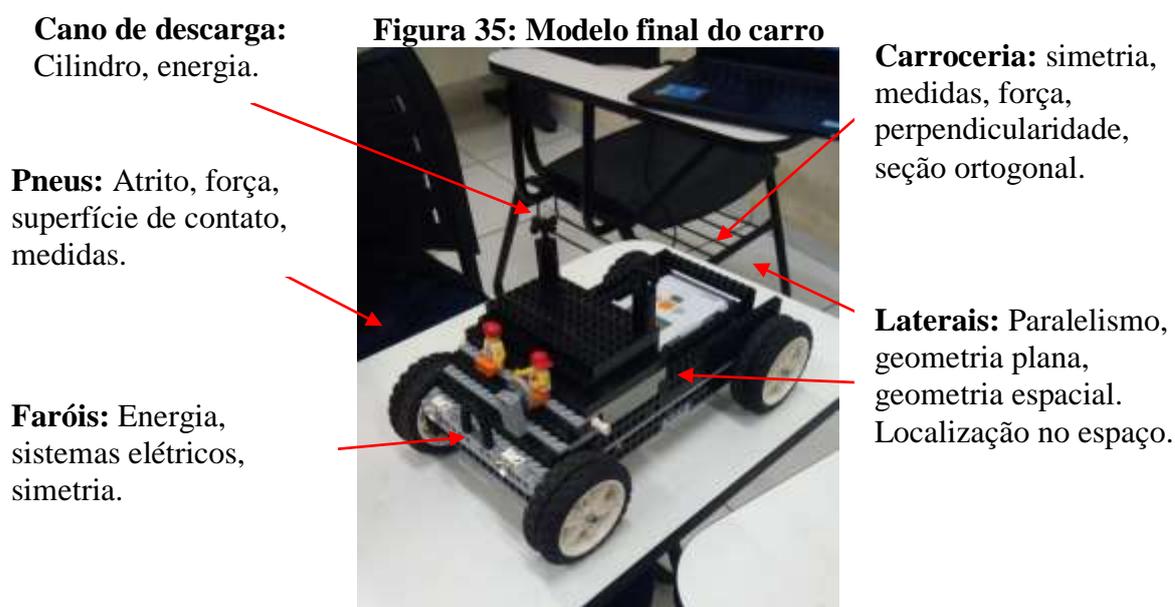
Fonte: Imagem do pesquisador.

Na figura 34, as participantes dão os arremates em seu projeto. Nesta figura, as rodas acabaram de ser montadas. As participantes as deixaram para o final, preocupando-se em não ter que ficar retirando-as constantemente. Para escolher o modelo de rodas adotado para o carro, questionaram, novamente, sobre essa escolha. O pesquisador foi ao quadro e explicou, através da fórmula Física de aceleração centrípeta, na qual:

$$\frac{v^2}{r} = w^2 r$$

Compreendemos: “v” como velocidade, “w” como velocidade angular e “r” como sendo o raio. Explicamos que quando o raio da circunferência aumenta, a velocidade angular também aumenta. Para compreensão dos participantes, retomamos conceitos de proporcionalidade das frações em igualdades. Ao compreenderem, as alunas optaram por uma roda maior e mais larga, pois uma roda mais larga traria maior estabilidade ao carro. Embora estes sejam conceitos físicos, foram trabalhados alguns conceitos de proporção, circunferência e equação.

Note o resultado e os conteúdos utilizados na figura 35 abaixo:



Fonte: Dados da pesquisa. Imagem do pesquisador.

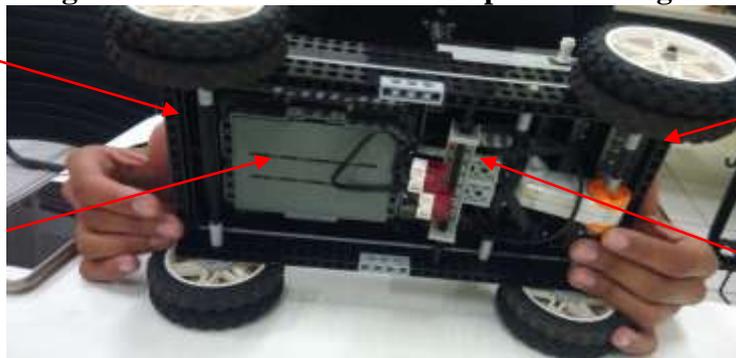
Verificamos que as participantes empregaram bem os conceitos de seção e ortogonalidade na sua construção, quando analisamos as dimensões do modelo. Notamos, ainda, a presença de cilindros como alegoria. Por outro ângulo:

Eixo:

Perpendicularidade, simetria, sustentação, paralelismo.

Caixa de pilhas:

Energia, Peso.

Figura 36: Modelo final do carro por outro ângulo**Motor:**

energia, força, conversão de energia, velocidade.

Leds: Energia, sistema elétrico.

Fonte: Dados da pesquisa. Imagem do pesquisador.

Verificamos, ainda, a preocupação em deixar a tampa da caixa de pilhas amostra para possíveis reposições e os leds que fazem o efeito de neon que as participantes queriam dar ao projeto.

No encontro seis, as participantes presentes deste grupo, B e D, preocuparam-se em testar as estruturas de sua construção e, em momento futuro, o funcionamento de seu modelo robótica. Nesta etapa, analisaram as programações pré-selecionadas pelo pesquisador.

Observamos este diálogo entre as alunas B e D:

D: Ele não faz curva não? (Referindo-se ao modelo de carro.).

B: Não ué, nós não o fizemos para fazer curva. (Breve pausa).

B: Ele vai andar só em linha reta.

D: Claro que não! Ele faz manobra assim, olha. (Inclinando o carro em duas rodas).

As alunas dispersaram a atenção.

No diálogo descontraído das participantes, uma delas, embora tenha auxiliado nas construções, compreendeu que seu modelo não possuía mecanismos para mudar a direção. Imediatamente depois de descobrir o problema, a mesma aluna propõe uma solução que exprimisse em colocar o carro em duas rodas, garantindo uma possibilidade de mudança de direção. A compreensão desta passagem implica nas construções de prática correlacionadas aos conceitos de reta e curva em diferentes posições espaciais, visto que a mesma aluna manuseou o modelo em diferentes direções e angulações com relação ao plano (mesa).

Identificamos, na figura 37, o momento exato quando propõe o posicionamento de seu carro compreendendo dois planos distintos: mesa e modelo de carro. Este posicionamento era defendido pela aluna como solução para o problema do carro não fazer curva, pois em duas rodas seria mais fácil virá-lo (menos atrito com o solo). Aguçar a criatividade dos estudantes é

outra competência, tanto de Resolução de Problemas como da Robótica Educacional, como mostra Stroeymeyte (2015) que dialoga sobre a interação das duas metodologias de ensino.

Figura 37: Manipulação do modelo final do carro



Fonte: Dados da pesquisa. Imagem do pesquisador.

O exposto nas atitudes da participante C corresponde a uma aplicação prática do conteúdo de seções concorrentes presente na Geometria Espacial.

Ao terminar a implantação dos leds que foram utilizados como imitação de neon no modelo de carro, foi necessária uma correção devido à fragilidade da estrutura que consistiu em passar uma haste ortogonal às laterais dos carros, para a qual tiveram dificuldades de encontrar a posição certa para dimensioná-la, tentando inúmeras formas de encaixe no local, como mostrado na figura 38.

Figura 38: Modificações nos Leds



Fonte: Imagem do pesquisador.

Como se trata de um segmento de reta, encontramos o axioma de que por dois pontos passa uma única reta. Portanto, as participantes experimentaram por tentativa e erro, a única forma de resolver o problema através de uma haste, visto que esta possuía propriedades de um segmento de reta.

Para finalizar o projeto, as participantes preocuparam-se com recursos que personalizassem suas construções artisticamente. Além de sua preocupação com a frente do carro, ainda construíram cilindros verticais, para simular canos de descarga aéreos. Decidiram pela altura dos cilindros através de uma análise quanto ao que acreditavam ser o mais próximo da realidade.

Figura 39: Manipulações Artísticas



Fonte: Imagem do pesquisador.

Como podemos observar, as participantes preocuparam-se com cada parte da construção, tentando modificá-la para que se atendesse aos anseios das próprias estudantes que, a cada nova conquista, delimitavam novos parâmetros de qualidade, contribuindo para uma construção do conhecimento continua, haja vista que a cada patamar de dificuldades mais conceitos matemáticos são levados em consideração.

O projeto foi concluído ao final desta oficina, conforme mostrado na figura 40:

Figura 40: Últimas discussões sobre o modelo final do carro



Fonte: Imagem do pesquisador.

Compreendemos que as alunas construíram um modelo que atende, não apenas ao proposto, mas o aperfeiçoaram ao longo de todo projeto, modificando solução e problema a

cada nova descoberta e descobrindo por si mesmas no decorrer do processo. Elas recorriam constantemente a conceitos que, embora aprendidos previamente, não conseguiam fazer conexão com a vida cotidiana. A expressão “*Então é para isso que serve?*”, foi recorrente. A esse respeito, Welfer e Bonete (2010) compreendem que:

A contextualização na Matemática é fundamental para promover um aprendizado significativo, pois relacionando as noções matemáticas à vivência do aluno este pode compreender a importância de estudar determinados conteúdos, além de generalizar a aplicação para outros campos. (WELFER; BONETE, 2010, p. 4)

Portanto, podemos perceber que as estudantes corresponderam ao evidenciado pelas autoras.

4.3.2 Grupo 2: montagem do modelo de humanoide

Devido à dificuldade encontrada pelos participantes deste grupo para montar as pernas do humanoide, foram propostos dois modelos de montagem de outros robôs presentes nos fascículos do projeto de Educação Tecnológica da empresa ZOOM criados no ano de 2003. A aluna presente analisou os dois modelos: o Robô Andarilho, presente na revista nº 4 do 8º ano, nas páginas 51-63 e o robô T-Rex, presente na revista nº 3 do 9º ano, nas páginas 35-46. Ambas encontram-se nas figuras 41 e 42 abaixo e na ordem como foram pronunciados.

Figura 41: Robô Andarilho



Fonte: ZOOM, 2013, p.63.

Figura 42: Robô T-Rex



Fonte: ZOOM, 2013, p. 47.

Analizamos que, nestas figuras, a aluna montaria apenas as pernas de cada modelo, pois precisava para a construção do seu próprio modelo. Para isso, optou pelo modelo de Robô Andarilho, pois acreditava que poderia construí-lo completamente e a adaptá-lo a seu próprio projeto.

Ao iniciar a montagem, demonstrou dificuldade para compreender como funciona o processo de montagem pelo manual. Devido ao processo de análise visual, quantificação, analogia espacial e concretização da montagem necessárias para construção através do projeto ZOOM, a aluna A teve dificuldades em quantificar de forma correta e encontrar as peças representadas na revista, demonstrando uma dificuldade de generalizar a planificação de formas espaciais para fora do papel. Compreendemos que esta dificuldade atrasou sua montagem, que, por vezes, precisou desmontar peças para retornar às etapas anteriores e recorrer ao professor para seguir adiante.

No quinto encontro, o robô andarilho já havia ganhado forma e estava quase concluído, contudo, a participante A possuía dificuldades com construções espelho, o que implica em uma dificuldade sobre o conceito de lateralidade, já que teve dificuldades para compreender que se tratava de construções inversas. Podemos perceber na figura 43 abaixo o momento em que a participante A percebe que as duas construções das pernas não eram iguais e sim inversas.

Figura 43: Manipulações do Manual de Montagem



Fonte: Imagem do pesquisador.

Na foto, a participante A pergunta ao professor sobre o que está errado e é auxiliada na compreensão de inversão. A cada nova interação, ficava evidente que a falta de colegas de trabalho implicava em uma menor visão acerca do problema, o que resultava no atraso do

projeto. Vygotsky (1991) apontou para esta questão, pois, para ele, o desenvolvimento seria de difícil acesso, caso não haja outro ser humano para interação.

Já no sexto encontro, os colaboradores E e F frequentaram a oficina, porém, a participante A não pode comparecer. Esta situação atrasou ainda mais o andamento do robô, pois os participantes tiveram que analisar a construção deixada pela participante A e, através dela, prosseguir, mas sem o conhecimento adquirido nas primeiras etapas do processo de montagem. Apesar desta situação, os dois participantes se organizaram e conseguiram avançar na construção.

Figura 44: Participantes trabalhando na montagem



Fonte: Imagem do pesquisador.

O grupo conseguiu terminar o modelo de robô andarilho e, ao testarem, perceberam que ele não estava andando e sim fazendo movimentos em círculo, em momento de oficina não foi percebido o motivo, contudo, em análise do projeto posteriormente, percebemos um erro na base que comprometeu as funcionalidades do modelo. Devido às faltas dos participantes, não foi possível a correção deste defeito. Também não foi possível concluir a montagem do robô devido ao tempo e à falta de auxílio dos colegas de grupo que participaram de poucas oficinas conjuntamente. Mesmo assim, foi importante observar o avanço conceitual destes participantes que conseguiram utilizar conceitos aprendidos nas aulas de Matemática e Física na compreensão de suas montagens.

