



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA  
DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER**

CAMPINA GRANDE-PB

2015

EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA  
DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER**



Dissertação apresentada à Banca Examinadora como requisito para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Área de Concentração: Educação Matemática

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Abigail Fregni Lins (Bibi Lins)

CAMPINA GRANDE-PB

2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

O48r Oliveira, Edvanilson Santos de.

Robótica educacional e raciocínio proporcional [manuscrito] : uma discussão à luz da teoria da relação com o saber / Edvanilson Santos de Oliveira. - 2015.

161 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Abigail Fregni Lins, Departamento de Matemática".

1. Robótica educacional. 2. Teoria da relação com o saber.  
3. Educação matemática. 4. Raciocínio proporcional. I. Título.

21. ed. CDD 372.358

**EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA**

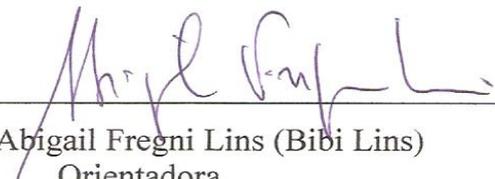
**ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA  
DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora  
como requisito para a obtenção do título de  
Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Ciências e Educação Matemática da  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Área de Concentração: Educação Matemática

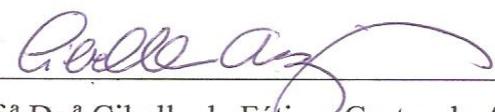
Aprovado em 21 / 12 /2015

**Banca Examinadora**



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Abigail Fregni Lins (Bibi Lins)  
Orientadora  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cibelle de Fátima Castro de Assis  
Examinadora Interna  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Sândalo Pereira  
Examinadora Externa  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2015**

*Dedico este trabalho a um Deus vivo,  
soberano, companheiro, que a cada dia cerca  
minha vida de alegria, conquistas e vitórias, a  
Ele toda glória, honra e louvor.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido sabedoria e saúde para desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos meus queridos pais Edvanildo David de Oliveira e Lêda de Sousa Santos, os quais são referência de amor, companheirismo e felicidade, suas lições estarão em meu coração por toda a minha vida.

À minha esposa e amiga Allana Fabiola Guimarães França Oliveira, pelo amor, carinho, amizade, e compreensão, por estar ao meu lado, sua alegria e sorriso me deram forças para vencer os obstáculos que surgiram, sua simplicidade e seu jeito de ser me tornam um novo homem a cada dia.

Aos meus filhos Abraão Guimarães de Oliveira e Sarah Guimarães Oliveira, verdadeiros presentes de Deus, pelas brincadeiras, abraços e beijos no pai, simples gestos de um valor imensurável, capazes de fortalecer os meus passos e preencher minha vida de alegria.

À minha orientadora e amiga Prof<sup>a</sup> Dra. Abigail Fregni Lins, carinhosamente chamada Bibi Lins, pelo exemplo de pessoa humana e profissional, por me receber como seu orientando, pelos ricos ensinamentos transmitidos nesta jornada, pelas parcerias em trabalhos científicos apresentados em eventos durante esse tempo de convívio acadêmico, acima de tudo, por me ajudar a nascer pesquisador.

Aos membros da banca examinadora, nas pessoas da Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Sândalo Pereira e Prof.<sup>a</sup> Dra. Cibelle de Fátima Castro de Assis, as quais transmitiram contribuições vitais no exame de qualificação, enriquecendo consideravelmente esse trabalho.

Aos queridos amigos que participaram da equipe Robótica na Educação Matemática do Projeto em Rede OBEDUC/CAPES (UFMS/UEPB/UFAL), Genailson Costa, Patrícia Cordão, Thayrine Farias e Victor B. de Lima, com eles aprendi a arte do trabalho e pesquisa colaborativa.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida, que proporcionou condições para realização desta pesquisa.

Finalmente, agradeço à Universidade Estadual da Paraíba e ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, a todos os professores, por todo auxílio e valiosos esclarecimentos concedidos no transcorrer do meu caminhar enquanto pesquisador em formação.

*“Foi o SENHOR que fez isto, e é coisa  
maravilhosa aos nossos olhos”.*  
*“Este é o dia que fez o SENHOR; regozijemo-nos  
e alegremo-nos nele.”*

***Salmos 118: 23,24***

## RESUMO

OLIVEIRA, E. S. **Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: Uma discussão á luz da Teoria da Relação com o Saber.** Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande – PB, 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática)

Nossa pesquisa teve como objetivo investigar o uso da Robótica no âmbito da Educação Matemática como tecnologia capaz de contribuir no desenvolvimento do raciocínio proporcional por alunos do Ensino Fundamental, revelando-se como novo campo que delinea o panorama nacional. Apesar da inserção de novas tecnologias na escola, a Robótica constituiu-se de um instrumento pedagógico ainda pouco difundido no Brasil, em especial na região nordeste. Escassas são as experiências e investigações envolvendo Robótica Educacional no ensino da Matemática. Nossa pesquisa envolveu-se nos primeiros anos de introdução da Robótica no contexto da Educação Matemática em uma escola pública localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba. Para tanto, elaboramos como aporte teórico Robótica Educacional (RE), características e aspectos conceituais do raciocínio proporcional e a Teoria da Relação com Saber. Neste caminho, apresentamos uma proposta didática desenvolvida a partir de um trabalho colaborativo com professores e alunos de graduação em Matemática, partícipes de um projeto maior, em rede, OBEDUC/CAPES, entre as instituições UFMS, UEPB e UFAL. A pesquisa de campo foi realizada com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. Para nossa investigação exploramos como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional, considerando as dimensões identitária, epistêmica e social; e de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem. Analisamos o registro dos alunos, nossos sujeitos, a partir de questionários, redação, vídeos, áudios e resolução de atividades com robôs, além de os observarmos e entrevistarmos. A partir dos resultados de nossa pesquisa, podemos afirmar que a Robótica Educacional, aliada a uma proposta didática adequada, pode vir a promover o desenvolvimento do raciocínio proporcional de forma ampla, propiciando mudanças significativas na sala de aula.

**Palavras-Chave:** Robótica Educacional; Teoria da Relação com o Saber; Educação Matemática; Raciocínio Proporcional; Observatório da Educação.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, E.S. **Educational Robotics and Reasoning Proportional: A discussion in the light of Relationship Theory with Knowledge**. State University of Paraíba (UEPB). Campina Grande - PB, 2015. Dissertation (Masters in Professional Education and Education Sciences Mathematics)

Our research work aimed to investigate the use of Robotics in Mathematics Education as technology capable of contributing in the development of the proportional reasoning achieved by students in Elementary Years, revealing itself as a new field that traces the national panorama. Besides new technologies being implanted in schools, Robotics is a pedagogic instrument still little broadcasted in Brazil, especially in the northeast region. The experiences and investigations involving Educational Robotics in the teaching of Mathematics are scarce. Our research work involved the first years of Robotics introduction in the Mathematics Education in a public school located in Campina Grande, Paraíba. For such we elaborated a theoretical contribution based on Educational Robotics (ER), characteristics and conceptual aspects of proportional reasoning, and the Theory of Relation with Knowledge. With this, we presented a didactic proposal developed from a collaborative work with teachers and Mathematics undergraduate students who made part of a bigger project, OBEDUC/CAPES in UFMS, UEPB and UFFAL institutions. The field work was performed with 8th grade students of elementary years. For our investigation we explored the way students relate themselves with the ER activities that explores the development of proportional reasoning, considering identity, epistemic and social dimensions; and in which way these relations can mobilize the potential of learning. We analyzed the students register, our subjects, through questionnaires, essays, videos, audios and resolution activities with robots. We also observed and interviewed them. From our research results we can assert that Educational Robotics, when worked with an adequate didactic proposal, can promote the development of proportional reasoning in a broader way, providing meaningful changes in the classroom.

**Keywords: Educational Robotics; Theory of Relation with Knowledge; Mathematics Education; Proportional Reasoning; Education Observatory.**

## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1</b> – Alguns modelos de Kits da Linha PROFL.....	33
<b>QUADRO 2</b> – Alguns modelos de Kits da Linha Computing.....	34

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – ROBO TX Controller.....	35
<b>FIGURA 2</b> – Tela de programação do ROBO PRO.....	35
<b>FIGURA 3</b> – Mapa Conceitual que esboça as principais teorias, tarefas e estratégias utilizadas em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento do Raciocínio Proporcional.....	42
<b>FIGURA 4</b> – Representação de duas jarras de limonada .....	50
<b>FIGURA 5</b> – Diferentes caminhos para resolução da tarefa peso em Júpiter.....	51
<b>FIGURA 6</b> – Representação de diferentes construções em bloco.....	52
<b>FIGURA 7</b> – Representação em blocos da primeira etapa da pesquisa.....	69
<b>FIGURA 8</b> – Representação em blocos da segunda etapa da pesquisa, com destaque em vermelho as atividades que não serão analisadas neste estudo .....	69
<b>FIGURA 9</b> – Tela com detecção de dispositivo (à esquerda), tela de para controle do robô (à direita).....	70
<b>FIGURA 10</b> – Programa que faz o robô avançar durante dois segundos.....	71
<b>FIGURA 11</b> – Representação em blocos da terceira etapa da pesquisa.....	72
<b>FIGURA 12</b> – Modelo de Redação.....	73
<b>FIGURA 13</b> – Modelo de Questionário Inicial Parte I.....	74
<b>FIGURA 14</b> – Modelo de Questionário Inicial Parte II.....	75
<b>FIGURA 15</b> – Modelo de Questionário Inicial Parte III com questões de 1 a 5.....	76
<b>FIGURA 16</b> – Modelo de Questionário Inicial Parte III com questões de 6 a 9.....	77
<b>FIGURA 17</b> – Modelo Questionário Final.....	78
<b>FIGURA 18</b> – Figura 18: Parte I Atividade 1 Questões de 1 a 2.....	81
<b>FIGURA 19</b> – Parte I Atividade 1 Questões de 3 a 8.....	82
<b>FIGURA 20</b> – Parte II Atividade 1 Questões de 1 a 2.....	82
<b>FIGURA 21</b> – Parte II Atividade 1 Questões de 3 a 6.....	83
<b>FIGURA 22</b> – Parte II Atividade 2 Questões de 1 a 6.....	84
<b>FIGURA 23</b> – Parte II Atividade 3 Questões de 1 a 5.....	85

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 24</b> – Esquema de convergência de dados.....	86
<b>FIGURA 25</b> – Triangulação de dados.....	87
<b>FIGURA 26</b> – Níveis de análise.....	89
<b>FIGURA 27</b> – Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Pedro..	92
<b>FIGURA 28</b> – Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de João....	93
<b>FIGURA 29</b> – Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Tiago..	94
<b>FIGURA 30</b> – Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Marta..	95
<b>FIGURA 31</b> – Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Maria..	96
<b>FIGURA 32</b> – Solução escrita de Pedro na questão 3.....	104
<b>FIGURA 33</b> – Solução escrita de Pedro na questão 5.....	105
<b>FIGURA 34</b> – Solução escrita de Marta na questão 5.....	106
<b>FIGURA 35</b> – Diferentes caminhos para resolução da tarefa peso em Júpiter.....	107
<b>FIGURA 36</b> – Solução dos alunos em papel quadriculado na questão 9.....	109
<b>FIGURA 37</b> – Maior seca dos últimos anos tem afetado a região do Cariri Paraibano.....	150
<b>FIGURA 38</b> – Robôs que auxiliam tarefas domésticas já são realidade.....	153

## LISTA DE FOTOS

<b>FOTO 1</b> – Cenário construído sob um tapete.....	81
<b>FOTO 2</b> – Imagem das Jarras I e II sobre o tapete e peças representativas dos concentrados de limão e água.....	83
<b>FOTO 3</b> – Montagem de jarras com peças de Robótica.....	115

## LISTA DE SIGLAS

AAAI – Association for the Advancement of Artificial Intelligence

ACM – Association for Computing Machinery

AIA – Ambiente Interativo de Aprendizagem

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CIBEM – Congresso Ibero-americano de Educação Matemática