Com o robô andarilho construído, os participantes mediram-no e utilizaram seu tamanho para refazer os cálculos sobre o pé do robô, nos quais identificaram o equívoco das oficinas 2 e 3 deste mesmo grupo.

4.4 Transcrição do Sétimo e Oitavo encontros

Estas oficinas ocorreram nos dias 17/09/2018 e 19/09/2018, nas salas 1 e 5, respectivamente, do prédio da Matemática. Essas oficinas continham três participantes cada.

Nesta oficina os participantes foram convidados a construir um compasso robótico através do projeto da ZOOM (2003), que encontra-se com um erro no projeto original. Nestas oficinas, o objetivo foi de construir o modelo, concertá-lo e desenvolver as atividades propostas acerca da trigonometria. Os participantes presentes foram: A, B e C. A construção do modelo de compasso robótico foi dividida em três frentes, como sugerido no manual de montagem pela própria ZOOM (2003). Assim, cada participante ficou com uma frente. A participante A ficou com a frente A, a participante B com a C e a participante C com a B.

Devido à única revista presente com o modelo, as participantes utilizaram o celular para tirar fotos das etapas de montagem e conseguiram, cada uma, trabalhar em sua parte da construção. Nesta oficina, foi possível identificar o avanço das habilidades de manuseio separadamente, de cada estudante, já que elas observaram como utilizar peças que não usaram em suas construções e criticaram as funções de cada peça na construção, baseando-se em suas experiências. Na maioria das vezes, percebendo os próprios erros nas suas montagens. Uma das discussões acerca desta temática pode ser encontrada abaixo:

C: Olha (Referiu-se à participante B), se a gente tivesse visto essas pecinhas, às vezes teríamos utilizado no nosso carrinho.

B: É.

C: Dava para usar.

Professor: Quais pecinhas?

C: Estas, bonitinhas. (Apontando para um jogo de peças amarelas).

Percebemos, assim, que a aluna C encontrou utilidade artística em peças que ainda não havia explorado. As participantes trabalhavam em conjunto para encontrar peças, o que facilitou a construção de todos. Ao que parece, cada participante encarregava-se das peças próximas a si. Acerca desta montagem, a figura 45 ilustra o ambiente descontraído e participativo de cada indivíduo no processo de construção do conhecimento.

Figura 45: Início da montagem do Compasso Robótico



Fonte: Imagem do pesquisador.

Na figura 45, podemos ver a interação dos participantes entre si que, de maneira descontraída, dialogam a respeito das peças. Já ao fundo, podemos perceber a interação participante-professor e quando observamos a participante à esquerda, percebemos a interação participante-objeto. A esse respeito, compreendemos a presença das teorias Socio-histórico-Cultural e Construcionista, pois entendemos as dimensões professor-aluno e aluno-aluno como sendo partes do conceito de ZDP da teoria de Vygotsky e, ainda, a interação aluno-objeto através de Papert, que acredita na aprendizagem através desta interação. Segundo Nunes e Santos (2013), o Construcionismo possibilita a interação aluno-aluno e aluno-professor através da exteriorização da aprendizagem, contudo, notamos que os participantes não exteriorizaram a aprendizagem construída por si, mas construíram juntos e interiorizaram-na, configurando-se uma interação vygotskyana. Portanto, entendemos que a relação aluno-objeto encontra-se em Papert e as relações aluno-aluno e aluno-professor em Vygotsky.

A participante B acabou sua frente de montagem primeiro e propôs-se a ajudar a participante A que estava com dificuldades em encontrar peças. Alguns minutos depois, a participante C também chegou ao fim de sua construção e juntou-se ao grupo que dedicou-se à construção da frente A.

Ao término da construção das três frentes do compasso robótico, as estudantes, ao tentarem montar as partes, descobriram que a frente A não encaixava na frente B, configurando-se em um problema. O fato é que a medida do buraco que deveria ser suficiente para o encaixe era muito pequena. Então, coube às estudantes concertarem o modelo, alargando o buraco do encaixe sem prejudicar as funções da estrutura. Observe o momento em que as estudantes perceberam o erro (FIGURA 46).

Figura 46: Percepção do erro de criação

Fonte: Imagem do pesquisador.

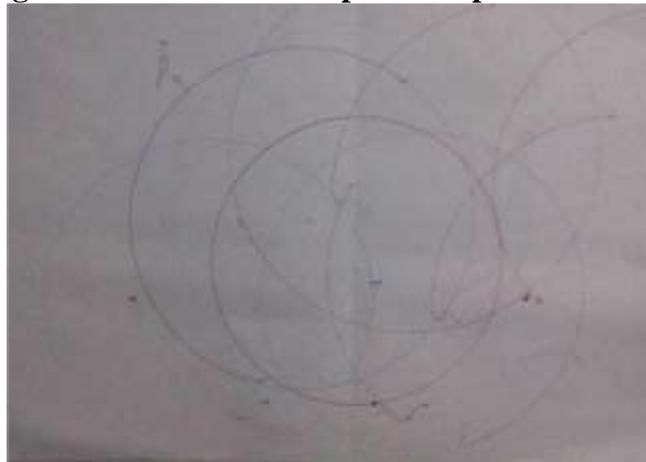
Percebemos, na imagem da figura 46, a surpresa das estudantes ao descobrirem o problema. Imediatamente, elas iniciaram uma discussão para solucioná-lo. Foram feitas algumas conjecturas na tentativa de formular um plano, como parte da compreensão do problema apontada por Onuchic e Allevato (2011), como primeira etapa para a Resolução do Problema. Inicialmente, a participante C enumerou as dificuldades de resolver o problema. Posteriormente, a participante B identificou as peças que deveriam ser modificadas ou retiradas e substituídas por outras que comportassem a solução do problema. A participante A ficou calada pensando no problema. Fizeram alguns testes e pensaram em pelo menos três formas diferentes de resolverem o problema.

A oficina sete terminou sem a resolução do problema, que foi retomado na oficina oito. Esta oficina iniciou com a presença das participantes A e C que trouxeram pensamentos diferentes da última oficina para resolver o problema. Na figura, é possível perceber as participantes discutindo formas de encontrar a resolução desejada. Um dos pensamentos foi a redução da parte responsável pelo tamanho do raio que cada círculo poderia ser construído com o compasso robótico. Contudo, logo desistiram devido à redução na funcionalidade do compasso robótico. Por causa da dificuldade na montagem, as participantes buscaram por explorar as peças que ainda não haviam tido contato na procura da solução. Neste momento, a participante B chegou, totalizando três participantes desta oficina.

As alunas decidiram por diminuir a largura do buraco responsável pela passagem da frente A. Compreenderam que a área da extremidade deveria ser maior que a área ocupada pela parte que seria encaixada e, assim, reduziram a um tamanho ideal para a construção. Ao término desta atividade, as participantes testaram a o funcionamento do compasso mecânico e obtiveram

êxito. Abaixo, seguem os primeiros círculos construídos com o compasso mecânico e seu funcionamento:

Figura 47: Círculos feitos pelo Compasso Robótico



Fonte: Imagem do pesquisador.

Notamos que as alunas construíram vários círculos, com algumas mudanças de raio. Na figura, podemos ver a informação de que uma das circunferências teria raio igual a 8,5 cm. Na verdade, as participantes interessaram-se em descobrir a medida em cm já que no mecanismo criado a medida seria dada em medida LEGO. Outro fator de interesse das estudantes foi identificar que círculo construído pelo robô saía quase perfeito por causa de uma falha na garra que segura a caneta com relação aos elásticos que a prendem. As participantes preocuparam-se em concertar esse defeito, porém, não haveria mais tempo. Ao término das primeiras impressões, as estudantes foram convidadas para solucionar o proposto nas páginas cinco, seis e sete do manual de montagem da ZOOM disponível no Anexo 2 deste trabalho.

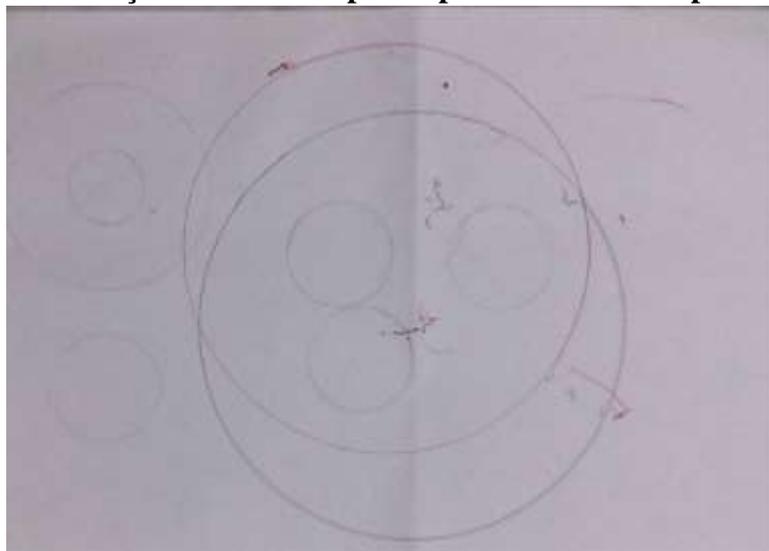
Figura 48: Compasso Robótico funcionando



Fonte: Imagem do pesquisador.

O Desafio, presente na página cinco, foi proposto para as estudantes que, mesmo de posse de um compasso mecânico, resolveram utilizar os dois (mecânico e tradicional) para construir suas obras de arte a fim de analisarem a qualidade do compasso robótico. As construções encontram-se abaixo a partir de onde faremos discussão acerca dos resultados e dos diálogos das estudantes durante o processo.

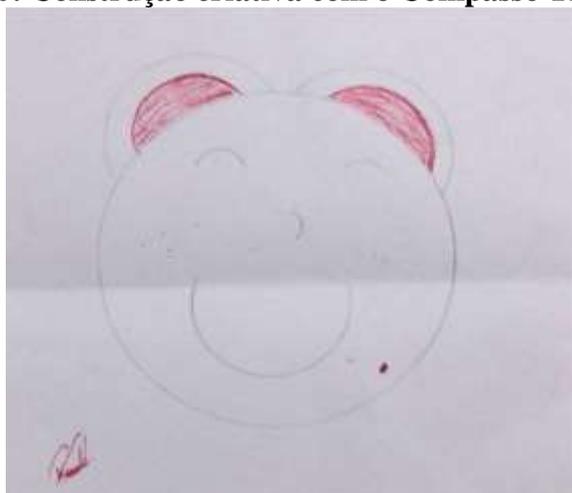
Figura 49: Produção criativa das participantes com o Compasso Robótico



Fonte: Imagem do pesquisador.

Identificamos a primeira figura como sendo uma construção através da utilização do mecanismo criado pelas participantes A e C. Ambas caracterizaram sua construção como pertencente ao segmento da arte abstrata. Já a segunda figura refere-se a uma construção da participante B, que utilizou o compasso convencional para sua construção. Ao analisarmos as construções, percebemos que a maestria através do compasso tradicional é maior. Ao questionarmos as participantes sobre isso, elas chegaram à conclusão de que se tratava das dimensões. O compasso robótico tinha um raio mínimo muito maior do que o compasso tradicional e o raio máximo do compasso robótico ocupava mais de uma folha, portanto, inutilizado quando recorremos a uma folha A4. Assim, a dificuldade de se trabalhar com ele na construção de figuras neste ambiente é maior.

Figura 50: Construção criativa com o Compasso Tradicional



Fonte: Imagem do pesquisador.

Na sequência das atividades, encontramos uma breve discussão sobre relações trigonométricas nos triângulos retângulos e a proposta de utilizar as vigas das peças LEGO e régua para a construção de triângulos no papel. Observe o momento de construção dos triângulos:

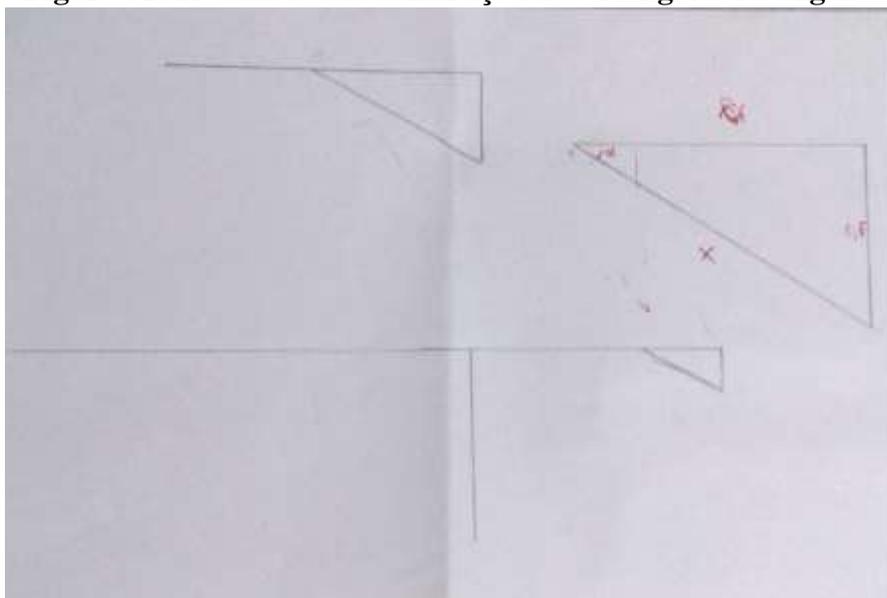
Figura 51: Construção de triângulos com as peças LEGO



Fonte: Imagem do pesquisador.