CONEDU – Congresso Nacional de Educação

EBRAPEM – Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática

ENIAC – Eletronic Numeric Integrator and Calculator

EPBEM – Encontro Paraibano de Educação Matemática

ESCOL – Educação, Socialização e Coletividades Locais

IEEE – Institute of Eletrical and Eletronics Engineers

IAIS – Instituto Fraunhofer de Análise Inteligente e Sistemas de Informação

IBM – International Business Machines

LCD – Display de Cristal Liquido

MIT – Massachusetts Institute of Technology

OBEDUC – Observatório da Educação

PB – Paraíba

PC – Personal Computer

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PPGCEM – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática

## **LISTA DE SIGLAS**

PROEMI – Programa Ensino Médio Inovador

RE – Robótica Educacional

SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TDAH – Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFMS – Universidade federal do Mato grosso do Sul

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1. ROBÓTICA EDUCACIONAL .....</b>	<b>21</b>
1.1 ROBÓTICA: ASPECTOS HISTÓRICOS .....	21
1.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL: ASPECTOS CONCEITUAIS .....	24
1.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL: ESTUDOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS	27
1.4 PROJETOS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NA PARAÍBA.....	31
1.5 PLATAFORMAS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL DA FISHERTECHNIK.....	33
<b>CAPÍTULO 2. O DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO PROPORCIONAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....</b>	<b>36</b>
2.1 DISCUTINDO A PROPOSTA DOS DOCUMENTOS OFICIAIS E O ENSINO DE PROPORÇÃO NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL .....	36
2.2 RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: CARACTERÍSTICAS E ASPECTOS CONCEITUAIS .....	40
<b>CAPÍTULO 3. SOBRE A TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER .....</b>	<b>54</b>
3.1 DIMENSÕES IDENTITÁRIAS, EPISTÊMICAS E SOCIAIS .....	54
<b>CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>64</b>
4.1 NATUREZA DA PESQUISA .....	64
4.2 O CONTEXTO DO ESTUDO .....	66
4.3 CENÁRIO E DINÂMICA DA PESQUISA.....	67
4.4 PROCESSO DA COLETA DOS DADOS.....	68
4.4.1 Redação.....	72
4.4.2 Questionário .....	73
4.4.3 Entrevista.....	78
4.4.4 Observação participante .....	79
4.4.5 Gravação em áudio e vídeo .....	79
4.4.7 Proposta Didática.....	80
4.4 SOBRE A ANÁLISE DOS DADOS .....	85
<b>CAPÍTULO 5. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>90</b>
5.1 DIMENSÃO IDENTITÁRIA .....	91

5.1.1 História e experiências com o uso do computador e RE .....	91
5.1.2 Expectativas e referências com a Robótica.....	96
5.1.3 Comentários.....	100
5.2 DIMENSÃO EPISTÊMICA .....	102
5.2.1 Atividades Teóricas.....	103
5.2.2 Atividades práticas com robôs.....	110
5.2.3 Comentários.....	116
5.3 DIMENSÃO SOCIAL.....	117
5.3.1 Relações estabelecidas com RE e a Matemática.....	118
5.3.2 Expectativas futuras quanto ao uso da RE nas aulas .....	121
5.3.3 Comentários.....	122
5.4 DISCUSSÃO .....	123
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>127</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>138</b>
APÊNDICE A - REDAÇÃO.....	138
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL PARTE I.....	139
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO INICIAL PARTE II.....	140
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL .....	146
APÊNDICE F – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE I ATIVIDADE 1 .....	147
APÊNDICE G – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 1 .....	150
APÊNDICE H – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 2 .....	153
APÊNDICE I – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 3.....	156

## INTRODUÇÃO

Ser educador, na verdade, é uma arte fundamentada no amor, um sentimento tão puro e sublime capaz de vencer os desafios que surgem em uma sala de aula. Ser educador é estar pronto para refletir todos os dias suas ações, é ter capacidade de encantar, e estar aberto as constantes transformações que emanam de uma sociedade na qual os avanços tecnocientíficos invadem a escola como um verdadeiro dilúvio, onde a produção de informação gira em torno do intotálizável, do indomável (LÉVY, 1999). Segundo essa linha de pensamento as linhas a seguir versam sobre a nossa trajetória enquanto educador, desde o despertar de um sonho, passando por sua concretização até chegar a presente investigação.

Comecei a estudar Eletrônica aos 14 anos de idade no SENAI-PB. A experiência foi marcante para escolhas futuras no âmbito profissional. A postura de meus professores era inspiradora, no sentido de despertar em um adolescente o desejo de ser professor. Aos poucos nascia um sonho, que aos 21 anos, em 2002, se tornaria real.

É impossível descrever o sentimento de alguém que entra em uma sala de aula como educador pela primeira vez. Palavras como medo, ansiedade, alegria, realização e desafios talvez possam traduzir a pluralidade de sentimentos que emanam em especial nossa primeira experiência como professor. Na época, ainda não tinha uma formação pedagógica, as práticas e metodologias utilizadas no âmbito da Educação Profissionalizante não tinham como base os princípios das teorias da aprendizagem, mas eram ricas do desejo de ensinar, de ver resultados positivos na aprendizagem. Era uma verdadeira conquista acompanhar os alunos encaminhados ao mercado de trabalho, conquistando sua cidadania.

Em 2004 fui convidado para treinar um grupo de alunos para Olimpíada do Conhecimento do SENAI, na modalidade Robótica Educacional. A respectiva competição assume grande importância no cenário nacional e internacional, tendo em vista que através da mesma é escolhido o melhor profissional do SENAI no Brasil e no mundo em diferentes áreas. Aceito o desafio, começamos a estudar as formas de programar robôs, especificamente o Kit de Robótica da LEGO. No decorrer do treinamento, percebi a deficiência dos alunos em Matemática, especialmente a necessidade do raciocínio proporcional na resolução de problemas. Para suprir a

deficiência de aprendizagem, busquei além dos livros didáticos, novas maneiras de ensinar. Constatamos que com a utilização de robôs era possível reconstruir os conceitos já apreendidos, os alunos perceberam a importância de competências e habilidades matemáticas na prática. Às vezes perguntava aos alunos se os mesmos não haviam estudado os assuntos na escola de ensino regular, a resposta era que sim, alguns respondiam que estavam esquecidos, outros que conheciam na teoria, mas não sabiam relacionar e aplicá-los na prática. A importância do uso de tecnologias intelectuais e da experimentação como uma possibilidade de amplificar a compreensão de determinados assuntos tornava-se cada vez mais evidente.

Como minha experiência profissional se apresenta nas áreas de Eletroeletrônica, Telecomunicações e Informática, o uso de instrumentos tecnológicos como recurso didático nas aulas práticas em laboratórios tornam-se ferramentas indispensáveis. No entanto, a utilização de robôs findou com o término da Olimpíada, apesar de nossa equipe ter conquistado o primeiro lugar na região Nordeste e terceiro lugar a nível nacional. A Robótica Educacional (RE) não faz parte da realidade curricular dos cursos técnicos e profissionalizantes até o momento. No entanto, após todo o trabalho com robôs e as inúmeras possibilidades que podem emergir do ambiente robótico para o ensino da Matemática, permaneceu o desejo de continuar os estudos sobre esta temática.

No ano de 2006 concluo a graduação em Pedagogia, os estudos no campo pedagógico me levaram a uma profunda reflexão, entre os estudos no campo didático, metodológico e psicológico, descobri algo simples, mais de grande valor no processo de ensino e aprendizagem, a oportunidade de além de ensinar e ser professor. Nesta mesma sequência, eu poderia também aprender com os alunos, assumindo o papel de amigo.

O papel da afetividade, proposto por Wallon, a pedagogia de Freire, e a importância do contexto sócio, histórico e cultural e de um mediador destacada por Vygotsky quanto ao desenvolvimento humano foram alguns dos marcos que passaram a nortear o meu fazer enquanto educador.

Em 2012 me escrevi como aluno especial na disciplina Tecnologia e Educação Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na UEPB, por meio do contato feito com a Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Abigail Fregni Lins (Bibi Lins), docente que conduziria a disciplina. Ao expor minhas ideias sobre Robótica no ensino da

Matemática, a professora não apenas permitiu a minha participação na disciplina, como também me concedeu palavras de apoio e incentivo. O seu ato e suas palavras jamais serão esquecidos.

No ano seguinte, em 2013, ingressei no PPGECM na UEPB e sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Abigail Fregni Lins (Bibi Lins) caminhamos juntos nesta investigação.

Neste caminhar, nossa produção científica teve um salto significativo, em especial na participação em eventos regionais, nacionais e internacionais nos quais foi possível discutir o uso de Tecnologias Educacionais no âmbito da Educação Matemática, podendo citar como exemplo publicações no VIII Encontro Paraibano de Educação Matemática – VIII EPBEM (2014), XVII e XVIII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – XVII e XVIII EBRAPEM (2013, 2014), I, II e III Seminário Anual Observatório da Educação (2013, 2014, 2015), XI Encontro Nacional de Educação Matemática – XI ENEM (2013), I e II Congresso Nacional de Educação – I e II CONEDU (2014, 2015), VII Congreso Iberoamericano de Educacion Matemática – VII CIBEM, VII Colóquio Internacional Sobre Enseñanza de Las Matemáticas (2014), VI e VII Colóquio Internacional de Políticas e Práticas Curriculares (2013 e 2015), entre outros. Estes momentos foram significativos em nossa formação, e puderam amadurecer nossas ideias no campo da Robótica Educacional na Educação Matemática.

Diante disso, nossa pesquisa está inserida em um Projeto maior intitulado *Trabalho Colaborativo com Professores que Ensinam Matemática na Educação Básica em Escolas Públicas das Regiões Nordeste e Centro-Oeste*, que nasce também no mesmo ano. Tal Projeto está vinculado ao Programa Observatório da Educação/CAPES.

Em consonância com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, o Programa Observatório da Educação é uma parceria entre CAPES, INEP e SECADI, instituído em 2006 com o objetivo de fomentar estudos e pesquisas em educação. O Programa visa proporcionar a articulação entre pós-graduação, licenciaturas e escolas de educação básica e estimular a produção acadêmica e a formação de recursos pós-graduados, em nível de mestrado e doutorado.

Pela estrutura do Programa, as propostas podem ser organizadas de duas maneiras, Projeto Local ou Projeto em Rede. Na primeira forma, os Projetos Locais são compostos por pelo menos um Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* de uma

Instituição de Ensino Superior. Nossa pesquisa está inserida na segunda proposta, que se caracteriza pela formação de Núcleos em Rede, o Núcleo é composto por pelo menos três Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* de Instituições de Ensino Superior distintas, a saber: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

As pesquisas no Projeto em Rede têm explorados o uso de artefatos tecnológicos como Tablet (Ensino Fundamental I), Materiais Manipuláveis (Ensino Fundamental II), Calculadoras (Ensino Fundamental II), Robótica e Aplicativos (Ensino Fundamental II e Ensino Médio). A dinâmica dos trabalhos conta com a colaboração entre doutores em Educação Matemática, professores Polivalentes e de Matemática e graduandos dos cursos de Licenciatura em Matemática e Pedagogia. O desenvolvimento de cada Instituição foi sendo construído a partir das especificidades de cada Núcleo, sem perder de vista a ênfase da prática colaborativa na pesquisa. Neste contexto, estaremos abordando apenas as ações do Núcleo da Universidade Estadual da Paraíba.

O Núcleo UEPB é composto por 21 integrantes, contando com a orientação e coordenação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Abigail Fregni Lins (Bibi Lins). Temos ainda quatro mestrandos, oito graduandos em Matemática e oito professores do Ensino Básico.

No respectivo núcleo foram geradas quatro equipes, todas formadas por um mestrando, dois professores e dois graduandos. A temática de cada equipe teve como ponteiro a temática de pesquisa de cada mestrando. Sendo assim, os temas das quatro equipes do Núcleo UEPB eram *Calculadora e Argumentação*, *Robótica na Educação Matemática*, *Provas e Demonstrações Matemáticas* e *Deficiência Visual na Educação Matemática*.