Percebemos a curiosidade das participantes e o diálogo por toda a construção para que cumprissem com êxito a atividade. Observe os resultados obtidos em papel pelas participantes (FIGURA 52).

Figura 52: Resultados da construção dos triângulos retângulos



Fonte: Imagem do pesquisador.

Ao discutirem a atividade, as alunas se deram conta de que, quando um triângulo retângulo possui um ângulo de 30° graus, um de seus lados é exatamente o dobro do outro; e mais do que isso: que a hipotenusa tem o dobro da medida do cateto oposto. Embora as participantes já conhecessem os valores de seno, cosseno e tangente do ângulo notável de trinta graus, diziam não compreender o porquê do fenômeno. Quando foi justificado para elas, demonstraram satisfação com frases como: “não acredito que era só isso”, “e eu com dificuldades?”. Percebemos que as participantes conseguiram encontrar um significado interiorizado mais abrangente do conteúdo que já haviam explorado antes, possibilitado por meio de sua manipulação de suas construções, desde a criação da ferramenta para a construção do triângulo, até sua análise pela perspectiva física com instrumentos de medidas.

Para o término da atividade, o professor solicitou que as estudantes construíssem uma circunferência com seu compasso robótico de raio igual a dez cm. As alunas não conseguiram devido às limitações do Compasso Robótico e utilizaram um raio de dez cm e 5 mm. Em seguida, foi solicitado que as estudantes fizessem, com auxílio das vigas, um triângulo retângulo com um de seus vértices no eixo da circunferência construída e ângulo de 30° graus partindo deste vértice, como mostra a figura 53:

Conjuntamente, pesquisador e participantes, através de conhecimentos construídos ao longo da oficina e conhecimentos pré-adquiridos, foram capazes de demonstrar o porquê de os valores de seno e cosseno deste ângulo. Ao questionar as participantes se em algum momento já teriam visto aquilo, responderam que já, mas não haviam entendido.

A oficina terminou com a efetivação da última etapa adaptada da proposta de Onuchic e Allevato (2011), que diz respeito à formalização do conteúdo matemático não só desta oficina, mas de todas, atentando para o fato de que, para as autoras, o trabalho na Resolução de Problemas deve terminar com a formalização do conteúdo:

[...] Neste momento, [...] o professor registra na lousa uma apresentação formal – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 85).

Compreendemos que, quando se trata da utilização de Robótica Educacional, a lousa passa a ser pouco usada, contudo, para a formalização dos conteúdos, devemos seguir processualmente como manda as autoras Onuchic e Allevato (2011), ao que foi realizado, a nosso ver, com sucesso, diante de todo o exposto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar este trabalho, objetivamos analisar as implicações da Robótica Educacional por meio da Resolução de Problemas para a construção de conhecimentos matemáticos numa perspectiva socio-histórico-cultural. Desta busca, especificamos três ramos para se investigar, sendo eles: o processo de ensino e aprendizagem da Matemática através da Robótica Educacional; a conjuntura da Resolução de Problemas e a Robótica Educacional no ensino de Matemática; e as contribuições socio-histórico-culturais, caso existam, na prática com Robótica Educacional.

No que concerne à investigação da Matemática através da Robótica Educacional, percebemos que muitas são as formas de se aprender Matemática nesta perspectiva e de forma contextualizada e interessante ao aluno, o que potencializa sua aprendizagem.

Já na questão da comunhão entre a Robótica Educacional e a Resolução de Problemas, percebemos que muitas são as possíveis análises sobre estas perspectivas. Com a Resolução de Problemas, acreditamos que sua utilização torna o objeto de estudo multifocal através da perspectiva de atender uma necessidade de resolução que busca compreender um questionamento de alguém que necessita resolver este problema. Assim, cada problema carece de observações dos participantes que resolvem o problema e do mediador da turma que propõe o problema. Este deve estar resguardado na sua necessidade de que existe minimamente um apontamento que deve ser compreendido para que seja dado o problema como resolvido.

Ao adentrar a Robótica Educacional, acreditamos que sua utilização contribuiu para potencializar os ganhos da Resolução de Problemas e para trazer outros. Nesta metodologia, a cada construção, quando os participantes propunham estratégias para resolver um problema e escolhiam por peças específicas, percebiam problemas secundários. Ao analisarem estes problemas secundários, distinguiam que, para cada um deles existem infinitas formas de resolvê-lo e que isto implica no produto final, que pode atender completamente, parcialmente ou não atender ao construtor.

Nesta perspectiva, resolver um problema é atender aos anseios do próprio educando que, por meio do Construcionismo, é colocado como agente principal na promoção da aprendizagem. É inegociável falar sobre Robótica Educacional e não falar sobre Construcionismo, pois Papert idealizou sua obra inspirando as práticas robóticas na Educação.

No que concerne à Teoria Socio-histórico-cultural de Vygotsky, observamos que, no trabalho coletivo a que os participantes são acometidos, cada indivíduo tem seus próprios requisitos para que o problema seja resolvido e nas discussões coletivas os educandos tentam chegar a um acordo, evidenciando inúmeras faces do problema e colocando à prova suas habilidades de resolver conflitos grupais para decidirem quais devem ser as características adotadas e quais devem ser abandonadas.

De mesma maneira, tratar a Resolução de Problemas na tentativa de fugir a teoria Socio-histórico-cultural é impossível, como apontam Leal Junior e Onuchic (2015) e Onuchic e Allevato (2011). Portanto, o diálogo entre Resolução de Problemas e Robótica Educacional é complexo e, na perspectiva da Educação Matemática, necessita de alguns critérios a se observar.

Identificamos, ao longo das oficinas, falhas cometidas, naturais ao pesquisar qualitativamente, mas que não podem deixar de ser expressas com risco de enviesar os dados. Por exemplo, a Matemática compreendida nas oficinas fugiu ao controle do mediador da turma quanto à profundidade. Não que aprender Matemática tenha que ter, necessariamente, uma ordem para todos os estudantes, pois isso é falso e caminha na contramão da Robótica Educacional. Mas acreditamos que a Matemática pretendida na oficina zero não foi completamente abordada. Não foi possível compreender todo o formalismo por detrás da Geometria Espacial e da Trigonometria. Com relação aos conteúdos Físicos, a exploração ocorreu com maior fluidez devido ao caráter prático desses conteúdos.

Apesar destas intempéries, observamos os ganhos do método evidenciados neste trabalho para os participantes. Pois a Interdisciplinaridade esteve presente em todas as discussões, em todas as oficinas havia espaço para a criatividade, o diálogo, a reflexão, o pensamento matemático, o aprimoramento social e uma série de outras competências necessárias para uma aprendizagem completa.

Destacamos a promoção da coletividade, na qual os estudantes dialogavam por todas as oficinas, mas com respeito e sem atrapalhar o andamento das atividades, utilizando a espontaneidade e a energia dos participantes como ferramenta que promova a aprendizagem. A este fator devemos a utilização da teoria de Vygotsky.

Ainda percebemos a verdadeira compreensão de conceitos abordados para utilização cotidiana dos educandos que antes viam a Matemática como uma ferramenta completamente abstrata e sem significado para suas vidas e é perceptível uma melhora no raciocínio lógico dos colaboradores, pegando como ponto de partida o início das oficinas.

Por todos estes motivos, acreditamos que a utilização da Robótica Educacional por meio da Resolução de Problemas em uma abordagem Socio-histórico-cultural traz enriquecimento para as práticas matemáticas, mas ainda devemos investigar formas de direcionar os estudantes para a aprendizagem de conceitos específicos que podem, ao longo das atividades nesta perspectiva, serem deixados de lado.

Para o futuro, muitas são as discussões possíveis acerca desta problemática, entre elas destacamos: Como avaliar o aluno? Que conhecimentos devem ser priorizados no processo? Como ensinar conteúdos específicos em sua totalidade? Esses e outros questionamentos, com certeza, servirão de inspiração para novos trabalhos, entendendo que nenhuma pesquisa tem um fim em si mesma, mas abre perspectivas que podem ser ampliadas, gerando novos direcionamentos e novas considerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, M. GATTI, B. A. **Métodos Qualitativos de Pesquisa em Educação no Brasil: origens e evolução.** S.e. 2008.

ANDRÉ, M. Oo que é Um Estudo de Caso Qualitativo em Educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

BESSA, V. da H. **Teorias de Aprendizagem.** Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2008.

BEZERRA, A. Prefácio. IN: VYGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente.** São Paulo, Martins Fontes, 1991. p.XII.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BORBA, M. C. A Pesquisa Qualitativa Em Educação Matemática. XXVII^a Rreunião da ANPED, Caxambu-MG. **Anais...** Caxambu – MG, nov., 2004.

BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. **A Informática Em Ação: Formação De Professores, Pesquisa e Extensão.** São Paulo: Olho d'Água, 2000, p. 84.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** MEC, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática: MEC/SEF, 2000.**

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei 11.892/2008**, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. 2008a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm. Acesso em: 15 out. 2017.

CALLEGARI, J. H. C. **A Robótica Educativa Com Crianças/Jovens: Processos Sociocognitivos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2015.

CAMPOS, F. R. **Diálogo Entre Paulo Freire e Seymour Papert: A Prática Educativa e As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.** Tese de doutorado defendida a Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.

CIDADE APRENDIZAGEM. **Matemática moderna.** 2009. Disponível em: <http://www.formacaoweb.com.br/ilessons/lay4/index.php?idCurso=37>. Acesso em: 11 nov. 2018.

D'AMBRÓSIO, U. **Algumas reflexões sobre a resolução de problemas**. Disponível em: <http://issonaoeproblemaseu.blogspot.com/2010/09/algumas-reflexoes-sobre-resolucaode.html>. Acesso em: 25 jul. 2010.

DANTE, L. R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. São Paulo: Ática, 2001.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2 ed. São Paulo: Cortez Brasília, DF: MEC / UNESCO, 2003.

DINIZ, R. H. N. **A Utilização da Robótica Educacional LEGO® e suas contribuições para o ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFETMG, Belo Horizonte, 2014.

DUARTE, N. A Escola de Vigotski e a Educação Escolar: algumas hipóteses para uma leitura pedagógica da psicologia histórico-cultural. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 7, n. 1/2, p. 17-50.1996.

ENGEL, G. I. **Pesquisa-ação**. Educar, UFPR, Curitiba, nº 16, p. 181-191, 2000.

ÉPOCA. **Seu Trabalho Tem Futuro?** Ed. 821. 2014. Disponível em: <https://epoca.globo.com/vida/vida-util/carreira/noticia/2014/03/bprofissoesb-condenadas-desaparecer-e-que-resistiraonovas-tecnologias.html>. Acesso em: 13 nov. 2018.

FERRO, M. DA G. D.; PAIXÃO, M. DO S. S. L. **Psicologia da Aprendizagem Fundamentos Teórico-metodológicos dos Processos de Construção do Conhecimento**. Ed. Edulpi, 1ª Ed. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

FOLHA de São Paulo. **Morre o educador e matemático Seymour Papert, 88, nos EUA**, 12 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2016/08/1798738-morre-o-educador-e-matematico-seymour-papert-88-nos-eua.shtml>. Acesso em: 11 out. 2018.

FRAZÃO, Dilva. **Isaac Newton**. E-biografia. 2018. Disponível em: https://www.ebiografia.com/isaac_newton/, Acesso em: 22 out. 2018.

GARNICA, A. V. M. História Oral e educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

GOMES, P. N. N. **A robótica educacional como meio para a aprendizagem da Matemática no ensino fundamental**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Formação de Professores, 2014.

GUARENTI, R. G. **Robótica Educacional na Educação Profissional e Tecnológica: Desafios e Possibilidades**, Um estudo de caso, Superando Desafios de Aprendizagem.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA. **Institucional**. 2018. Disponível em:

<http://www.sje.ifmg.edu.br/portal/index.php/campus-sao-joao-evangelista>. Acesso em: 13 out. 2018.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Editora Massangana, 1ª edição, Coleção do MEC, Recife, 2010.

JOHN-STEINER V.; SOUBERMAN E. Pós-fácio. IN: VYGOTSKI, L. S. **A Formação Social Da Mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

KENSKI, V. M. **Tecnologias E Ensino Presencial E a Distância**. Papirus, 2003. p. 139.

LEAL JUNIOR, L. C.; ONUCHIC, L. de la R. **Ensino e Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas como prática Sociointeracionista**. Boletim de Educação Matemática, vol. 29, núm. 53, dezembro, 2015, p. 955-978.

LEGO BRASIL. **Grupo Lego**. 2018. Disponível em: <https://www.legobrasil.com.br/grupo-lego>., Acesso em: 22 out. 2018.

LIMA, F. H. de. **Um Método de Transcrições e Análise de Vídeos: A Evolução de Uma Estratégia**. CNPq, processo n. PPM 00235/13, Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2015.

MILANI, W. N. **A Resolução de Problemas como ferramenta para a aprendizagem de progressões aritméticas e geométricas no ensino médio**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática. 2011.

MUNARI, A. **Jean Piaget**. Editora Massangana, 1ª edição, Coleção do MEC, Recife, 2010.

NUNES, S. da C.; SANTOS, R. P. dos. **O Construcionismo de Papert na Criação de um Objeto de Aprendizagem e sua Avaliação Segundo a Taxionomia de Bloom**. IX ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, décima primeira edição, Água de Lindóia, SP, novembro, 2013.

ONUCHIC, L. R., ALLEVATO, N. S. G. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. Boletim de Educação Matemática, vol. 25, núm. 41, dezembro, 2011, p.73-98.

PÁDUA, G. L. D. de. A Epistemologia Genética de Piaget. **FACEVV**, n.º 2, 1º Semestre de 2009, p. 22-35.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAPERT, S. **Mindstorm Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York, Basic Books, 1980, p. 230.

PEREIRA, W. R. F. **Altas Habilidades/Superdotação E Robótica: Relato De Uma Experiência De Aprendizagem A Partir De Vygotsky**. Dissertação (Mestrado em

Educação Tecnológica) – Centro Universitário Internacional UNINTER, Educação e Novas Tecnologias, Curitiba, 2016. 220 p.

PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1970. (Coleção Os Pensadores)

PIAGET, J. **Problemas de Psicologia Genética**. São Paulo: Ed. Cultura, 1972.

PIRES, J. N. **Robótica – Das máquinas gregas à moderna robótica industrial**. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade de Coimbra, 2002.

POLYA, G. Sobre a resolução de problemas de matemática na high school. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. (Org). **A resolução de problemas na matemática escolar**. São Paulo: Atual, 1997.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. **Bolema**, Rio Claro, SP. v. 17, n. 21, p. 81-140, mai. 2004.

QUORA. **Dimensions of LEGO**. 1998. Disponível em: <https://www.quora.com/Are-the-dimensions-of-LEGO-bricks-functional-for-recreating-a-Minecraft-environment>. Acesso em: 13 out. 2018.

RESUMO ESCOLAR. **Quem foi Karl Marx?** 2018. Disponível em: <https://www.resumoescolar.com.br/filosofia/resumo-sobre-karl-marx-quem-foi-karl-marx/>. A, acesso em: 19 out. 2018.

RIBEIRO, Thyago. **Forças de atrito**. 2018. Disponível em: <https://www.infoescola.com/mecanica/forcas-de-atrito/>. Acesso em: 10 nov. 2018.

RODARTE, A. P. M. **A robótica como auxílio à aprendizagem da matemática: percepções de uma professora do ensino fundamental público**. Lavras, Minas Gerais: UFLA, 2014, 74p.

ROMANATTO, M. C. Resolução De Problemas Nas Aulas De Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFScar, v.6, n. 1, p. 299-311, mai. 2012. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br>. Acesso em: 21 out. 2018.

SANTOS, C. F. R. dos. A robótica educacional e seu potencial como ferramenta de explicitação de invariantes operatórios relacionados a conceitos matemáticos. ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EBRAPEM). **Anais...**, Curitiba – PR, Nov-2016.

SCHELLER, M.; VIALI L.; LAHM, R. A. A Aprendizagem No Contexto Das Tecnologias: Uma Reflexão Para Os Dias Atuais. **CINTED – Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, nº 2, dezembro, 2014.

SCHOENFELD, A. Porque toda esta agitação acerca da resolução de problemas? In: ABRANTES, P., LEAL, L. C.; PONTE, J. P. (Eds.). **Investigar para aprender matemática**. Lisboa: APM e Projecto MPT, 1996. p. 61-72.

SIGNIFICADOS. **Ad Hoc**. 2018. Disponível em: <https://www.significados.com.br/ad-hoc/>, Acesso em: 20 out. 2018.

SILVA, J. F. da. **Um Estudo Do Programa De Consolidação Das Licenciaturas No Contexto Da Formação Inicial De Professores De Matemática**. Doutorado apresentado a - Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN, São Paulo, 253p., Educação Matemática, 2017.

SILVA, J. F.; QUEIROZ, D. M. S. Práticas de Resolução de Problemas em Educação Estatística: uma Abordagem Pedagógica do ENEM. XI ECEM, 25 e 26 de outubro de 2018, IFES-Cariacica. **Anais...** Cariacica – ES, 2018.

SÓ FÍSICA. **Teorema de Stevin**. 2018. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/EstaticaeHidrostatica/teoremadestevin.php>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SÓ HISTÓRIA. **Revolução Russa**. 2018. Disponível em: <https://www.sohistoria.com.br/ef2/revolucaorussa/>, Acesso em: 01 nov. 2018./11/2018.

SÓ MATEMÁTICA. **Gottfried Wilhelm von Leibniz**. Virtuoso Tecnologia da Informação, 1998-2018. Disponível em: <https://www.somatematica.com.br/biograf/leibniz.php>, Acesso em: 19 out. 2018.

SOFTPEDIA. **Turtle Graphics for Mac**. 2009. Disponível em: <https://mac.softpedia.com/get/Graphics/Turtle-Graphics.shtml>. Acesso: 12 out./10/ 2018. às 10:26.

STROEYMEYTE, T. S. da L. **Currículo, Tecnologias e Alfabetização Científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC), Educação: Currículo, São Paulo, 2015.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

TODA MATÉRIA. **Velocidade angular**. 2017. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/velocidade-angular/>, Acesso em: 10 nov. 2018./11/2018 às 09:15.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: Uma Introdução Metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, nº 3, p. 443-466, set/dez. 2005.

VARGAS, G. G. B. de. **A Metodologia da Resolução de Problemas e o ensino de estatística no nono ano do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Franciscano de Santa Maria – RS. Ensino de Física e Matemática. 2013.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1991, p.90.

WALLE, J. A. V. **Mmatemática no Ensino Fundamental**: formação de professores e aplicações em sala de aula. Porto Alegre: Artmed, 2009. 584 p.

WELFER, C.; BONETE, I. P. **O Uso da Resolução de Problemas no Ensino do Teorema De Tales e do Teorema de Pitágoras**. v. 1. Secretaria de Educação do Paraná: O Professor PDE e Os Desafios da Escola Pública Paranaense. Laranjeiras do Sul. 2010.

ZOOM. Lego Education. **Manual Didático-Pedagógico**. 1. Curitiba: Ed. Editora ZOOM Educacional, 2013.

ZOOM. **Tecnologia LEGO mindstorms**. 2013. Disponível em: <http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/7eec7c569d07e64c95c82abb2efb0b35.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2017.

ZORZAN, A. S. L. Ensino-aprendizagem: algumas tendências na Educação Matemática. Erechim – RS, **Revista Ciências Humanas Frederico Westphalen, Educar Pela Pesquisa: Formação e Processos de Estudo e Aprendizagem com Pesquisa**, v. 8, n°. 10. p. 77-93, junho 2007.

APÊNDICE A: PUBLICAÇÃO REALIZADA AO LONGO DO TCC ENVOLVENDO RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (FORMATO ORIGINAL EXIGIDO PELO CONGRESSO)

PRÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA DO ENEM

Douglas Miguel Souto Queiroz
Instituto Federal de Minas Gerais – campus São João Evangelista
douglasmsq@gmail.com

José Fernandes da Silva
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista
jose.fernandes@ifmg.edu.br

Resumo: O presente trabalho se constitui num relato de experiência sobre oficinas realizadas com alunos de Ensino Médio. A temática de tais oficinas foi educação estatística no viés da resolução de problemas, tendo questões do Exame Nacional do Ensino Médio – Enem, com as respectivas adaptações como situações motivadoras. O referencial teórico foi composto pelas abordagens da resolução de problemas e educação estatística. É uma investigação qualitativa, com viés de pesquisa-ação. Foram realizadas seis oficinas com alunos de Ensino Médio, tendo como coleta de dados a observação e recolha de protocolos. Para cada oficina, utilizou-se a sequência apresentada por Onuchic e Allevato, que visa contribuir para a compreensão detalhada de uma situação problema, ou seja, preparação do problema, leitura individual, leitura em conjunto, resolução do problema, observar e incentivar, registro das resoluções na lousa, plenária, busca do consenso e formalização do conteúdo. Pela análise dos dados obtidos percebe-se que os alunos participantes desenvolveram um papel importante na resolução das situações propostas. Tanto na resolução matemática, quanto nas reflexões sobre os contextos envolvidos em cada questão, os alunos, colaborativamente, apresentaram suas resoluções e pontos de vista.

Palavras-chave: Educação Estatística; Resolução de Problemas; Situação-problema.

Introdução

O presente artigo explicita uma investigação realizada com alunos do Ensino Médio envolvendo discussões de educação estatística e resolução de problemas.

Em muitos aspectos do cotidiano a Matemática se faz presente, em especial, aspectos relacionados a análise de gráficos e tabelas que, por via de regra, comunicam e sintetizam informações diversas.

É mister que os alunos adquiram a capacidade de analisar e discutir informações contidas em gráficos e tabelas, pois trata-se de um conhecimento importante para o desenvolvimento da criticidade e, conseqüentemente, da cidadania.

Neste sentido, é necessário que a aula de Matemática promova o enfrentamento de situações problemas que promova o debate e o protagonismo do aluno. No que diz respeito ao campo da Probabilidade e da Estatística muitas são as situações que podem ser debatidas em sala de aula. A Probabilidade e Estatística é de suma importância para

a vida dos educandos devido a grande influência que possui na vida das pessoas. Segundo Lopes (2003):

Atualmente, é essencial que tenhamos consciência dessa dimensão da Estatística e da Probabilidade, uma vez que o cidadão deste início de século tem como necessidade básica pensar estatisticamente, ou seja, desenvolver sua capacidade de análise, de crítica e de intervenção, ao lidar com informações veiculadas em seu cotidiano. (LOPES, 2013, p.21).

Assim, conforme o supracitado, as pessoas, em suas práticas cotidianas, resolvem problemas, lidam com o acaso e tomam decisões. Cabe a escola valer destas experiências para a abordagem sistematizada destes conhecimentos.

Por esta razão, o objetivo deste trabalho consiste em investigar como alunos do Ensino Médio enfrentam situações-problema na perspectiva da Educação Estatística.

Referencial Teórico

Sobre Resolução de Problemas

De acordo com Stanic e Kilpatrick (1989) os problemas sempre ocuparam espaço no contexto dos currículos de Matemática, porém, para os autores, a resolução de problemas não foi objeto de atenção.

Um dos primeiros estudos sobre a resolução de problemas foi o de George Polya, cujo livro *“A Arte de Resolver Problemas”*, publicado em 1945, tornou-se célebre nas discussões neste campo. Desde as primeiras discussões sobre a resolução de problemas, muitas outras foram publicadas no contexto acadêmico, visando, o uso desta perspectiva teórica como metodologia para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Para este trabalho, adotou-se as abordagens de Onuchic e Allevato (2011) que afirmam:

- Resolução de problemas coloca o foco da atenção dos alunos sobre as ideias matemáticas e sobre o dar sentido.
- Resolução de problemas desenvolve poder matemático nos alunos, ou seja, capacidade de pensar matematicamente, utilizar diferentes e convenientes estratégias em diferentes problemas, permitindo aumentar a compreensão dos conteúdos e conceitos matemáticos.
- Resolução de problemas desenvolve a crença de que os alunos são capazes de fazer matemática e de que a Matemática faz sentido; a confiança e a auto-estima dos estudantes aumentam.
- Resolução de problemas fornece dados de avaliação contínua, que podem ser usados para a tomada de decisões instrucionais e para ajudar os alunos a obter sucesso com a matemática.
- Professores que ensinam dessa maneira se empolgam e não querem voltar a ensinar na forma dita tradicional. Sentem-se gratificados com a constatação de que os alunos desenvolvem a compreensão por seus próprios raciocínios.
- A formalização dos conceitos e teorias matemáticas, feita pelo professor, passa a fazer mais sentido para os alunos. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p.82).

Notadamente, a resolução de problemas possui a capacidade de mobilização de professores e alunos em torno da construção de conceitos matemáticos.

Tais autoras, ainda propõem que uma aula baseada em resolução de problemas siga alguns passos que podem possibilitar uma organização processual e atitudinal. São eles:

- Preparação do problema: selecionar um problema, visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento;
- Leitura individual: cada aluno faz a leitura do problema como forma de contato inicial;
- Leitura em conjunto: após formar grupos os alunos leem o problema;
- Resolução do problema: os alunos resolvem o problema de forma colaborativa, dialogando sobre os dados;
- Observar e incentivar: o professor faz a mediação do processo de resolução do problema, orientando, sugerindo, promovendo indagações;
- Registro das resoluções na lousa: representantes dos grupos registram suas resoluções na lousa, podendo estas serem corretas ou não;
- Plenária: promoção de debate sobre as resoluções e os resultados;
- Busca do consenso: após os debates os alunos, sob mediação do professor, buscam chegar a um consenso sobre o/s resultado/os do problema proposto e;
- Formalização do conteúdo: o professor se encarrega de promover formalizações pertinentes dos conteúdos envolvidos na solução do problema.