Aa reuniões com a presença de todos os participantes do Núcleo UEPB ocorreram todas as segundas-feiras. Inicialmente as reuniões eram de duas horas. Entretanto, percebendo a necessidade de um tempo maior passaram a ser de três horas. Nas reuniões gerais discutimos trabalho colaborativo, já nas de equipe seguiram de acordo com a respectiva temática. Cada equipe, de forma autônoma, decidiu o melhor dia para as reuniões bem como seu roteiro de trabalho e estudo.

Nossa pesquisa está inserida na equipe *Robótica na Educação Matemática*. Os dois professores partícipes da equipe também atuavam na escola estadual que foi *locus* da

nossa pesquisa e que recebeu Kits de Robótica Educacional em 2013. No entanto, os professores não sabiam como utilizar a RE nas aulas de Matemática. A ausência de material didático direcionado a conteúdos matemáticos de maneira específica com uso da RE foi um dos grandes desafios, que com base no trabalho colaborativo foram aos poucos sendo superados. Este panorama nos foi oportuno no sentido de nos proporcionar o registro do impacto gerado a partir do uso de robôs no ensino de Matemática, expandindo e renovando os conhecimentos sobre a temática.

Ainda sob a ótica da Tecnologia Educativa articulada à Educação Tecnológica, no contexto específico da Educação Matemática, Oliveira e Lins (2014) realizaram um mapeamento da produção científica sobre Robótica Educacional e o ensino de Matemática na base de dados da Capes entre os anos de 1998 a 2012. Com base neste levantamento e compilação das pesquisas pôde-se perceber entre 1998 a 2004 uma zona de silêncio científico relacionada à área em questão. Apenas a partir de 2005 o estudo identificou cinco produções acadêmicas. Dentre os autores podemos referenciar os estudos de Accioli (2005), Fortes (2007), Maliuk (2009), Moraes (2010) e Martins (2012). Considerando a quantidade de teses e dissertações produzidas pelos Programas de Pós-Graduação os autores Oliveira e Lins (2014) que a Robótica na Educação Matemática não se constitui como um tema frequentemente estudado pelos pesquisadores brasileiros.

Neste sentido, a questão central de nossa pesquisa é:

*Como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a Robótica Educacional e o raciocínio proporcional?*

Para responder o problema proposto, temos como objetivo investigar como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional considerando as dimensões identitária, epistêmica e social. Norteados por nossa questão de pesquisa, buscamos refletir de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem.

Para tanto, iniciamos no Capítulo 1 com uma discussão sobre RE, apresentando aspectos históricos e conceituais, os estudos realizados no panorama nacional e internacional com um olhar especial as pesquisas desenvolvidas no âmbito da Educação Matemática, prosseguindo com a apresentação do projeto de RE na Paraíba e a plataforma utilizada nas escolas da rede estadual de ensino.

No Capítulo 2 discutimos os documentos oficiais que norteiam em especial o ensino de proporção nos anos finais do Ensino Fundamental, apontando as características e aspectos conceituais do raciocínio proporcional.

Em seguida, no Capítulo 3 nos detemos a Teoria da Relação com o saber e as ideias definidas por Charlot, com ênfase no papel da atividade, da mobilização, e nas dimensões identitárias, epistêmicas e sociais que norteiam o presente trabalho.

No Capítulo 4 descrevemos detalhadamente a metodologia adotada, assim como todo percurso metodológico, estruturado para que fossem alcançados nosso objetivo. No Capítulo 5 apresentamos o estudo de caso, e por fim, no Capítulo 6 apresentamos nossas reflexões finais a partir do cenário delineado pela pesquisa, revelando novas perspectivas de investigações na área.

## **CAPÍTULO 1**

### **ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Este capítulo apresenta reflexões relacionadas à Robótica, seus aspectos históricos e conceituais, sua evolução e aplicação na sociedade contemporânea, em especial no cenário educacional. Com as constantes inovações científicas e tecnológicas, o espaço escolar cada vez mais é modificado, conduzindo o professor a um novo olhar no que concerne aos processos de ensino e aprendizagem.

A compreensão das novas formas de ensinar e aprender pode tornar a sala de aula um ambiente agradável, desafiador e rico para a construção do conhecimento por meio de tecnologias intelectuais.

Neste contexto, discorreremos sobre materiais de Robótica utilizados no âmbito educacional. Procuramos descrever suas características, bem como suas limitações e possibilidades pedagógicas.

Ao pensarmos no uso da Robótica como recurso tecnológico na educação, consideramos o fato de que ela também está presente em diversos países. Assim, verificamos o andamento dos estudos e pesquisas relacionadas à presente temática no Brasil e no Exterior, tendo em vista que o estado da arte assume um papel preponderante para uma investigação que tenha como proposta contribuir para o enriquecimento do presente campo de estudo.

Acreditamos que a Robótica Educacional por si só não garante o sucesso nas práticas de ensino da Matemática. Contudo, partimos da premissa de que pode vir a se constituir como um instrumento pedagógico capaz de potencializar o desenvolvimento cognitivo, além de tornar o ambiente escolar um lugar desafiador, dinâmico e divertido, aspectos essenciais para a produção de saberes.

#### **1.1 ROBÓTICA: ASPECTOS HISTÓRICOS**

A criação da vida artificial tem raízes remotas, em especial na imaginação da humanidade. Desde a antiguidade o homem tem construído autômatos e figuras animadas artificialmente. Os artefatos mecânicos mais antigos capazes de gerar seu auto

funcionamento baseiam-se em técnicas de transporte da água. É o caso do relógio egípcio clepsidra. “Por volta de 135 a.C., Ctesébios de Alexandria utilizou várias técnicas hidráulicas da época para desenvolver um relógio mecânico, também movido à água” (REGIS, 2012, p. 55).

No século I, Hero de Alexandria publicou um tratado sobre pneumática no qual descrevia vários dispositivos, em forma de animais e seres humanos, que utilizavam princípios pneumáticos para gerar movimento<sup>1</sup>.

Com o passar dos anos, os artefatos construídos também ganham espaço no teatro. É o caso da peça R. U. R (Rossum’s Universal Robots), criada pelo escritor tcheco Harel Capek e encenada em Praga em 1921, produção teatral nova-iorquina data de 1922. No respectivo trabalho Capek introduz pela primeira vez a expressão robô, que denota a um mecanismo automático, em geral com aspecto semelhante ao de um homem. “Do tcheco robota, robô significa trabalho forçado, ou escravo. Robotnik, também do tcheco, é a palavra para servo ou escravo” (REGIS, 2012, p. 71).

Na ficção científica é comum encontrarmos o termo o robô utilizado para caracterizar mecanismos autônomos construídos principalmente de metal. A palavra para ser humano artificial construído com substâncias e materiais semelhantes aos tecidos orgânicos humanos é chamada androide. Assim, as criaturas metálicas utilizadas nas histórias de Isaac Asimov são robôs. Asimov considera que pela etimologia da palavra humano, adjetivo derivado da palavra homem, do latim homo, um ser artificial que tivesse forma humana deveria chamar-se humanoide (REGIS, 2012).

A história dos robôs caminha concomitantemente ao surgimento dos computadores, tendo em vista que todos estes artefatos necessitam ser programados, seja através do computador ou de uma interface de programação já acoplada ao dispositivo.

Os primeiros computadores de uso geral possuíam seu princípio de funcionamento baseados em componentes eletromecânicos. Konrad Zuse (1910-1995), engenheiro alemão, construiu um computador em 1936, a partir de relés computadores que executavam cálculos e dados lidos em fitas perfuradas. Na Segunda Guerra Mundial

---

<sup>1</sup> Ver LANGTON, Christopher. Artificial Life. In: BODEN, Margaret A. (Ed.) The Philosophy of artificial life. Oxford: New York: Oxford University Press, 1996.

nascerem realmente os computadores atuais exclusivos para fins militares, com uma estrutura a válvulas. O Eletronic Numeric Integrator And Calculator (ENIAC) foi mantido em segredo pelo governo americano até o final da guerra, quando foi anunciado ao mundo<sup>2</sup>. Segundo Lévy (1999, p. 31):

A virada fundamental data, talvez dos anos 70. O desenvolvimento e a comercialização do microprocessador (unidade de cálculo aritmético e lógico localizada em um pequeno chip eletrônico) dispararam diversos processos econômicos e sociais de grande amplitude.

Os microprocessadores abrem uma nova fase na automação industrial: robótica, linhas de produção flexíveis e máquinas industriais com controles digitais, entre outros. A partir deste momento, várias formas de uso de aparelhos eletrônicos, computadores e redes de comunicação de dados aos poucos foram tomando conta do conjunto de atividades sócio econômicas e culturais.

A criação do primeiro computador padrão PC (Personal Computer) pela IBM nos Estados Unidos, em agosto de 1981, “torna-se um grande avanço na facilidade do uso de computadores por leigos em informática” (PAPERT, 2008, p. 47).

Os primeiros trabalhos desenvolvidos com Robótica na educação foram iniciados por Seymour Papert na década de 80 no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT, que durante as suas experiências percebeu que o computador atraía as crianças e isso poderia facilitar o processo de aprendizagem. Papert foi um dos criadores da linguagem Logo<sup>3</sup>, trabalhou com Piaget e foi influenciado pelas teorias do construtivismo. A proposta da linguagem Logo era colocar a criança para comandar um robô que lembrava a forma de uma tartaruga. A partir de comandos, como *parafrente 100* (pontos), e *giredireita 45* (graus), movimentava-se o robô pelo espaço, fornecendo à criança os primeiros contatos com um ambiente de programação. Era uma forma de usar o computador com uma forma diferente dos tutoriais e da instrução programada que eram usadas na educação na época em que o Logo foi criado.

---

<sup>2</sup> COMPUTADOR. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em:<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Computador>> Acesso em: 11 jun. 2014.

<sup>3</sup> O termo LOGO é derivado do grego *logos* que significa *palavra*, uma referência aos comandos da linguagem. Pesquisadores e profissionais interessados na linguagem Logo, desde 1987 têm-se reunido anualmente nos congressos internacionais Eurologo. <http://www.eurologo2007.org/>

A linguagem Logo representou uma mudança de paradigma no que diz respeito à informática na educação, principalmente por possibilitar o surgimento de diversas pesquisas relacionadas ao uso do computador na escola. A partir da década de 90, o interesse na linguagem Logo diminuiu em função da popularização das interfaces gráficas, dos editores de imagens, dos programas multimídia.

Com o advento dos microcontroladores e a popularização dos computadores, diversas empresas desenvolveram recursos didáticos com tecnologia programável, nos quais os alunos podem montar e programar robôs com fins educacionais. A informática na educação tornou-se uma realidade nas escolas, em meio à diversidade de softwares educacionais, tablets, ipads e iphones. Não obstante, surge uma nova geração, os nativos digitais<sup>4</sup>, pessoas que têm a tecnologia inserida em suas vidas prematuramente e que convivem desde muito cedo com as mais variadas plataformas digitais.

## 1.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL: ASPECTOS CONCEITUAIS

A Robótica Pedagógica, Robótica Educacional ou Robótica Educativa consiste basicamente nos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcontroladores. Neste sentido, Campos (2011) afirma que é possível encontrarmos os diferentes termos citados acima relacionados aos seguintes tópicos:

**Objeto robótico:** o conceito tem relação direta aos kits (hardware) de robótica;

**Espaço físico/laboratório:** Apesar da semelhança ao item anterior, a ênfase está no processo cognitivo que o ambiente físico proporciona, englobando os espaços, as atividades e relações que se estabelecem;

**Projeto específico:** Tem sua característica fundamentada em projetos isolados no desenvolvimento de algum tema específico;

**Metodologia:** Este item destaca a utilização deste como recurso metodológico, ou seja, ênfase na prática pedagógica.

Portanto, apesar de percebermos a existência de diferentes significados

---

<sup>4</sup> No livro *Teaching Digital Natives – Partheniring for Real Learnig*, o canadense Marc Prensky divide a humanidade em dois grupos: os nativos digitais e os imigrantes digitais.

correspondente ao uso das expressões Robótica Pedagógica, Robótica Educacional ou Robótica Educativa, para nossa pesquisa faremos uso da expressão *Robótica Educacional*, pois compreendemos que a Robótica é um recurso tecnológico no qual através de um software com interface gráfica amigável e peças de montar os alunos são inseridos em um mundo novo, com possibilidades de produzir conhecimento nas áreas de Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Inteligência Artificial entre outras, inclusive a exploração de conteúdos presentes no currículo do ensino regular. Para Marchand (1991, p. 119):

Robótica Educacional é principalmente a aquisição de habilidades gerais e científicas em áreas como Ciências Experimentais e tecnologia, mas também pode ser utilizada em outras áreas. São caracterizadas pelo uso pedagógico do computador, modelação, análise e controle de vários processos físicos. Os robôs educacionais podem assumir muitas formas que vão desde um simples software que através de um dispositivo controla um determinado objeto até o controlador “inteligente”<sup>5</sup>.