Colaborando com as perspectivas de Onuchic e Allevato (2011), Welfer e Bonete (2010), ressaltam que:

Utilizar a metodologia da Resolução de Problemas significa utilizar, em sala de aula, problemas que despertam a curiosidade do aluno. Para tanto, os problemas devem apresentar um enunciado que suscite uma investigação, diferente dos tradicionais problemas em que o enunciado, praticamente, já traz a solução [...]. Nestes tipos de problema, o aluno resolve o problema sem compreender o porquê de ter realizado a operação, faz apenas por repetição de um modelo já resolvido pelo professor. (WELFER; BONETE, 2010, p.10).

Neste sentido, a resolução de problemas como metodologia para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática tem se constituído elemento importante e desafiador para a nova sala de aula, onde os alunos carecem de situações motivadoras para construir seus conhecimentos.

Sobre Educação Estatística

A sociedade atual vive rodeada de informações estatísticas. Tais informações, carecem de interpretações que vão além da decodificação numérica. Aos leitores é requerida uma interpretação crítica destas informações, pois estas, na maioria das vezes, dizem respeito a aspectos de cidadania e qualidade de vida. Em consonância a esta abordagem Moore (2000), relata:

Não podemos escapar dos dados, assim como não podemos evitar o uso de palavras. Tal como palavras os dados não se interpretam a si mesmos, mas devem ser lidos com entendimento. Da mesma maneira que um escritor pode

dispor as palavras em argumentos convincentes ou frases sem sentido, assim também os dados podem ser convincentes, enganosos ou simplesmente inócuos. A instrução numérica, a capacidade de acompanhar e compreender argumentos baseados em dados, é importante para qualquer um de nós. O estudo da estatística é parte essencial de uma formação sólida. (MOORE, 2000).

Assim, é necessário entender que os conhecimentos estatísticos e probabilísticos devem estar sintonizados com as práticas sociais, culturais, políticas e econômicas dos alunos. Para Lopes (2008):

A competência nesses assuntos permite aos alunos uma sólida base para desenvolverem estudos futuros e atuarem em áreas científicas como a biologia e as ciências sociais. Além disso, ao considerarmos o mundo em rápida mudança como o que estamos vivendo, é imprescindível o conhecimento da probabilidade de ocorrência de acontecimentos para agilizarmos a tomada de decisão e fazermos previsões. (LOPES, 2008, p. 60).

A citada autora, aponta que o relacionamento entre os pensamentos combinatório, probabilístico e estatístico, constitui elemento importante para a compreensão dos fenômenos do dia a dia. Assim, Lopes (2003), aponta:

A Combinatória, a Probabilidade e a Estatística estão em nosso cotidiano, através do azar, do aleatório e do acaso. Desempenham um papel importante na compreensão a respeito da natureza, justificando a necessidade de possibilitar às pessoas o contato e o confronto com essas ideias, desde o início da escolaridade, ao realizarem experiências concretas e investigativas. A presença marcante da Estocástica em nossas vidas nos influencia na forma de pensarmos e de agirmos, instrumentalizando-nos para sermos mais cômicos da realidade social. (LOPES, 2003, p. 89).

Nesta perspectiva, é salutar apontar que tais campos da Matemática podem e devem ser abordados pela resolução de problemas. Lopes (2008) faz defesa da interface entre resolução de problemas e educação estatística:

Acreditamos que não faz sentido trabalharmos atividades envolvendo conceitos estatísticos e probabilísticos que não estejam vinculados a uma problemática. Propor coleta de dados desvinculada de uma situação-problema não levará à possibilidade de uma análise real. Construir gráficos e tabelas desvinculados de um contexto ou relacionados a situações muito distantes do aluno pode estimular a elaboração de um pensamento, mas não garante o desenvolvimento de sua criticidade. (LOPES, 2008, p. 62).

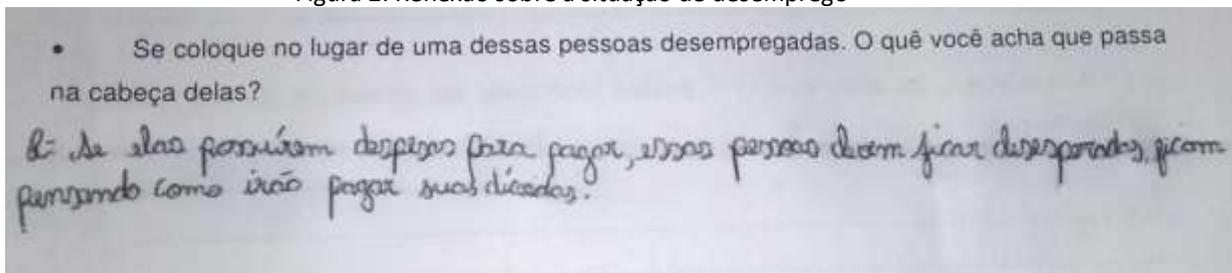
Desta forma, os currículos devem repensar as abordagens dos conteúdos, pois estes, são veículos para a construção de práticas de cidadania. A educação estatística possui fundamental importância na desconstrução de práticas pedagógicas baseadas em repetição e mera memorização de regras e códigos. Para além disso, a educação estatística, em estreita relação com a resolução de problemas chama docentes e alunos à criticidade das informações.

Metodologia

Esta é uma investigação qualitativa (Bogdan; Biklen, 1982), na qual, tem-se o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Neste sentido, justifica-se a realização de pesquisa-ação, sobre a qual Thiollent (2009) afirma:

A resolução desta aluna, mostra sua compreensão da situação proposta e a organização da solução. Além disso, foi proposto aos alunos que refletissem sobre a situação de desemprego. A aluna B, em sua reflexão apontou o seguinte:

Figura 2: Reflexão sobre a situação de desemprego



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Tal reflexão constituiu elemento importante no contexto da situação proposta, pois, a aula de Matemática deve ser espaço para reflexões sobre os dramas vividos pela sociedade. Tal perspectiva coaduna com as abordagens de Lopes (2008), quando afirma que "...para que uma pessoa seja educada estatisticamente, ela deverá ser capaz de comunicar efetivamente as discussões sobre os resultados de investigações estatísticas...". (LOPES, 2008, p. 70).

No problema, estava ilustrado na figura 3, aparece uma tabela que ilustra uma situação de processo seletivo para o mercado de trabalho. Para além do cálculo matemático foi realizada uma discussão sobre o contexto e a forma de seleção proposta pela empresa. Eis a questão:

Figura 3: Situação-problema

Matemática + Estatística
Ano: 2016 Banca: INEP Prova: Estatística Exame Nacional de Ensino Médio

Uma pessoa está disputando um processo de seleção para uma vaga de emprego em um escritório. Em uma das etapas desse processo, ela tem de digitar oito textos. A quantidade de erros dessa pessoa, em cada um dos textos digitados, é dada na tabela.

Texto	Número de erros
I	2
II	0
III	2
IV	2
V	5
VI	3
VII	4
VIII	5

Nessa etapa do processo de seleção, os candidatos serão avaliados pelo valor da mediana do número de erros. A mediana dos números de erros cometidos por essa pessoa é igual a

$0, 2, 2, 2, 3, 4, 5, 6$ $\frac{2+3}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$ erros

- Encontre a média dos erros também.
 $\frac{2+2+2+2+3+4+5+5}{8} = \frac{24}{8} = 3$ erros
- Você contrataria essa pessoa?
Sim, pois com o menor erro garantido e de distribuição que a pessoa fez para não ter de não atingir a quantidade de erros.
- A quantidade de erros que essa pessoa teve pode ser reflexo de um despreparo na qualificação para o cargo?
Não, contudo a pessoa que tem o menor número de erros deve ser avaliada sobre outros aspectos.
- Você está preparado para ingressar no mercado de trabalho?
Não, pois a experiência vem com o tempo.

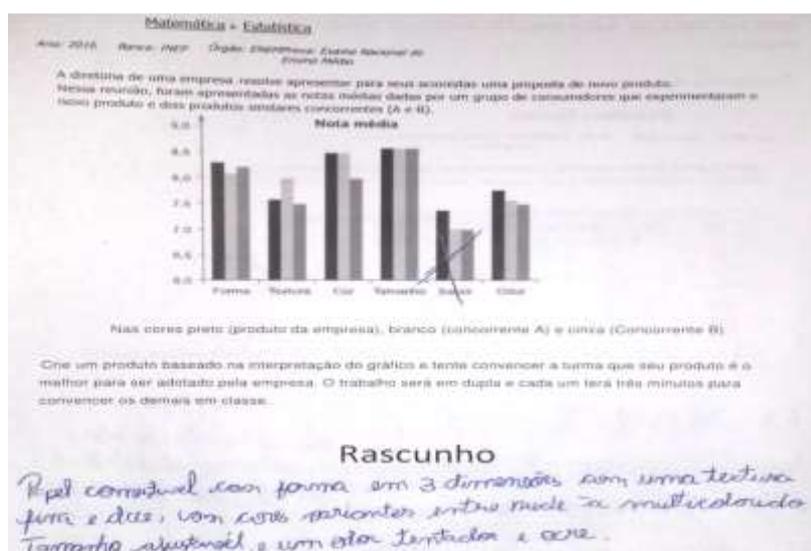
Fonte: Inep, 2016 – adaptada.

No que concerne a resolução matemática, os alunos não apresentaram dificuldades. Realizaram a leitura, debateram em grupos, resolveram na lousa e chegaram ao consenso da resposta. Contudo, o debate maior foi relacionando à forma de seleção proposta pela empresa. A aluna C, cuja resposta está na figura supracitada, demonstrou uma preocupação e afirmou que os erros de digitação, por si só, eram insuficientes para descartar um profissional. Discussões interdisciplinares devem fazer parte da aula de Matemática, pois segundo Lopes (2012) “A matemática escolar deve propiciar cada vez mais a investigação, a reflexão e a criatividade, rompendo com o determinismo que geralmente inibe a ideia de movimento e transformação, tão importante na elaboração do conhecimento.” (LOPES, 2012, p. 166).

Buscando dar protagonismo aos alunos, na resolução dos problemas propostos, foi solicitado a estes que, diante de uma situação dada, criassem um produto e justificassem a sua importância.

A aluna D, após intensa discussão, sobre a situação-problema proposta, apresentou a seguinte resposta:

Figura 4: Situação-problema



Fonte: Inep, 2016 – adaptada.

As resoluções dos alunos foram criativas e demonstraram amadurecimento com escolhas, envolvendo aspectos de sustentabilidade.

No problema da figura 5, houve uma demanda de uma resolução mais elaborada, pois os alunos deveriam relacionar informações oriundas de uma tabela. O aluno E respondeu da seguinte forma:

Figura 5: Situação-problema

Matemática - Estatística

Ano: 2012 Banca: INEP Órgão: ENEM Prova: Exame Nacional do Ensino Médio

A tabela a seguir mostra a evolução da receita bruta anual nos três últimos anos de cinco microempresas (ME) que se encontram à venda.

ME	2009 (em milhares de reais)	2010 (em milhares de reais)	2011 (em milhares de reais)
Atéletes V	200	220	240
Beras W	200	230	200
Chocolates X	250	210	215
Pizzaria Y	230	230	230
Tecelagem Z	180	210	245

Um investidor deseja comprar duas das empresas listadas na tabela. Para tal, ele calcula a média da receita bruta anual dos últimos três anos (de 2009 até 2011) e escolhe as duas empresas de maior média anual.

Handwritten solution:

$$AV = \frac{200 + 220 + 240}{3} = 220$$

$$Beras W = \frac{200 + 230 + 200}{3} = 210$$

$$ChX = \frac{250 + 210 + 215}{3} = 225$$

$$Pizzaria Y = \frac{230 + 230 + 230}{3} = 230$$

$$Tecelagem Z = \frac{180 + 210 + 245}{3} = 205$$

Handwritten conclusion: R.: O investidor deve comprar chocolates X e da Pizzaria Y.

Fonte: Inep, 2012 - adaptada.

Observa-se que este aluno compreendeu de forma proativa o proposto no enunciado e conseguiu obter o resultado. Tal resolução foi oriunda de diálogos com os demais participantes.

Em todas as situações propostas houveram debates e discussões. Ocorreram dificuldades e incompreensões, mas a atuação do professor como mediador do processo foi preponderante para que refletissem suas tomadas de decisões. Tal postura é fundamental, pois segundo Onuchic e Allevato (2011):

O professor incentiva os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios e técnicas operatórias, já conhecidas, necessárias à resolução do problema proposto. Estimula-os a escolher diferentes caminhos (métodos) a partir dos próprios recursos de que dispõem. Entretanto, é necessário que o professor atenda os alunos em suas dificuldades, colocando-se como interventor e questionador. Acompanha suas explorações e ajuda-os, quando necessário, a resolver problemas secundários que podem surgir no decurso da resolução: notação; passagem da linguagem vernácula para a linguagem matemática; conceitos relacionados e técnicas operatórias; a fim de possibilitar a continuação do trabalho. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p.84).

Assim, o papel do professor numa aula de resolução de problemas consiste num processo de orientação e mediação.

Conclusões

Pela análise dos dados obtidos percebe-se que os alunos participantes desenvolveram um papel importante na resolução das situações propostas. Tanto na resolução matemática, quanto nas reflexões sobre os contextos envolvidos em cada questão, os

alunos, colaborativamente, apresentaram suas resoluções e pontos de vista. A educação estatística é um espaço importante para o professor desenvolver um trabalho de enfrentamento de problemas, pois, estes representam contextos de vivências da sociedade.

Os diálogos interdisciplinares são possíveis quando, na sala de aula de Matemática, aproximam elementos da educação estatística e da resolução de problemas.

Todos os educandos, participantes desta investigação, chegaram à conclusão de que a matemática é importante para suas vidas, pois está presente em situações diversas, desde aspectos da vida pessoal, até aspectos da vida profissional.

Foi observado que os alunos possuem dificuldade em valer da escrita matemática para resolver os problemas, em alguns casos, se perdendo dentro da resolução do proposto. Nestes casos, foi observada a importância do trabalho coletivo, visto que alunos com maior facilidade compartilhavam seus conhecimentos com os colegas, realizando reflexões.

Por fim, ficou evidente a importância das abordagens da resolução de problemas no contexto da educação estatística. Estas abordagens devem se constituir um *continuum* no âmbito do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, pois possibilitam o protagonismo de alunos e professores.

Há urgência na adoção de metodologias que promovam o debate e a cidadania na sala de aula de Matemática.

Referências

LOPES, Celi Espasandin. **O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores.** *Cad. CEDES* [online]. 2008, vol.28, n.74, pp.57-73

LOPES, C. A. E. **O Conhecimento Profissional Dos Professores E Suas Relações Com Estatística E Probabilidade Na Educação Infantil.** Tese de Doutorado apresentado a Universidade Estadual De Campinas Faculdade De Educação, Campinas, 2003, p. 281.

MOORE, D. **A Estatística Básica e sua prática.** Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2000

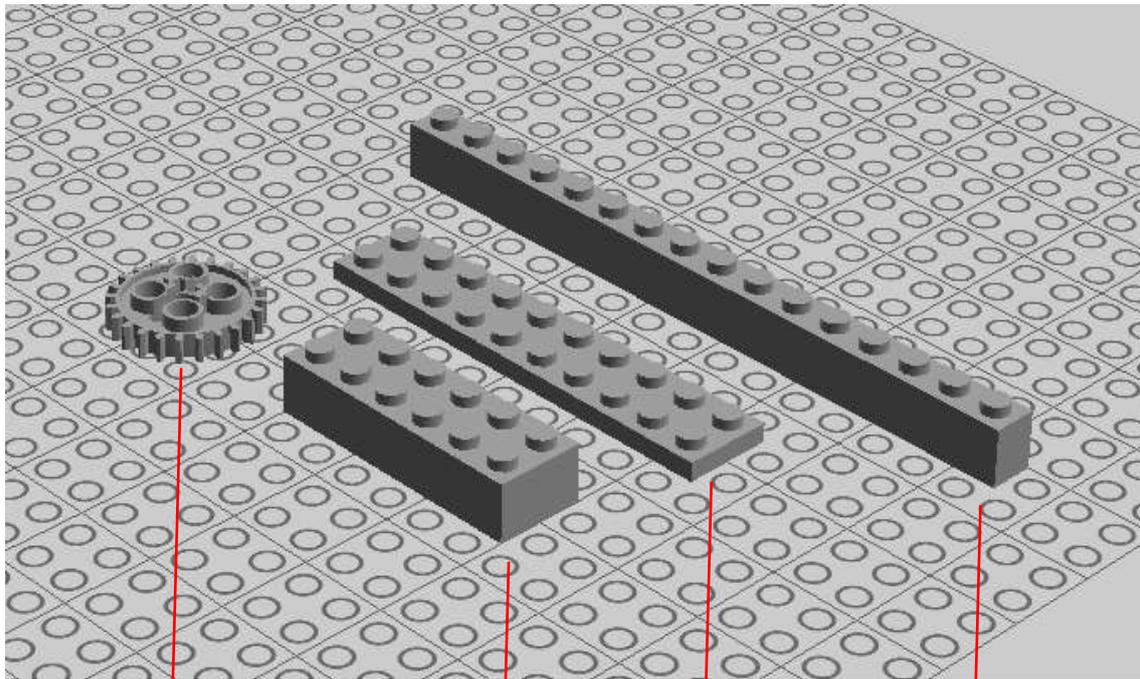
ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. **Pesquisa Em Resolução De Problemas: Caminhos, Avanços E Novas Perspectivas.** *Revista Bolema*, Rio Claro (SP), v.25, n. 41, dez. 2011, p. 73-98.

ROMANATTO, M. C. **Resolução De Problemas Nas Aulas De Matemática.** *Revista Eletrônica de Educação*. São Carlos, SP: UFScar, v.6, n. 1, p. 299-311, mai. 2012. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br>. Acesso em: 27/06/2018.

STANIC, G. M. A; KILPATRICK, Jeremy. **Perspectivas históricas da resolução de problemas no currículo de matemática.** Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/sd/textos/stanic-kilpatrick.pdf> . Acesso em: 30 de set 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2009.

WELFER, C. BONETE, I. P. **O Uso Da Resolução De Problemas No Ensino Do Teorema De Tales E Do Teorema De Pitágoras.** *O Professor PDE e Os Desafios da Escola Pública Paranaense*. Paraná. Secretaria de Educação do Paraná, v. 1, 2010.

APÊNDICE B – NOMES DAS PEÇAS LEGO UTILIZADAS

Engrenagem

Bloco

Telha

Viga

ANEXO 1 – PERMISSÃO PARA UTILIZAÇÃO DA MARCA ZOOM EDUCATION FOR LIFE.

29/11/2018

Gmail - Re:



Douglas Miguel Souto Queiroz <douglasmsq@gmail.com>

Re:**Relacionamento Zoom** <relacionamento@zoom.education>

12 de novembro de 2018 15:58

Responder a: Nathalie <chat+07faa8ee8a58a9441403811c100d8441@pzw.io>

Para: Douglas Miguel Souto Queiroz <douglasmsq@gmail.com>

Olá Douglas, boa tarde!
Tudo bem?

Ficamos muito felizes em poder participar e contribuir com seu projeto!
Autorizamos o uso dos fascículos de nossos programas como parte do seu trabalho de conclusão de curso, seguindo as normas de citações e referências aos autores e empresa ZOOM education for life, para fins de direitos autorais. Por gentileza, pedimos que assim que o trabalho for finalizado você nos encaminhe para conhecimento!

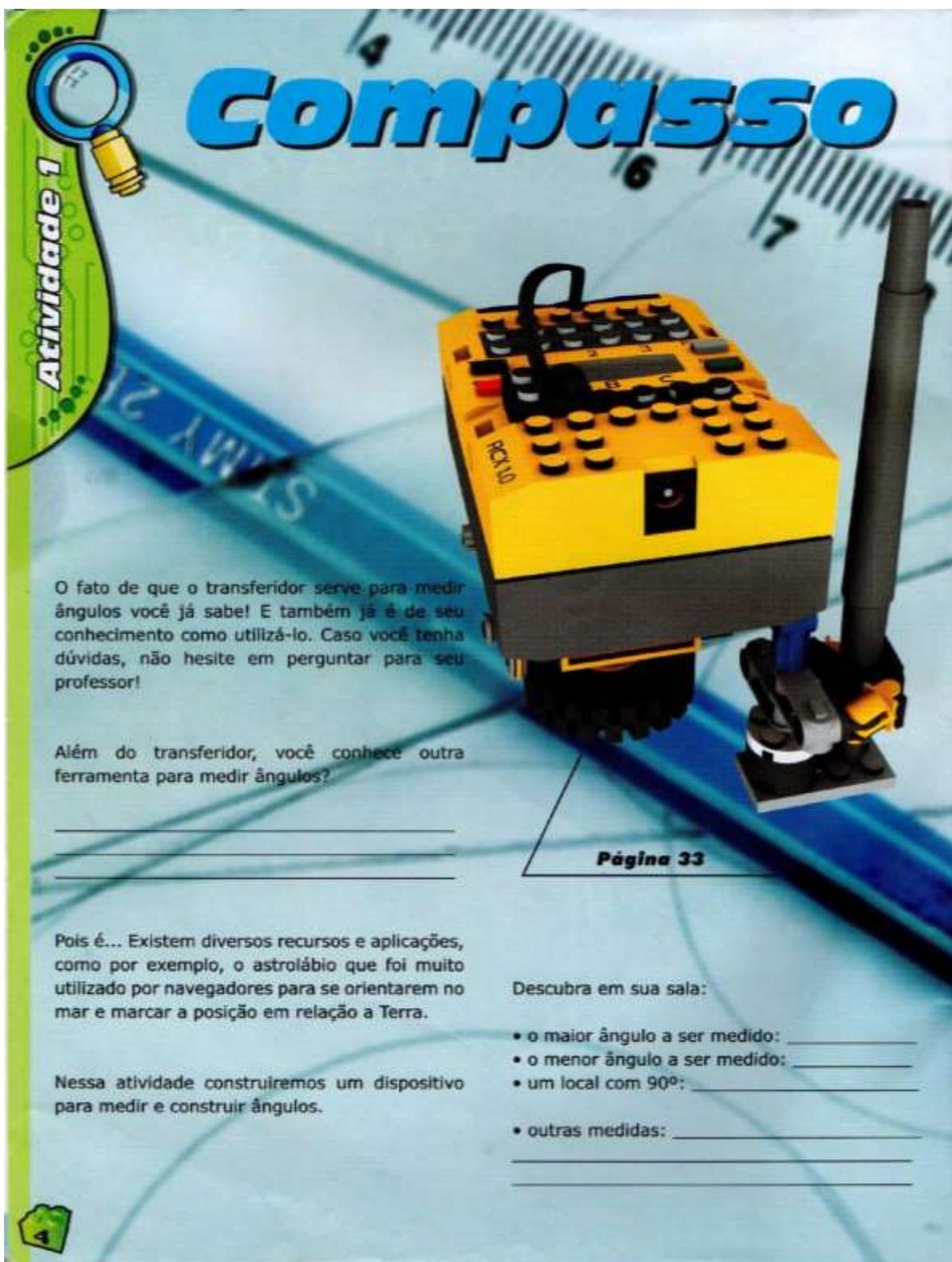
Desejamos boa sorte e sucesso!

Atenciosamente,

Equipe ZOOM
Relacionamento e suporte.

Atenciosamente,
Equipe Uau!

**ANEXO 2 - ATIVIDADES SOBRE O COMPASSO ROBÓTICO PROPOSTAS
PELO MANUAL ZOOM**



Atividade 1

Compasso

O fato de que o transferidor serve para medir ângulos você já sabe! E também já é de seu conhecimento como utilizá-lo. Caso você tenha dúvidas, não hesite em perguntar para seu professor!

Além do transferidor, você conhece outra ferramenta para medir ângulos?

Pois é... Existem diversos recursos e aplicações, como por exemplo, o astrolábio que foi muito utilizado por navegadores para se orientarem no mar e marcar a posição em relação a Terra.

Nessa atividade construiremos um dispositivo para medir e construir ângulos.

Página 33

Descubra em sua sala:

- o maior ângulo a ser medido: _____
- o menor ângulo a ser medido: _____
- um local com 90° : _____
- outras medidas: _____

Desafio

Com este projeto, sua equipe também pode criar desenhos, obras de arte. Aprimore seu modelo e desenhe no espaço abaixo suas produções.

Hermes Photo-Objects





X da questão

RELAÇÕES

TRIGONOMÉTRICAS

NO TRIÂNGULO

RETÂNGULO

Material Utilizado

- Vigas de vários tamanhos;
- Folha de papel;
- Lápis;
- Régua (ou use a viga maior);
- Transferidor (para medir ângulos).

Hoje sua missão será bem simples, embora o título possa desencorajar um pouco.

Forme pares usando as vigas, de tal modo que o tamanho de uma seja o dobro do da outra. Tente encontrar, pelo menos, três pares diferentes.

Utilizando a régua, trace no papel um segmento de reta com 10 cm, aproximadamente de comprimento.

Escolha um par qualquer, para ajudar a traçar um triângulo.

Utilizando a menor viga do par escolhido, trace uma perpendicular na extremidade do segmento que você já desenhou no papel, com o mesmo tamanho dessa viga. Use os cantos da peça para traçar a perpendicular.

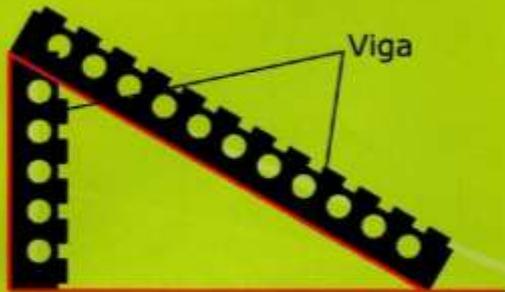


Viga

— Linha traçada pelo lápis

6

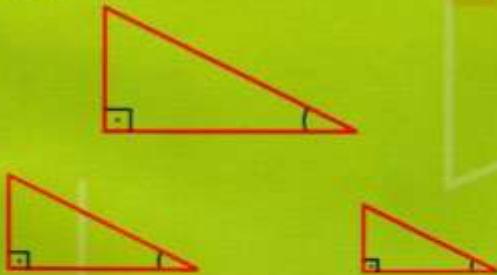
A partir da extremidade livre do segmento que você acabou de desenhar, trace o terceiro lado do triângulo com o comprimento da viga maior.