Baranauskas (1999) utiliza os conceitos de Robótica Industrial para o aproveitamento na área educacional, interligando-as:

Do ponto de vista técnico-industrial, a robótica é definida como o conjunto de conceitos básicos de mecânica, cinemática, automação hidráulica informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô (Usategui e Leon, 1986). Do ponto de vista educacional, a robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar ou outros materiais, propicia o manuseio conceitual em ambiente de aprendizagem. (BARANAUSKAS et al, 1999, p.64).

Maisonnette (2002) utiliza o termo Robótica Educativa como sendo o controle de mecanismos eletro eletrônico através de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações definidas por um programa criado a partir de um programador em instruções.

O projeto e a criação no ambiente de Robótica Educacional envolvem duas vertentes que se imbricam e se realimentam: a implementação e a construção de um dispositivo eletrônico ou eletromecânico e o desenvolvimento de uma metodologia para utilização desse dispositivo. Assim, num primeiro momento o aluno constrói e programa um protótipo para permitir o controle deste através do computador ou de uma interface própria de programação. Num segundo momento, os esforços são direcionados para resolução de situações problemas, inseridas no contexto de um Ambiente Interativo de

---

<sup>5</sup> Tradução feita pelo autor.

Aprendizagem (AIA), com base em uma concepção construcionista.

Segundo Baranauskas (1999), de modo geral, os princípios que fundamentam um AIA incluem a *construção e não instrução*, no qual os alunos podem aprender mais efetivamente construindo o seu próprio conhecimento, não sendo ensinados por meio da leitura, ou de resolução sequenciada de exercícios; *controle do aluno e não controle do sistema*, onde o aluno possui um controle não exclusivo, porém, mais significativo da interação no processo de ensino e aprendizagem, além de possibilitar o *feedback rico*, gerado a partir da interação do estudante com o ambiente de aprendizagem e não pelo discurso de um sistema tutor.

Os objetivos da Robótica Educacional perpassam o conhecimento da tecnologia atual. Zilli (2002) apresenta algumas competências que essa ferramenta pode desenvolver, entre elas podemos destacar raciocínio lógico, utilização de conhecimentos aprendidos em diversas áreas do conhecimento, investigação e compreensão, representação e comunicação, resolução de problemas por meio de erros e acertos, capacidade crítica, entre outros.

Godoy (1997) propõe uma classificação dos principais objetivos da Robótica Educacional, detalhando-os especificamente:

**Objetivos Gerais:** construção de protótipos com motores e sensores, adaptando elementos dinâmicos como engrenagens, rodas, dentre outros;

**Objetivos Psicomotores:** desenvolver a motricidade, proporcionar a formação de habilidades manuais, desenvolver a concentração e a observação, motivar a precisão de seus projetos;

**Objetivos cognitivos:** estimular a aplicação das teorias formuladas à atividades concretas, desenvolver a criatividade dos alunos, analisar e entender o funcionamento dos mais diversos mecanismos físicos, ser capaz de organizar suas ideias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento (adquirir raciocínio lógico), selecionar elementos que melhor se adequem à resolução dos projetos, reforçar conceitos de Matemática, desenvolver noções de proporcionalidade, desenvolver noções de espaço e tempo, introduzir conceitos de robótica, levar a descoberta de conceitos de Física de forma intuitiva, utilizar conhecimentos aprendidos em outras áreas do conhecimento para o

desenvolvimento de um projeto, proporcionar a curiosidade pela investigação levando ao desenvolvimento intelectual do aluno;

**Objetivos afetivos:** promover atividades que gerem a cooperação em trabalhos de grupo, estimular o crescimento individual através da troca de projetos e ideias, garantir que o aluno se sinta interessado em participar de discussões e trabalhos de grupo, desenvolver o senso de responsabilidade, despertar a curiosidade, motivar o trabalho de pesquisa, desenvolver a autoconfiança e autoestima, possibilitar resolução de problemas por meio de erros e acertos.

Sob estes aspectos, é possível concluir que uma prática pedagógica no contexto da Robótica Educacional deve envolver, em sua metodologia, boa parte dos objetivos elencados, para que realmente promova a construção do conhecimento de modo efetivo.

### 1.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL: ESTUDOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Ao analisarmos a Robótica Educacional como campo de estudo, as pesquisas que versam sobre a respectiva temática podem ser divididas em dois grandes grupos: o da Tecnologia Educacional, cujo foco está no processo técnico e na tecnologia como ferramenta; e o da Educação Tecnológica, interessada principalmente no impacto social, econômico, cultural e educacional.

Os trabalhos de Petry (1996), Chella (2002), D'Abreu (2002), Santos (2005), Castro (2008), Aroca (2012) situam-se no campo da Tecnologia Educacional. Podemos citar como exemplo o trabalho de Aroca (2012, p. 15) que teve por objetivo:

[...] projetar e validar uma plataforma robótica aberta e gratuita, com recursos otimizados amplamente, permitindo construir um robô de baixíssimo custo, que possa ser utilizado amplamente, por alunos e profissionais de qualquer setor da sociedade (alunos, professores, pesquisadores e leigos).

Neste mesmo sentido, D'Abreu (2002) propõe investigar o aprendizado de conceitos na área de Mecatrônica a partir do processo de concepção, estruturação e programação de dispositivos mecatrônicos, utilizando kits de montagem LEGO, dispositivos robóticos Róbix e outros materiais de padrão comercial ou não.

Chella (2002) aborda a implementação de um laboratório de robótica. A autora apresenta uma proposta de estrutura e analisa a interação do hardware utilizando

linguagens de programação, descrevendo a aplicação do ambiente de aprendizagem robótico nas suas palavras:

Uma atividade que acompanhou o processo de desenvolvimento do ARE foi à utilização deste ambiente com aprendizes. O objetivo dessa atividade foi avaliar aspectos como facilidade de utilização, funcionalidade dos diversos recursos, confiabilidade em condições reais de uso e a receptividade do aprendiz, representada pelo grau de interesse demonstrado em explorar e aprender sobre as facilidades oferecidas pelo ambiente (CHELLA, 2002, p. 121).

Autores como Ortolan (2003), Zilli (2004), Campos (2006), Ribeiro (2006), Labegaline (2007), Cabral (2010), Silva (2010) e Barbosa (2011) concentram suas pesquisas na perspectiva da Tecnologia Educativa articulada a Educação Tecnológica. Trata-se de uma discussão técnica que integra e analisa também a concepção de sociedade, os paradigmas educacionais e, sobretudo, a incorporação da Robótica Educacional no redimensionamento dos processos de ensino e aprendizagem. Como exemplo das discussões propostas pelos autores, destacamos a preocupação de Ortolan (2003), que procura entender a real possibilidade de implementação de uma ferramenta altamente tecnológica no ensino, buscando sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito da tecnologia, sem com isso desvincular da educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e altamente participativo.

Quanto aos conteúdos matemáticos explorados via Robótica Educacional no âmbito nacional e internacional, é possível identificar o estudo de Simetria (ACCIOLE, 2005; MARTINS, 2012), Interpretação de Gráficos (FORTES, 2007), Noção de Proporção, Medidas, Frações, Multiplicação e Divisão de Números Inteiros (MARTINS, 2012). Aspectos como aprendizagens matemáticas de um modo geral são pesquisados por Moraes (2010).

Sobre os ambientes robóticos para aprendizagem Matemática, os estudos de Silk (2011) sugerem que tanto os ambientes formais (escola) e informais (competições) de aprendizagem existente são limitados no seu suporte para conexão entre Matemática e Robótica:

Ensinar matemática em uma sala de aula requer mais do que simplesmente usar tecnologia. É necessário, sobretudo projetar atividades que promovam concentração, motivação e que apresente a matemática de uma maneira significativa (SILK *et al.*; 2010, p. 21).

Ao refletirmos sobre as iniciativas relacionadas à Robótica Educacional no contexto internacional, Bredendfeld (2010) relata que na Europa na última década, um

grande número metodologias e iniciativas foram desenvolvidas, podendo ser categorizadas e marcadas pela realização de workshops, competições de robôs, cursos e conferências.

Segundo Bredenfeld (2010), o primeiro workshop específico sobre o tema Robótica Educacional na Europa foi organizado pelo Fraunhofer IAIS<sup>6</sup> em 2001 na Alemanha. Outro importante workshop sobre a integração de robôs fazia parte da conferência anual da Sociedade Alemã de Ciência da Computação, realizada em Bonn<sup>7</sup>, em 2005. Os workshops na Europa aumentaram o nível de discussão sobre a presente temática, como exemplo podemos citar o SIMPAR de 2008, RiE 2010 e o SIMPAR 2010, eventos promissores de uma tendência futura para consolidação da Robótica na Educação. Os workshops são muitas vezes organizados no entorno de projetos financiados por uma das grandes sociedades de conferência como ACM<sup>8</sup> ou IEEE<sup>9</sup>, relacionando as temáticas que versam sobre a Robótica Educacional juntamente com eventos individuais promovidos pelas comunidades técnicas, e não por comunidades especialistas em educação.

Muitas das competições de robôs existentes estão relacionadas com a Robótica Educacional, seja em nível de ensino básico ou em nível universitário. Neste contexto, podemos salientar algumas das iniciativas mais populares europeias:

**First Lego League (FLL)** – Trata-se de uma competição que envolve alunos dos níveis de ensino básico, com idades compreendidas entre os 9 e 16 anos. Nasceu nos Estados Unidos de uma parceria entre a organização FIRST (que se dedica á promoção da ciência e tecnologia entre os jovens) com materiais LEGO. A primeira competição data já do ano de 1992 e a adesão tem vindo a crescer anualmente. Em cada ano a competição aborda temas distintos, tendo sido já tratados temas como, oceanos, exploração de Marte, questão das pessoas com necessidades especiais ou nanotecnologia. Em cada ano são lançados diversos desafios que as equipas (de 5 a 10 participantes) tenta resolver. Ao final

---

<sup>6</sup>Instituto Fraunhofer de Análise Inteligente e Sistemas de Informação IAIS.

<sup>7</sup>É uma cidade às margens do rio Reno, no Estado de North Rhine-Westphalia, Alemanha, com uma população de 309.869 dentro de seus limites administrativos.

<sup>8</sup>A Association for Computing Machinery (Associação para Maquinaria da Computação) ou ACM, foi fundada em 1947 como a primeira sociedade científica e educacional dedicada à computação e a sua sede situa-se na cidade de Nova Iorque.

<sup>9</sup>O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos ou IEEE é uma organização profissional sem fins lucrativos, fundada nos Estados Unidos em 1963.

de algum tempo, tipicamente cerca de oito semanas, dedicados à construção dos robôs usando os kits da Lego Mindstorms e de treinos, as equipes disputam provas regionais e nacionais, sendo as melhores selecionadas para a final mundial. A avaliação das equipes tem quatro fases distintas: uma entrevista por um painel de juízes, a avaliação da construção do robô para os objetivos dados, um projeto criativo independente realizado pela equipe sobre o tema e, finalmente, o desempenho do robô num campo de provas onde terá que desempenhar as tarefas propostas da melhor maneira possível.