— Linha traçada pelo lápis

Trata-se de um triângulo retângulo (possui ângulo reto) no qual dois lados têm o tamanho das vigas que você escolheu e, por isso, um deles tem o dobro da medida do outro.

Repita o procedimento e desenhe pelo menos mais dois triângulos, obedecendo à receita anterior.



Bem, se você está craque em geometria, deve saber que esses triângulos são semelhantes e, além disso, o ângulo em destaque deve medir 30°. Comprove com o transferidor!

Isto é incrível! E acontece com qualquer par de segmentos no qual um seja o dobro do outro, ao serem colocados para formar um triângulo retângulo, como fizemos anteriormente.

Podemos descrever isso do seguinte modo: "Em qualquer triângulo retângulo que tenha um ângulo de 30°, o lado que fica em frente, também conhecido como cateto oposto, possui metade do comprimento do maior lado do triângulo, a hipotenusa."

Ou podemos dizer que "em qualquer triângulo retângulo que tenha um ângulo de 30°, o cateto oposto a esse ângulo, dividido pela hipotenusa, é igual a $\frac{1}{2}$."

Ou, ainda: "O seno de 30° é igual a meio ($\text{sen}30^\circ = \frac{1}{2}$)".

Podemos entender a palavra "seno" como a "divisão do cateto oposto pela hipotenusa". No caso, se o ângulo for 30°, o resultado sempre será $\frac{1}{2}$.

Em outros ângulos, teremos comprimentos de segmentos diferentes fornecendo razões diferentes, ou seja, "senos" diferentes.

Utilizando o mesmo raciocínio, tente explicar a tabela:

	30°	45°	60°
sen	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
cos	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
tan	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$

Caso você se enrosque, peça ajuda ao seu professor de Matemática.



ANEXO 3 - PASSO A PASSO DA CONSTRUÇÃO DO COMPASSO ROBÓTICO



2A

- 2x
- 1x
- 1x
- 2x
- 4x

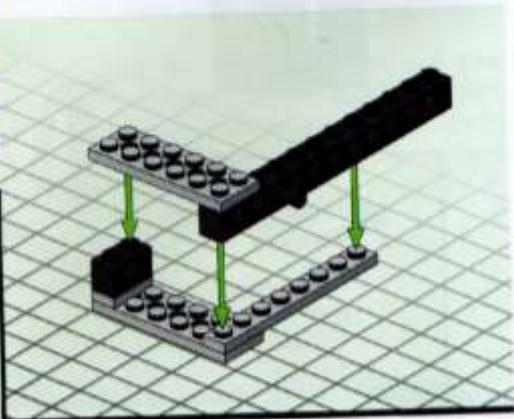


3A

- 1x
- 2x
- 1x

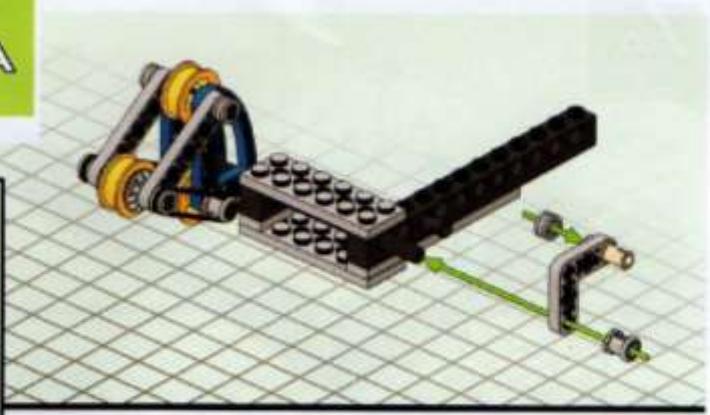
4A

- 1x
- 1x
- 1x
- 2x
- 1x
- 1x



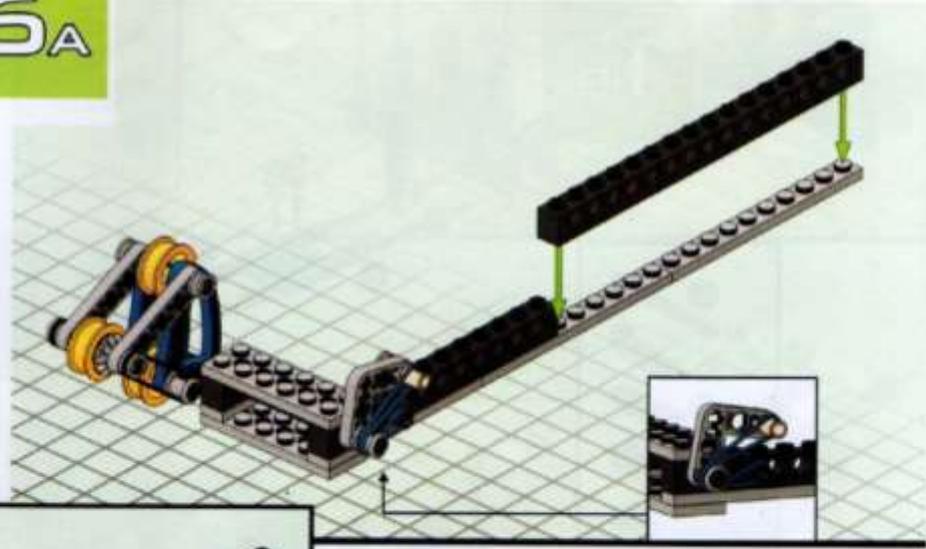
5A

- 1x
- 1x
- 1x
- 1x

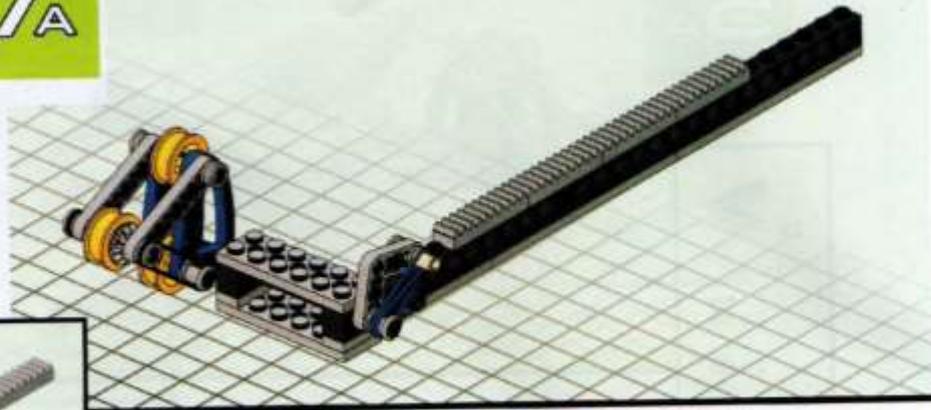


6A

- 1x
- 2x
- 1x

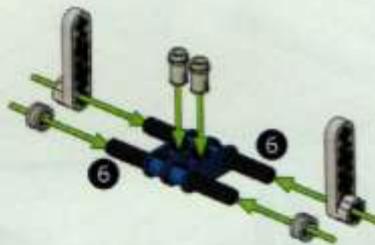


7A



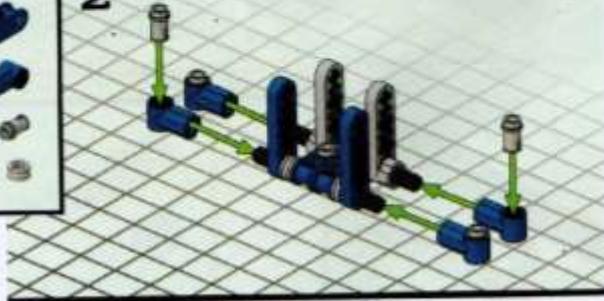
1B

1



- 2x
- 2x
- 2x
- 2x
- 4x
- 6x
- 2x

2



2_B

1x

2x

2x

4x

8x

3_B

1x

2x

1x

4_B

2x

2x

1x

1x

1x

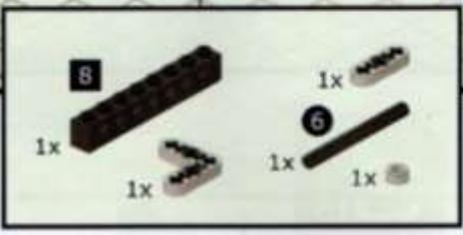
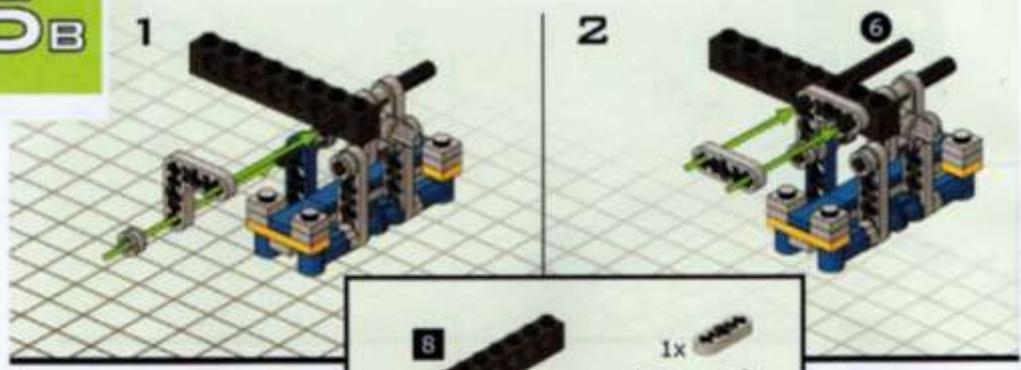
2x

4x

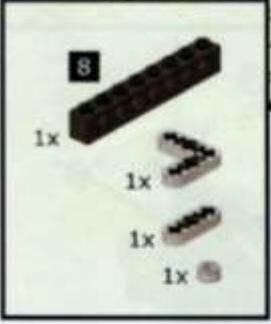
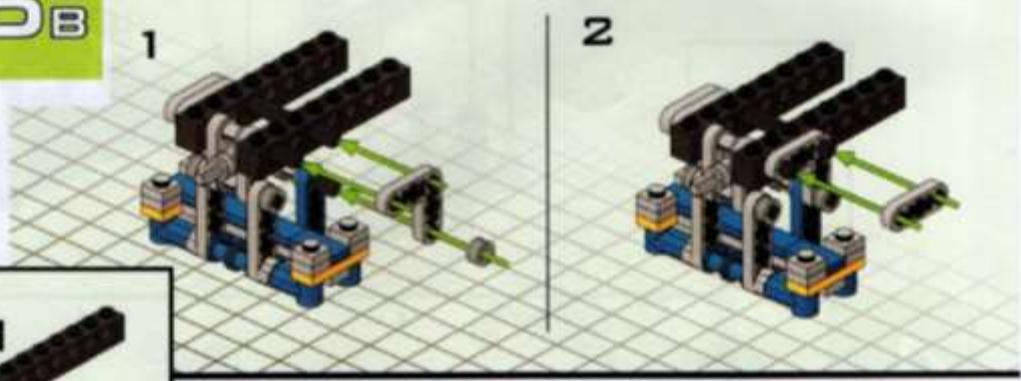
Note que a estrutura de sustentação criada será usada para o conjunto com as cremalheiras.

37

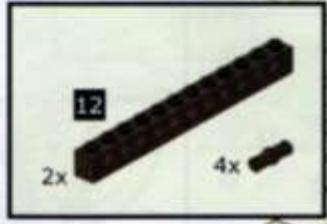
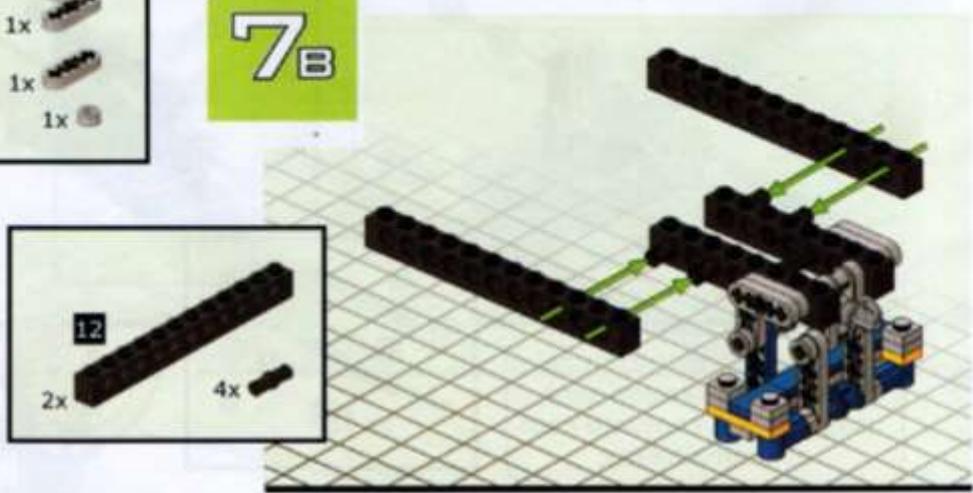
5_B



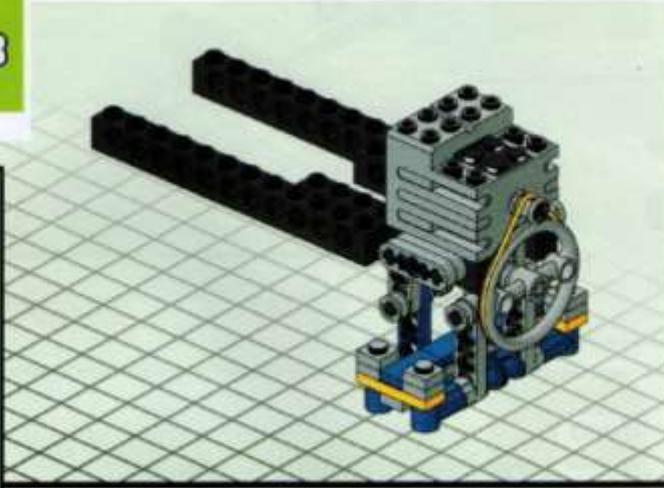
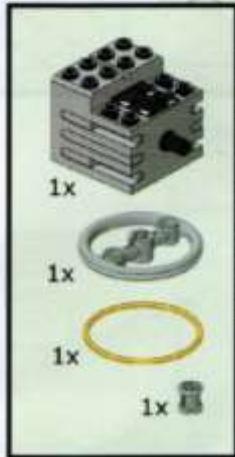
6_B



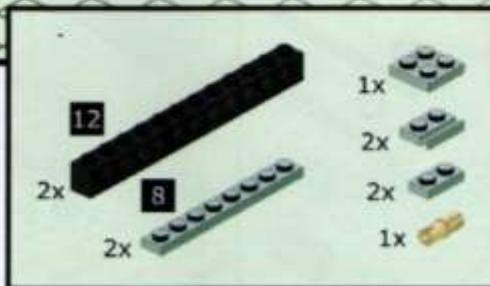
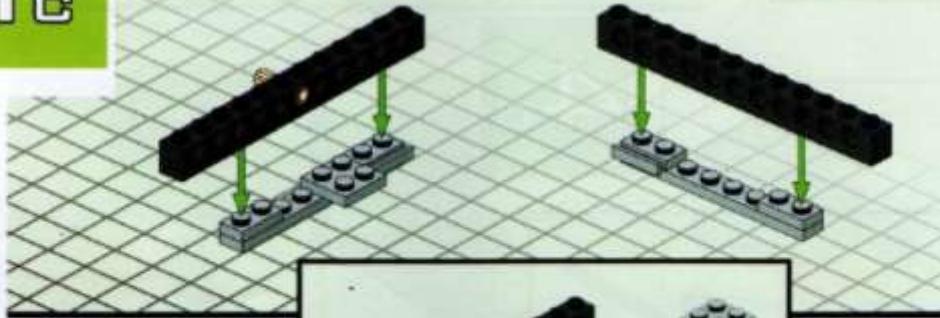
7_B



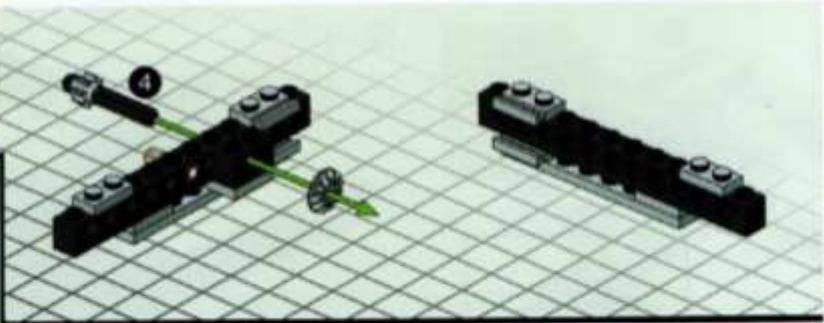
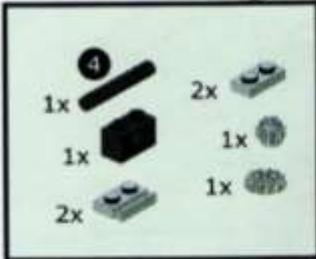
8_B



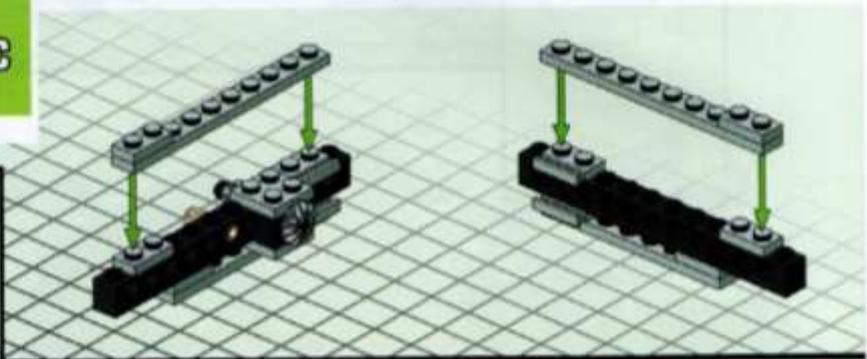
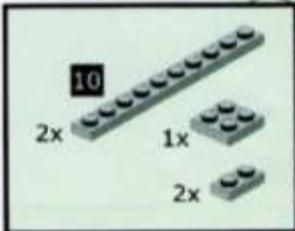
1_c



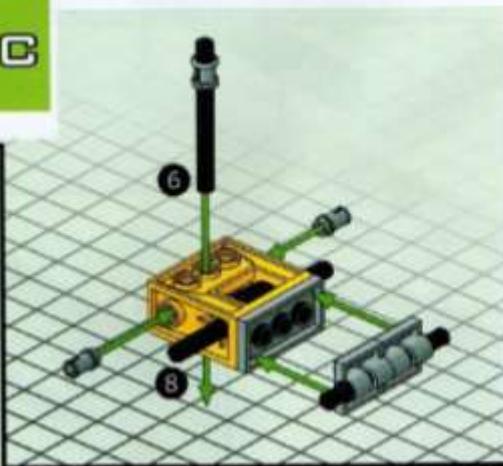
2c



3c

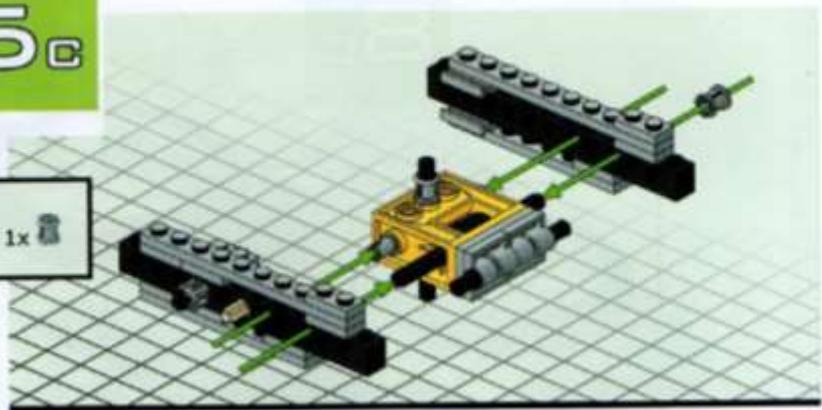


4c



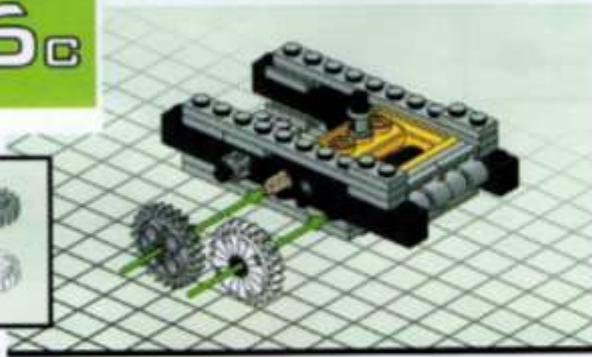
5c

1x



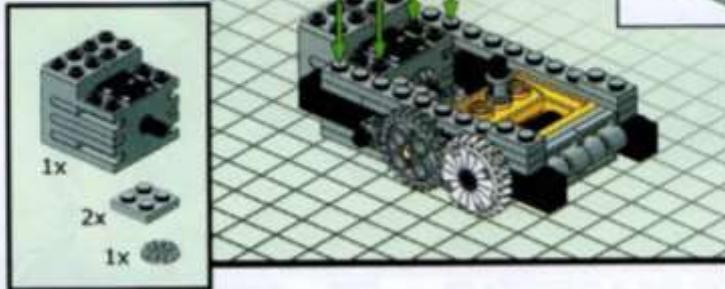
6c

1x
1x

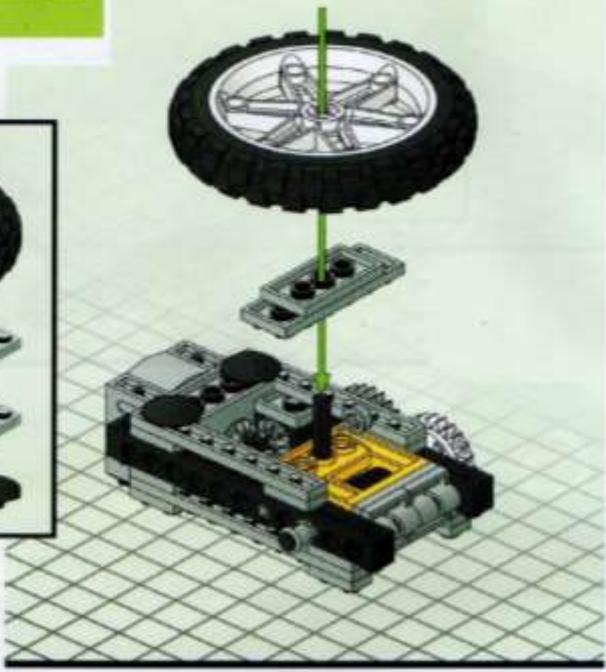


7c

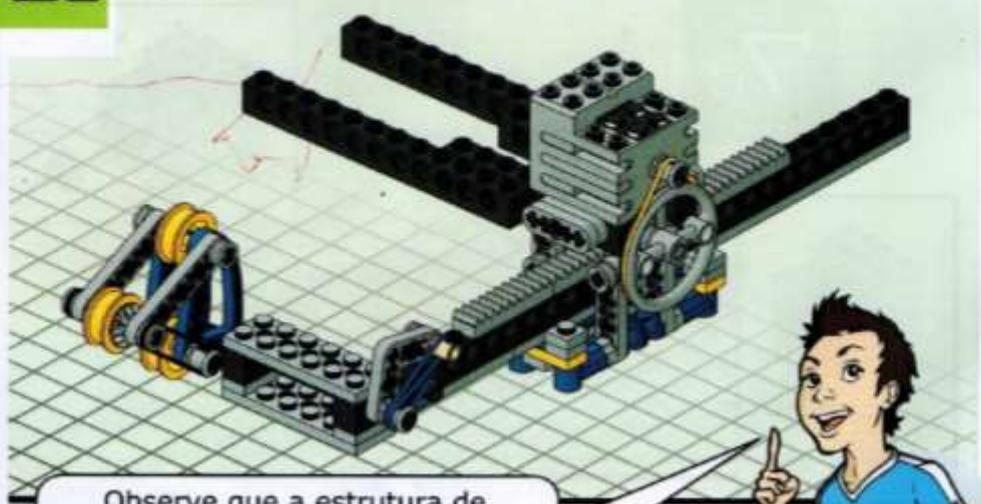
1x
2x
1x



8c



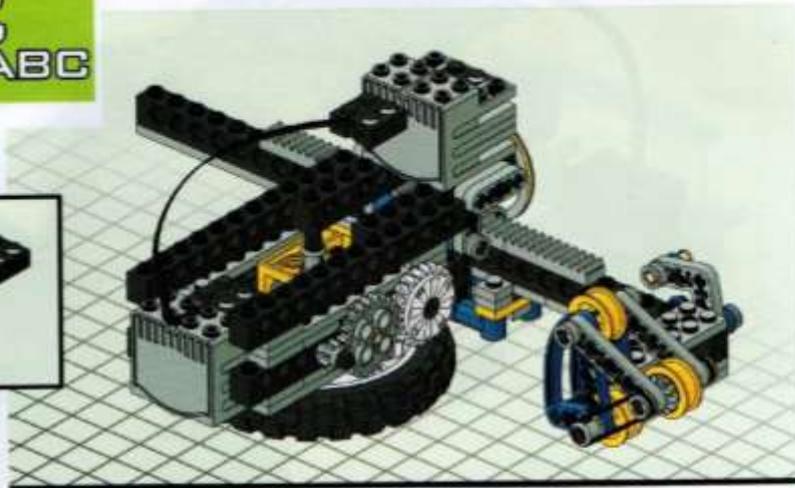
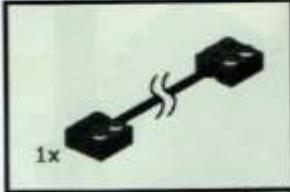
1 ABC



Observe que a estrutura de sustentação da caneta apresenta certa mobilidade graças ao elástico que tensiona a base do conjunto.



2
ABC



3
ABC