**ROBOCUP** – Nesta competição cada equipe possui um time de robôs autônomos que disputam um jogo de futebol contra outra equipe num campo. Geralmente, concomitantemente a realização da Robocup, são realizadas outras modalidades de competições, como a Robocup Junior, onde a construção dos robôs é relativamente livre desde que as dimensões não ultrapassem os 22 cm em diâmetro e altura. Tipicamente, a plataforma Lego Mindstorms serve de base aos robôs, mas estes podem ser adaptados com diferentes sensores e atuadores. O sucesso desta prova levou a que fossem aparecendo outras competições, integradas no projeto. Uma delas, designada por salvamento, ou Robô Rescue, consiste num percurso a ser percorrido pelos robôs onde tem que ser seguida uma linha, e no caminho alguns objetos, representando vítimas têm que ser identificados, recolhidos e transportados para outro local ou em alguns casos simplesmente identificados.

Um exemplo de uma competição forte regional na Alemanha é a ZDI-Roboterwettbewerb. A mesma é realizada todos os anos em uma série de oito competições e uma etapa final em universidades que usam uma competição de robôs inspirado na First Lego League.

No Brasil, a Robocup ocorreu em cidade de João Pessoa, Paraíba, em 2014, organizada pela Sociedade Brasileira de Computação e da Federação Mundial de Robótica, em parceria com o Ministério do Esporte e várias universidades, fortalecendo e motivando ainda mais a comunidade Robótica a âmbito nacional.

Outro ponto forte para a divulgação científica da Robótica Educacional na Europa está relacionado ao desenvolvimento de cursos nesta área. Existem cursos específicos oferecidos pelos distribuidores ou fornecedores de produtos robóticos, direcionados principalmente para escolas e professores, e são, em sua maioria, organizados como

atividades após o período de aula na própria escola. Podemos observar que na Alemanha os cursos de robôs são uma ferramenta atraente para os centros de ciência. Além disso, após as ofertas de cursos de robótica nas escolas, atividades com robótica começaram a ser integradas na sala de aula. Porém, é importante ressaltar que ainda existem muitos desafios, por exemplo, a introdução sistemática da Robótica no currículo, em especial na Alemanha e na Áustria.

É possível identificar várias conferências que representaram momentos significativos de discussão. Nesse sentido, destacamos alguns desses eventos:

1. AAAI Spring Symposium on Accessible Hand-On AI and Robotics Education, 2004;
2. AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education, Stanford University, CA, USA, 2007;
3. Research and Education in Robotics - EUROBOT 2008, Heidelberg, Germany, 2008;
4. Teaching with robotics: didactic approaches and experiences, Workshop at International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN), Venice, Italy, 2008;
5. AAAI Spring Symposium on Educational Robotics and Beyond: Design and Evaluation, Stanford University, CA, USA, 2010;
6. First International Conference on Robotics in Education, Bratislava, Slovakia, 2010

Apesar da ampla divulgação científica, há necessidade de sintonia no que tange principalmente há iniciativas governamentais que possibilitem a inserção da Robótica Educacional no currículo escolar, além do desenvolvimento de parâmetros para uma avaliação em longo prazo do impacto das novas tecnologias na educação como um todo, tanto no contexto nacional quanto no internacional.

#### 1.4 PROJETOS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NA PARAÍBA

Em 2013, o Governo do Estado da Paraíba proveu 150 Laboratórios de Robótica compostos por Kits Tecnológicos Temáticos e de Apoio, material didático para professores, equipe pedagógica e alunos, assessoria técnico-pedagógica para professores e equipe pedagógica para professores e software de programação para compor as Escolas de Ensino Médio da Secretaria de Educação.

Um dos principais motivos que motivaram a inserção da RE nas escolas está relacionado ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2011 das escolas da rede estadual da Paraíba que alcançou a nota 2,9 – com 0,1 de diferença a menos em relação à edição anterior, de 2009. Os números revelavam a necessidade de ações que possibilitassem ao Ensino Médio da rede estadual da Paraíba alcançar e superar a meta de 3.2 estabelecida para 2015.

Neste sentido, os critérios de seleção das escolas estaduais contempladas com os Laboratórios foram os baixos índices alcançados no IDEB, o número de matrículas e a participação no Programa Ensino Médio Inovador – ProEMI<sup>10</sup>.

Com base no Termo de Referência da Secretaria de Estado da Educação da Paraíba, outra finalidade da inserção da RE nas escolas é promover ao aluno do Ensino Médio estudo e aprofundamento de conceitos, conteúdos e temáticas das áreas do conhecimento (Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias), bem como proporcionar ao aluno vivenciar conhecimentos teóricos numa situação prática de aprendizagem, já que essa prática permite também ao jovem protagonizar a dinâmica da construção da sua própria aprendizagem. O documento também foca na importância da formação dos professores para o fortalecimento e enriquecimento da prática docente, de modo que aluno e professor possam ser autônomos no processo de (re) construção do conhecimento.

Em 2013 as escolas estaduais localizadas no município de Campina Grande receberam 15 Laboratórios de RE. A seguir descrevo alguns detalhes dos Kit de RE utilizado nas escolas e, conseqüentemente, em uma delas desenvolvemos nossa pesquisa.

---

<sup>10</sup> O Programa Ensino Médio Inovador- ProEMI, instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009, integra as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, como estratégia do Governo Federal para induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio. O objetivo do ProEMI é apoiar e fortalecer o desenvolvimento de propostas curriculares inovadoras nas escolas de ensino médio, ampliando o tempo dos estudantes na escola e buscando garantir a formação integral com a inserção de atividades que tornem o currículo mais dinâmico, atendendo também as expectativas dos estudantes do Ensino Médio e às demandas da sociedade contemporânea.

## 1.5 PLATAFORMAS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL DA FISHERTECHNIK

Desenvolvido pelo professor Arthur Fisher no ano de 1965, na época de natal, concebido como um presente para seus filhos e parceiros de negócios, o inventor doou os primeiros 1000 conjuntos para uma instituição de caridade chamada Akition Sorgenkind. Na primavera seguinte, os kits da Fischertechnik foram apresentados às lojas de brinquedos, não demorando a ser utilizado nas escolas e universidades. Atualmente a empresa dispõe de uma diversidade de kits temáticos utilizados principalmente no Ensino Médio, Profissional e Educação Superior. A seguir apresentamos no Quadro 1 alguns modelos da linha PROFI (que não utiliza microcontrolador) e no Quadro 2 a linha Computing (que utiliza microcontroladores):

**Quadro 1 – Alguns modelos de Kits da Linha PROFI**

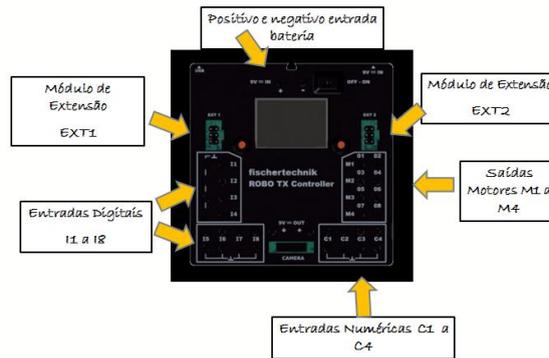
<b>Linha PROFI</b>		
<b>Kit Educacional</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Aplicações</b>
<p>Oeco Tech</p> 	<p>Utilizado para exploração da produção, armazenamento e utilização da energia a partir de recursos naturais – energia eólica, das águas e solar.</p>	<p>Bomba a óleo, monitoramento de células solares, veículo solar, guindastes e sistemas de energia eólica.</p>
<p>MECHANIC + STATIC</p> 	<p>Motor elétrico, sistemas de engrenagens, polias, estabilidade, estruturas e braçadeiras, alavancas, guindastes entre outros.</p>	<p>Veículos, sistemas de marchas, torno mecânico, guindaste, pontes, talha, serra de arco, plataforma com mecanismo de pantógrafo entre outros.</p>

Quadro 2 – Alguns modelos de Kits da Linha Computing

<b>Linha Computing</b>		
<b>Kit Educacional</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Aplicações</b>
ROBO TX Training lab 	Design de máquinas e robôs, modelos de programação de controle, programação de software gráfico.	Empilhadeira de forquilha, máquina de lavar louça, modelo básico, robô jogador de futebol, detector de pistas, cortador grama, semáforo, robô mediador, elevador, regulador de temperatura, secador de mãos.
ROBÔ TX Explorer 	Design de máquinas e robôs, modelos de programação de controle, programação de software gráfico.	Modelo básico, robô de rastreamento, robô de túnel, identificador de cores, robô explorador, robô de salvamento.
ROBO TX Eletropneumatic 	Cilindro, compressor, válvula magnética, circuito elétrico, sensores e atuadores, variáveis, robô TX Controller, software Robo Pro.	Motor de ar comprimido, robô selecionador de cores, circuito de esferas com agarrador a vácuo, fliperama.
ROBO TX Automation Robots 	Robôs industriais, atuadores, sensores, robô TX Controller, software Robo Pro.	Robô de garras, depósito de prateleira alta, garras rotativas, robô de três eixos.

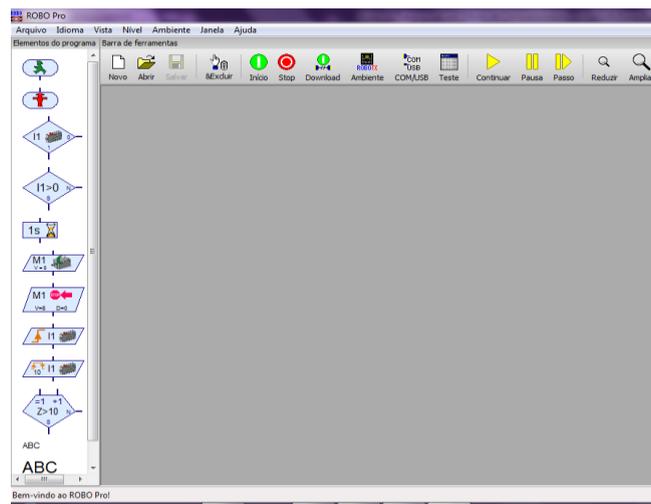
Dentre os Kits descritos acima, utilizamos em nossa pesquisa o TX Explorer, por ter como modelo um Robô tipo esteira e por possuir maior estabilidade em seus movimentos.

O microcontrolador ROBO TX Controller inclui saída para controle de motores, entradas para sensores e tela de LCD, corresponde à parte principal dos Kits da Linha Computing.



**Figura 1: ROBO TX Controller**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

O trabalho de pesquisadores em desenvolver um ambiente de programação amigável e de fácil assimilação para educadores e alunos culminou com o desenvolvimento do software ROBO PRO. O programa está baseado na noção de arrastar e soltar ícones para escrever a linguagem que será enviada para o dispositivo:



**Figura 2: Tela de programação do ROBO PRO**

Após discutirmos sobre RE, abordando seus aspectos históricos, conceituais, fornecermos um panorama das pesquisas nacionais e internacionais sobre a temática, bem como apresentar o Projeto de RE na Paraíba e descrever alguns Kits de RE da Fischertechnik, delineamos nas próximas linhas um diálogo sobre o estudo de proporção, com destaque aos documentos oficiais e os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento do raciocínio proporcional.

## **CAPÍTULO 2**

### **O DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO PROPORCIONAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Neste capítulo abordamos os principais aspectos do raciocínio proporcional revelando pesquisas/pesquisadores, tarefas e estratégias utilizadas na investigação do desenvolvimento desse tipo de raciocínio. A fim de enriquecer esse campo de discussão no âmbito da Educação Matemática, elaboramos um mapa conceitual sob o qual buscamos sintetizar as ideias centrais sobre o presente estudo.

Ao analisarmos o que está posto na literatura, observamos que a conceptualização de proporcionalidade é uma competência que pode ser evidenciada ainda na infância, e que as estratégias utilizadas e a intervenção do professor enquanto mediador do conhecimento apresenta forte influência no processo de construção e compreensão do conceito em foco.

Na tentativa de trilhar um caminho onde pudéssemos identificar o processo de construção do raciocínio proporcional com maior clareza, encontramos nos estudos de John Van de Walle aplicações e atividades mais adequadas aos objetivos de nossa investigação e que nortearam o desenvolvimento da proposta didática a qual será esplanada e discutida nos capítulos posteriores.

Neste contexto, propomos refletir e analisar o complexo processo de desenvolvimento do raciocínio proporcional, ao considerarmos que o ambiente robótico pode trazer em sua programação características capazes de mobilizar o potencial de aprendizagem do sujeito, permitindo emergir situações intelectualmente desafiadoras que colocam em ação o domínio de uma diversidade de competências matemáticas de naturezas diferentes, mas que se complementam no processo de compreensão e significação do saber em foco.

#### **2.1 DISCUTINDO A PROPOSTA DOS DOCUMENTOS OFICIAIS E O ENSINO DE PROPORÇÃO NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Há pelo menos duas décadas a Educação Matemática tem sofrido mudanças lentas, mas constantes. A mola propulsora destas mudanças, tanto sobre o conteúdo da Matemática escolar quanto sobre o melhor modo que a Matemática é ensinada pode ser atribuído a uma variedade de fatores, incluindo os conhecimentos desenvolvidos em

pesquisas educacionais. Um dos pontos significativos para esta mudança foi a liderança profissional do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), uma organização de professores e educadores matemáticos.

Em abril de 2000, o Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM) publicou *Principles and Standards for School mathematics* (Princípios e padrões para a matemática escolar), propondo uma atualização do seu documento original de *Padrões Curriculares*, publicado onze anos antes, em 1989. Apresentamos os seis Princípios e Padrões para a matemática escolar propostos no presente documento:

**Princípio da equidade:** “A excelência em educação matemática requer altas expectativas de equidade e forte apoio a todos os estudantes” (NCTM, 2000, p. 12). É essencial que todos possam ter oportunidade para aprender Matemática, *independentemente*, de características históricas, obstáculos e desafios físicos pessoais.

**Princípio curricular:** “Um currículo é muito mais que uma coleção de atividades; ele deve ser coerente, focar as ideias matemáticas importantes e ser bem articulado ao longo das séries e ciclos” (NCTM, 2000, p. 14). A coerência aponta a importância da construção de um ensino em *torno de ideias importantes*, que valorizem a integração de um currículo pluridisciplinar, e não a peças e fatos isolados. O conteúdo e as ideias matemáticas tornam-se *importantes* à medida que forem úteis ao desenvolvimento de outras ideias, se vinculando a outras ou servindo para ilustrar a disciplina de matemática como um empreendimento humano.

**Princípio de ensino:** “O ensino de matemática requer compreender o que os alunos sabem e precisam aprender e, então, desafiá-los e apoiá-los a aprender bem o que precisam” (NCTM, 2000, p. 16). No presente contexto é preciso promover uma educação Matemática de qualidade, na qual os professores devem dominar o conteúdo matemático que está ensinando, compreender como os alunos aprendem matemática incluindo o desenvolvimento individual de cada um, e, por fim, selecionar tarefas e estratégias educativas para enriquecer a aprendizagem.

**Princípio de aprendizagem:** “Os estudantes devem entender a matemática, construindo ativamente novos conhecimentos com sua experiência e seu conhecimento prévio” (NCTM, 2000, p. 20). Este princípio abrange duas ideias fundamentais. A primeira ideia está relacionada à compreensão matemática, habilidades para pensar e

argumentar matematicamente de modo a resolver novos problemas e aprender novos conceitos. A segunda está fortemente ligada a primeira e envolve a necessidade do aluno avaliar suas próprias ações e as dos outros, sendo encorajados a fazer conjecturas matemáticas e testá-las, desenvolvendo o raciocínio lógico matemático.

**Princípio avaliativo:** “A avaliação deve apoiar a aprendizagem significativa da matemática e fornecer informação útil aos professores e alunos” (NCTM, 2000, p. 22). A avaliação deve ser um fator que direcione o professor nas decisões e intervenções educativas no processo de ensino e aprendizagem. O ato de avaliar é complexo, requer profundas reflexões e questionamentos, tendo em vista a grande quantidade de variáveis presentes em todo processo de construção do conhecimento, tais como realidade sócio – cultural, história de vida do aluno, características genéticas, neurológicas, ambientais, entre outras. Os pontos citados corroboram para refletirmos a gênese do ato de avaliar. A auto avaliação é um importante instrumento de intervenção pedagógica, seja por parte do aluno ou professor, pois apresenta diversas vantagens para uma reflexão crítica dos processos e resultados do diagnóstico do desenvolvimento cognitivo do aluno. Para se tornar eficaz, os professores devem privilegiar uma variedade de técnicas e instrumentos de avaliação, compreender suas metas matemáticas, e ter uma boa ideia de como os alunos pensam sobre a matemática que está sendo desenvolvida.

**Princípio tecnológico:** “A tecnologia é essencial ao ensino e aprendizagem da matemática: ela influencia a matemática que é ensinada e amplia a aprendizagem dos alunos” (NCTM, 2000, p. 24). O uso de calculadoras e computadores é essencial para fazer e aprender matemática em sala de aula, permitindo que os estudantes se concentrem, argumentem e resolvam problemas dinamizando as possibilidades de exploração e representações de ideias.

Neste sentido, ao analisarmos os respectivos princípios, é possível identificarmos uma estreita semelhança às propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais. A reflexão, a partir dos documentos oficiais Nacionais e Internacionais é de fundamental importância para o caminhar e o desenvolver da presente pesquisa, em especial aspectos ligados ao ensino de proporção.

Segundo o Curriculum and Evaluation Standards, documento do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1989, p. 82):

A habilidade de raciocinar proporcionalmente ocorre nos estudantes da quinta a oitava séries, e é de tal importância que devemos desenvolvê-la cuidadosamente, ainda que esse desenvolvimento implique uma ampliação do tempo e uma concentração de esforços.

Assim, os tópicos relativos à razão e proporção devem ocupar uma parte central, tanto no currículo para as escolas quanto no dos cursos de formação inicial de professores de Matemática. A relevância ao estudo de proporção nos processos educacionais está diretamente relacionada à sua presença em diversas áreas do conhecimento, principalmente no cotidiano. A capacidade dos alunos de raciocinar proporcionalmente integra sua compreensão de frações, e apoia a sua compreensão das funções e da álgebra nos diversos níveis de ensino.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática – PCN (BRASIL, 1997, p.67), “o fato de que vários aspectos do cotidiano funcionam de acordo com leis de proporcionalidade evidencia que o raciocínio proporcional é útil na interpretação de fenômenos do mundo real”.

O estudo de proporcionalidade, de acordo com os PCN de Matemática da 5ª a 8ª séries (1998), atuais 6º ao 9º anos do Ensino Fundamental respectivamente, tem um maior aprofundamento a partir do terceiro ciclo desse nível de escolaridade, ou seja, exatamente a partir do 6º ano. É de fundamental importância para o desenvolvimento do raciocínio proporcional, um ambiente rico de situações que produzam sentido:

Do raciocínio proporcional, por meio da exploração de situações de aprendizagem que levem o aluno a: representar em um sistema de coordenadas cartesianas a variação de grandezas, analisando e caracterizando o comportamento dessa variação em diretamente proporcional, inversamente proporcional ou não proporcional; resolver situações-problema que envolva a variação de grandezas direta ou inversamente proporcionais, utilizando estratégias não convencionais e convencionais, como as regras de três (BRASIL, 1997, p. 82).

Conforme Van de Walle (2009), o raciocínio proporcional é ampliado por meio de atividades que confrontem e estabeleçam ideias de razão e resolução de proporções em uma grande variedade de situações, baseada na resolução de problemas e com cuidado no uso de regras e fórmulas, para que não seja valorizado o ensino e o uso de processos mecânicos. Como por exemplo, no caso da regra de três cruzada, é recomendado que o professor apenas apresente este método após o aluno ter vivenciado informalmente muitas experiências proporcionais, resolvido por meio de métodos intuitivos ou baseados apenas em sua compreensão e raciocínio lógico.

Considerando a importância do ensino e aprendizagem de proporção, e com base nas contribuições presentes nos documentos oficiais, percebemos a relevância do desenvolvimento de propostas metodológicas adequadas capazes de potencializar conexões com temas do cotidiano e com outras áreas ao longo do Ensino Fundamental. Estas ações podem facilitar a prática dos professores de Matemática, além de tornar o conteúdo mais próximo da realidade do aluno em seu contexto social, e por tanto mais significativo.

## 2.2 RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: CARACTERÍSTICAS E ASPECTOS CONCEITUAIS

Na psicologia da aprendizagem humana, o raciocínio proporcional é amplamente reconhecido como uma capacidade que inaugura uma mudança conceitual significativa em relação aos níveis operacionais concretos de pensamento para os níveis operacionais formais do pensamento. De acordo com Lesh, Post e Behr (1998), o raciocínio proporcional é uma forma de raciocínio matemático que envolve um sentimento de covariação e de comparações múltiplas, bem como a capacidade de armazenar e processar mentalmente várias informações, preocupando-se com inferências, envolvendo em seu entorno métodos qualitativos e quantitativos de pensamento. O pensamento qualitativo seria mais abrangente que o pensamento quantitativo. Isso se justifica tendo em vista que o pensamento qualitativo permite fazer uma análise prévia do problema e elaborar conclusões a partir de comparações entre taxas ou razões dadas antes dos cálculos. Esse tipo de pensamento a análise dos resultados encontrados, levando o indivíduo a se questionar sobre a sua coerência.

As características essenciais do raciocínio proporcional envolvem taxas, proporções, razão e frações. Isso invariavelmente relaciona a assimilação<sup>11</sup> mental e síntese, além de fornecer a capacidade de inferir igualdades ou desigualdades de pares ou séries.

Para os autores, todas as pessoas resolvem problemas que envolvem proporção não utilizam necessariamente o raciocínio proporcional. Na verdade, podem-se perceber as relações numéricas simples (desde A é três vezes B, X deve ser três vezes D) ou utilizar

---

<sup>11</sup>Assimilação é “uma integração à estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação” (PIAGET, 1996, p. 13).

um algoritmo como o de multiplicação cruzada. Para resolver proporções do tipo  $A / B = x / D$ , os alunos muitas vezes são ensinados a multiplicação cruzada método  $A * D = x * B$ , onde  $x = A * D / B$ . No entanto, pesquisas e experiências têm demonstrado consistentemente que este método é mal compreendido pelos alunos e dificultam o desenvolvimento do raciocínio proporcional ao invés de facilitá-lo (POST; BEHR e LESH, 1988).

De modo geral, é possível elencar sete tipos de problemas que envolvem proporção, no entanto, os tipos 3 a 7 têm sido negligenciados no ensino e na investigação centrada no livro didático:

**1. Faltando problemas de valor:**  $A / B = C / D$ , onde três valores são dados, e o objetivo é encontrar a parte que falta.

**2. Comparações de problemas:**  $A / B <=? => C / D$ , onde todos os quatro valores são dados, e o objetivo é julgar o que é verdade:  $A / B < C / D$  ou  $A / B = C / D$  ou  $A / B > C / D$ .

### **3. Problemas de transformação:**

(A) direção das decisões de mudança: Uma equivalência é dada da forma  $A / B = C / D$ . Em seguida, um ou dois dos quatro valores de A, B, C, ou D é aumentado ou diminuído por uma determinada quantidade, e o objetivo é julgar que a relação ( $<$ ,  $>$  ou  $=$ ) é verdade para os valores transformados.

(B) transformações para produzir a igualdade: Uma desigualdade é dada da forma  $A / B < C / D$ . Então, para um dos quatro valores de A, B, C ou D, de um valor de x devem ser encontrados de modo que, por exemplo,  $(A + x) / B = C / D$ .

**4. A média de problemas de valor:** São dados dois valores, e o objetivo é encontrar o terceiro.

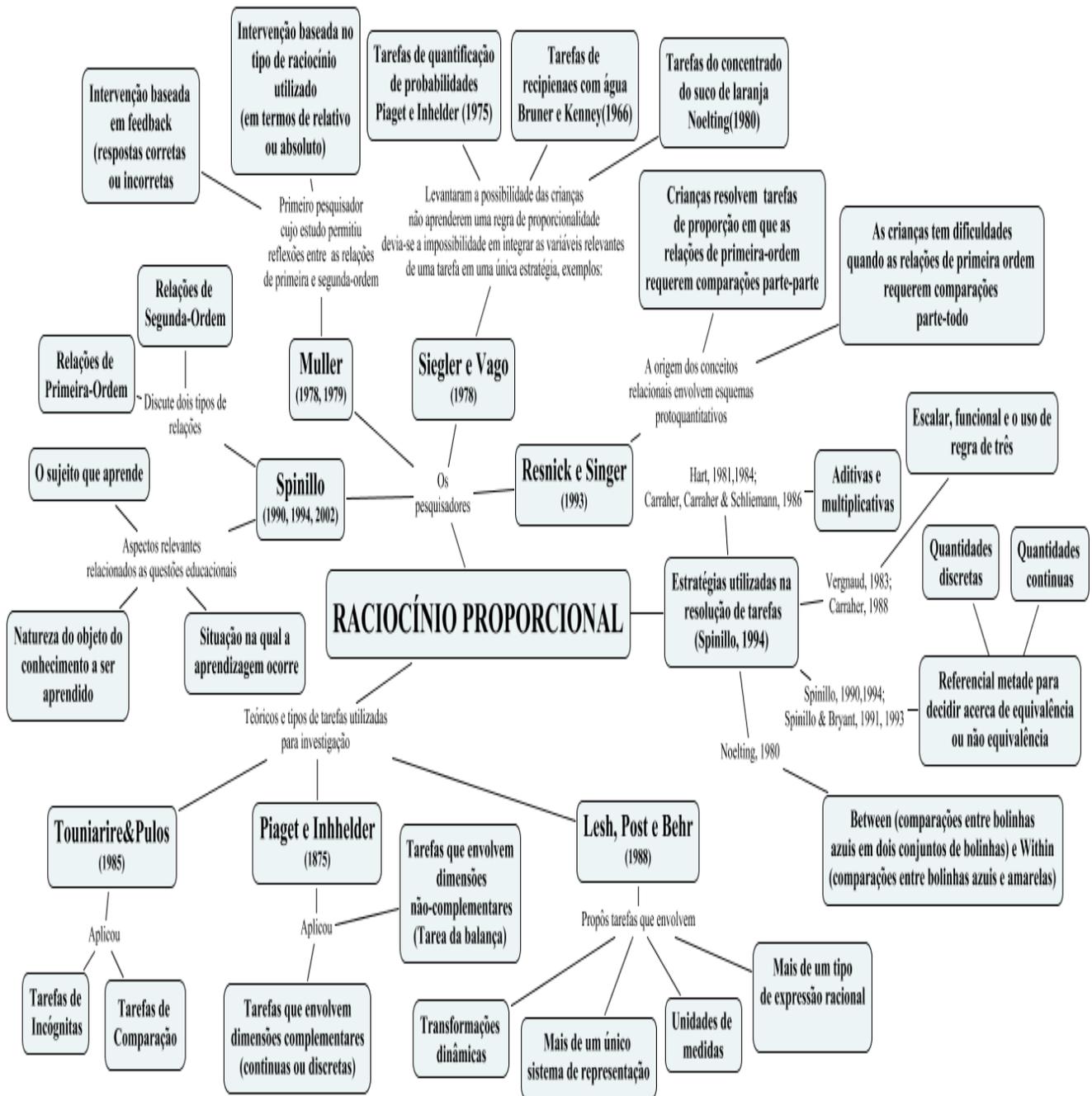
(A) as médias geométricas:  $A / x = x / B$  (B) meio harmônicas:  $A / B = (Ax) / (xB)$

**5. Proporções que envolvem conversões de taxas ou frações:** Podemos citar como exemplo: A proporção de meninos para meninas em uma classe foi de 15 a 12. Que fração da classe foram meninos?

**6. Proporções envolvendo unidades de medida:** (3 pés) / (2 segundos) = x milhas por hora ou 5 pés / segundo = x milhas / hora

**7. Modelos com problemas de tradução:** A razão (ou fração ou taxa ou quociente) é dada em um sistema de representação, e o objetivo é retratar a mesma relação com outro sistema de representação.

No mapa conceitual, representado na Figura 1, é possível identificar as principais concepções teóricas relacionadas ao desenvolvimento do raciocínio proporcional, bem como as diferentes estratégias e tarefas utilizadas em diversas investigações realizadas sobre a presente temática:



**Figura 3: Mapa Conceitual que esboça as principais teorias, tarefas e estratégias utilizadas em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento do Raciocínio Proporcional**

No mapa conceitual é possível identificar que tarefas aplicadas nas diversas pesquisas sobre o desenvolvimento do raciocínio proporcional, de modo geral, podem ser agrupadas em duas classes de problemas: tarefas de incógnita e tarefas de comparação (TOURNAIRE e PULOS, 1985).

Além dos tipos de problemas citados, as tarefas utilizadas variam em função das dimensões envolvidas: complementares e não complementares. Dimensões complementares referem-se a quantidades (contínuas ou discretas) que são partes que, juntas, formam um mesmo todo; enquanto dimensões não complementares são quantidades que não constituem um mesmo todo. A tarefa de quantificação de probabilidades de Piaget e Inhelder (1975) envolve dimensões complementares (cartas com cruz vs. cartas sem cruz que formam um mesmo todo – conjunto de cartas), e a tarefa da balança de Inhelder e Piaget (1958) adota dimensões não complementares (peso vs. distância). Spinillo (1992, 1993, 1997) ressalta a importância da distinção entre dimensões complementares e dimensões não complementares para se compreender a natureza das dificuldades experimentadas por crianças ao resolver tarefas de proporção.

Quanto às tarefas utilizadas na resolução de tarefas de proporção, é possível destacarmos diferentes estratégias e procedimentos, como por exemplo, as estratégias aditivas e multiplicativas (HART, 1981, 1984; CARRAHER, CARRAHER e SCHLIEMANN, 1986), é importante ressaltar que alguns autores consideram essas estratégias como diferentes níveis de compreensão, onde as estratégias multiplicativas expressam um raciocínio proporcional sofisticado. A estratégia escalar, funcional e o uso da regra de três são outros tipos de estratégias verificadas na literatura (VERGNAUD, 1983; CARRAHER, 1988), no entanto, o grau de compreensão entre os sujeitos na utilização da mesma varia: a estratégia escalar (adotada com frequência na escola) é usado com compreensão, em oposição à regra de três (ensinada na escola) que muitas vezes é adotada sem que haja uma compreensão das relações envolvidas (SPINILLO, 1994).

Ainda sobre as estratégias utilizadas na solução de situações que envolvem atividades de proporção, Langrall e Swafford (2000) em suas pesquisas classificam em quatro níveis de estratégias que os alunos podem utilizar na resolução de atividades de proporção e como as mesmas se relacionam ao processo de desenvolvimento do raciocínio proporcional.

#### **Nível 0: raciocínio não proporcional**

Os alunos utilizam estratégias caracterizadas pelo uso de técnicas baseadas no princípio aditivo ao invés de realizar comparações multiplicativas, não levando a soluções corretas ou até mesmo ao desenvolvimento de um tipo de raciocínio mais sofisticado.

Neste nível os alunos não relacionam duas medidas, utilizam suposições sem nenhum tipo de argumentação.

### **Nível 1: raciocínio informal sobre situações proporcionais**

No nível 1 as estratégias utilizadas pelos alunos representam um raciocínio informal sobre situações proporcionais realizando comparações qualitativas. É possível pensar produtivamente sobre os problemas, usando materiais manipuláveis, imagens ou outros modelos que possam fazer sentido na resolução das situações.

### **Nível 2: raciocínio quantitativo**

Este corresponde a um tipo de estratégia mais sofisticada no qual os alunos podem usar o raciocínio quantitativo baseados no cálculo numérico e identificação de taxas unitárias, frações equivalentes, relações entre medidas e construção de gráficos ou tabelas.

### **Nível 3: raciocínio proporcional Formal**

- \* Configura proporção utilizando variáveis e resolve usando a regra do produto entre produtos ou frações equivalentes
- \* Entende totalmente as relações invariantes e covariantes

Neste nível os alunos podem definir uma proporção usando uma variável e resolver a variável usando a regra entre produtos ou frações equivalentes, com pleno entendimento das relações estruturais que existem. Os alunos devem compreender que a relação entre duas grandezas continuam sendo mesma, enquanto as duas medidas em cada proporção variam de modo proporcional. Langrall e Swafford (2000) identificaram em seus trabalhos que este corresponde a um nível mais complexo a ser alcançado, nenhum dos participantes de sua pesquisa (16 alunos) atingiram este nível.

Spinillo (1994) pôde demonstrar que as crianças de seis anos utilizam o referencial de “metade” para decidir acerca da equivalência e não equivalência entre razões apresentadas por quantidades contínuas (SPINILLO, 1990; SPINILLO e BRYANT, 1991) e em outros, por quantidades discretas (SPINILLO e BRYANT, 1993; SPINILLO, 1994). Nesse contexto, concordamos com os autores, no sentido de que é possível destacar relações de primeira e de segunda-ordem, onde as crianças compreendem as relações parte-parte (relações de primeira-ordem) antes de compreenderem relações parte-todo (relações de segunda-ordem).

Podemos exemplificar através da análise de dois conjuntos de bolinhas, sendo um formado por três bolinhas azuis e cinco amarelas e o outro por três bolinhas amarelas. Para decidir em qual dos conjuntos existe a maior proporção de bolinhas azuis, o aluno precisa inicialmente comparar em cada conjunto a quantidade de bolinhas azuis em relação às bolinhas amarelas (3 bolinhas azuis para 5 amarelas e 3 azuis para 3 amarelas) ou comparar o número de bolinhas azuis ao total de bolinhas em cada conjunto ( $\frac{3}{8}$  das bolinhas são azuis e  $\frac{3}{6}$ ) Estas são relações de primeira-ordem. No primeiro momento, o aluno estabelece uma relação parte-parte para realizar a comparação, enquanto no segundo momento, a relação estabelecida considera parte-todo (fração).

Depois que o aluno estabelece esta relação de primeira-ordem, é necessário compará-las entre si, para decidir em qual dos dois conjuntos há maior proporção de bolinhas azuis. A comparação entre as relações de primeira-ordem consiste nas relações de segunda-ordem, ou seja, relação entre relações.

Noelting (1980) também identificou dois tipos de estratégias semelhantes às citadas acima na resolução de uma tarefa de proporção: estratégia *Between* (comparações entre bolinhas azuis em dois conjuntos de bolinhas) e *Within* (comparações entre bolinhas azuis e amarelas).

Os estudos de Spinillo (1994) mostram que crianças de 6 anos utilizam um tipo de estratégia com base no referencial *metade* para decidir a cerca da equivalência ou da não equivalência entre razões representadas por quantidades contínuas e discretas. A autora cita como exemplo uma tarefa em que crianças deveriam escolher entre dois cartões (parte pintada em preto e outra em branco) aquele combinava com um modelo (cartão pequeno), apesar de terem diferenças nos tamanhos absolutos de todos e na forma da área pintada em preto:

$\frac{2}{8}$  (modelo) e  $\frac{4}{8}$  vs.  $\frac{2}{8}$  (alternativas) “Aqui ( $\frac{2}{8}$  alternativa) porque tem mais branco que preto. É mais da metade do branco e menos da metade do preto. Feito esse (modelo). Aqui (alternativa  $\frac{2}{8}$ ) parece ter mais preto que lá (modelo) por causa de que o cartão é maiorzão e fica maiorzão dentro dele. Mas é a mesma coisa que lá (modelo). Não pode ser esse (alternativa  $\frac{4}{8}$ ) porque tem metade branco e metade preto (SPINILLO, 1994, p. 111).

É possível perceber que o processo de resolução inicia comparando parte branca com a parte preta dos cartões (relação de primeira-ordem do tipo parte-parte) e então, verifica qual deles possuem maior relação *preto:branco* como referencial *metade* é

tomado como padrão de referência nos julgamentos. Ainda que represente um tipo de raciocínio elementar, este tipo de estratégia reflete as noções iniciais que as crianças possuem sobre proporção, caracterizando inicialmente conceitos espontâneos anteriores ao aprendizado escolar e que estão presentes desde os 6 anos de idade.

Ao considerarmos que esse tipo de estratégia é adotado desde cedo, verificando o referencial *metade*, Spinillo (1994) sugere que a escola poderia promover atividades matemáticas em que fosse possível aplicar tal estratégia entre situações distintas, explorando desse modo quantidade discretas e quantidades contínuas.

Cada estratégia apresentada corresponde ao modo como o sujeito lida com as relações em uma tarefa de proporção, o papel do professor é explorar e refletir sobre cada estratégia adotada, criando situações adequadas para a construção do conceito de proporção a partir dos resultados obtidos na resolução das tarefas propostas:

Se de um lado procuramos entender quais as noções que o sujeito possui sobre proporção; do outro lado procuramos também compreender que situações seriam facilitadoras e propiciadoras de desenvolvimento. Tomando como situação a sala de aula, é preciso considerar que experiências de instrução seriam intelectualmente desafiadoras e que permitiriam a apropriação do conceito (objeto de conhecimento) pela criança (sujeito), promovendo assim, seu desenvolvimento (SPINILLO, 1994, p. 109).

De acordo com Spinillo (2002), apesar da diversidade de formas de investigar o conceito de proporção, os estudiosos concordam que o raciocínio proporcional requer: a) reconhecer a equivalência entre situações distintas; b) pensar em termos relativos e não em termos absolutos; e c) estabelecer relações entre relações, bem como estabelecer relações de segunda-ordem que ligam duas ou mais relações de primeira-ordem.

Conforme Lamom (1999) apud Van de Walle, os pensadores proporcionais possuem características como: *senso de covariação* (compreendem relações em que duas quantidades variam juntas e são capazes de perceber como a variação de uma coincide com a variação da outra), reconhecem *relações proporcionais* e relações *não proporcionais*, desenvolvem uma ampla variedade de estratégias para resolver proporções e comparar razões em vez de algoritmos prescritos além de compreender razões como entidades distintas representando uma relação diferente das quantidades que elas comparam.

As pesquisas de Lamom (1999) revelam que mais da metade da população adulta não pode ser considerada como pensadores proporcionais. Esse dado indica que não

adquirimos os hábitos e habilidades do raciocínio proporcional simplesmente crescendo, pelo contrário, as pesquisas de Lamom, entre outros pesquisadores, consideram que o ensino apresenta papel fundamental para o desenvolvimento deste tipo de raciocínio, especialmente se as regras para cálculos de frações, atividades para comparação de razões e a resolução de proporções se forem realizadas no momento certo e de maneira adequada. As pesquisas de Bright, Joyner e Wallis (2003); Karplus, Pulos e Stage(1983); Lamon (1993, 2002); Lo e Watanabe (1997); Noelting (1980) e Post, Behr e Lesh (1998) fornecem alguns caminhos para o professor ampliar o processo de ensino e aprendizagem quanto ao tema em questão. Os autores sugerem que:

- 1) As tarefas de razão e proporção devem ser exploradas em uma diversidade de contextos, explorando medidas, preços, contextos geométricos e outros elementos visuais e taxas de todos os tipos;
- 2) Os alunos precisam ser encorajados a discussão e a experimentação em prever comparar razões, distinguindo entre comparações proporcionais e não proporcionais.
- 3) O professor deve ajudar as crianças a relacionar o raciocínio proporcional aos processos existentes.
- 4) É importante reconhecer que os métodos mecanizados, como o algoritmo do produto cruzado (regra de três) utilizado na resolução de proporções não desenvolvem o raciocínio proporcional e não devem ser introduzidos até que os alunos tenham muitas experiências com métodos intuitivos e conceituais.

A seguir elencamos cinco categorias de atividades informais, propostas por Van de Walle (2009), que podem auxiliar no reconhecimento de aspectos relacionado ao desenvolvimento do raciocínio proporcional:

### **1) Identificação de relações multiplicativas**

- **Competência:** Capacidade de identificação situações proporcionais e não proporcionais (aditivas);
- **Exemplo de atividade:** A escola de ensino fundamental Miller tem 16 estudantes na 6ª série e 12 deles dizem que são fãs de basquetebol. Os estudantes restantes não são fãs de basquetebol;

- **Questionamentos:** É pedido aos alunos que descrevam quaisquer relações que puderem identificar entre os estudantes que são fãs de basquetebol e aqueles que não são;
- **Resultados esperados:** Uma vez identificado que quatro não são fãs, existem várias possibilidades diferentes, tais como: existem oito fãs a mais que não são fãs, existem três vezes tantos fãs como não fãs, para cada três estudantes que gostam de basquetebol, existe um que não gosta. Dentre as possibilidades acima, a primeira é uma relação de natureza puramente aditiva, enfocando a diferença entre os dois números. As outras duas correspondem a variações de relações multiplicativas, cada uma expressando a razão 3 para 1 de fãs de um modo ligeiramente diferente. Se os alunos reconhecem e compreendem a diferença entre a abordagem aditiva e a multiplicativa, essa é uma indicação de raciocínio proporcional.

## 2) Seleção de razões equivalentes

- **Competência:** Parte do raciocínio proporcional é a habilidade de reconhecer razões<sup>12</sup> em contextos diferentes. Podem expressar comparações de uma parte a um todo (razões parte-todo), uma parte de um todo à outra parte do mesmo todo (razões parte-parte), também podem envolver relações parte-todo e parte-parte comparando duas medidas do mesmo tipo de coisa (razões como taxas);
- **Exemplo de atividade:** Duas razões podem ser apresentadas e os alunos podem identificar se são equivalentes. Caso não sejam, podem selecionar entre outras uma razão equivalente. Por exemplo,  $5/8$  e  $9/12$ .
- **Questionamentos:** O professor pode pedir para que os alunos justifiquem o porquê dos pares selecionados estão na mesma razão, e que estas atividades contemplem razões que não sejam proporcionais, mas que tenham uma diferença em comum.
- **Resultados esperados:** Com base no exemplo,  $5/8$  e  $9/12$  não são razões equivalentes, mas as diferenças correspondentes são as mesmas  $8 - 5 = 12 - 9$

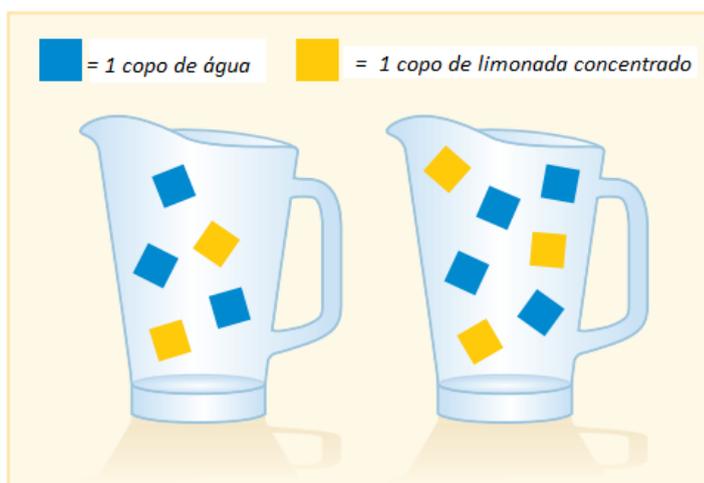
---

<sup>12</sup> Uma *razão* é um número que relaciona duas quantidades ou medidas dentro de uma dada situação através de uma relação multiplicativa (em contraste com uma relação de diferença ou aditiva) (VAN DE WALLE, 2009, p.383).

=3. Nesta situação os alunos podem privilegiar as relações aditivas ao invés das relações multiplicativas.

### 3) Comparar razões

- **Competência:** Capacidade de comparar duas razões e identificando as razões equivalentes.
- **Exemplo de atividade:** Nesta atividade é apresentado aos alunos uma figura de duas jarras de limonada, conforme a Figura 4. Cada jarra tem a mesma quantidade de limonada. Um quadrado amarelo é uma xícara de limonada concentrada e um quadrado azul é uma xícara de água. A tarefa é decidir qual jarra terá o sabor de limonada mais forte ou se as duas jarras terão o mesmo sabor:

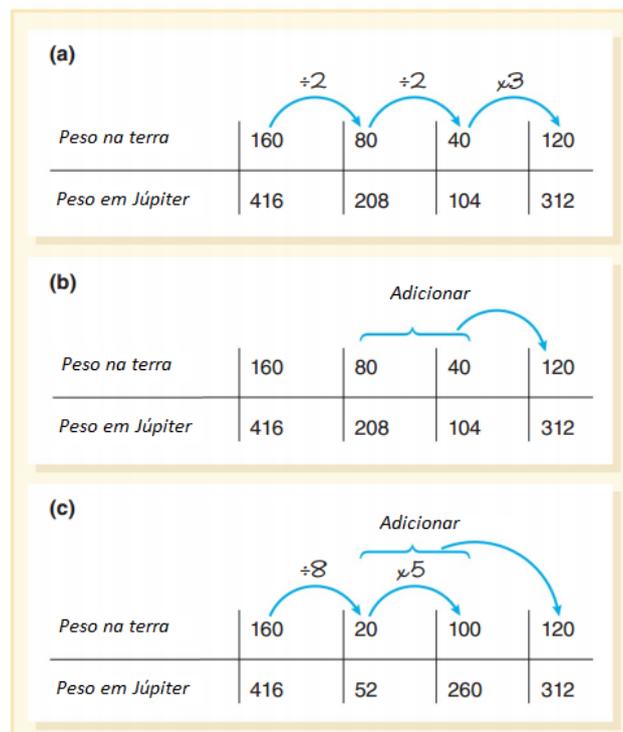


**Figura 4: Representação de duas jarras de limonada**  
**Fonte: Imagem adaptada de Van de Walle (2009)**

- **Questionamentos:** Os alunos devem explicar qual estratégia utilizada na resolução do problema, o professor também pode solicitar para que os alunos formulem mais de um argumento.
- **Resultados esperados:** Existem diversos caminhos para resolução deste tipo de situação, um deles é comparar as frações: a limonada misturada comparada à água ( $2/3$  vs.  $3/4$ ). Através de atividades como essa, é possível descobrir que o contexto, assim como os números envolvidos influencia na escala de estratégias para resolução.

### 4) Gráficos e escalas com tabelas de razão

- **Competência:** compreender e organizar ideias matemáticas, com base em situações que explorem estruturas e estratégias multiplicativas ao invés do campo aditivo baseados no uso de gráficos e/ou tabelas de razão;
- **Exemplo de atividade:** Uma pessoa pesa 80 quilos na Terra pesará 208 quilos no planeta Júpiter. Quanto uma pessoa que pesa 60 quilos na terra pesará em Júpiter? (adaptado de Lamon (1999));
- **Questionamentos:** Explicar em palavras qual o raciocínio utilizado para organização das tabelas e/ou utilização de gráficos.
- **Resultados esperados:** o problema pode ser resolvido simplesmente a partir do algoritmo da regra de três, o que como já mencionamos anteriormente, pouco contribui para o raciocínio proporcional. O recomendado para este caso seria a utilização de uma tabela de razão para resolver o problema. A Figura 5 mostra três caminhos diferentes para resolver a tarefa de peso de Júpiter usando tabelas de razão:



**Figura 5: Diferentes caminhos para resolução da tarefa peso em Júpiter**  
 Fonte: Imagem adaptada de Van de Walle (2009)

O formato dessas tabelas de razão não é de todo importante, o aluno também poderá utilizar outros artifícios com setas explicando em palavras como eles conseguiram resolver determinada situação.

Os gráficos e escalas com tabelas também fornecem outro modo de pensar proporcionalmente e conectam o pensamento proporcional a outras interpretações matemáticas. Para verificar essa conexão o professor pode solicitar aos alunos para construir gráfico da razão do peso de uma pessoa na terra em relação ao peso de uma pessoa em Júpiter, discutindo sobre a inclinação da reta explorando aspectos algébricos.

Guimarães *et al.* (2001) destacam diferenças entre a construção e a interpretação de gráficos. A interpretação de gráficos requer reações da parte dos dados e a construção requer a geração de novas partes. Ao relacionarmos construção e interpretação, pode ser considerado que interpretar não requer construção, e construir frequentemente implica em algum tipo de interpretação.

### 5) Atividades de construção e de medidas

- **Competência:** realizar medidas e construir modelos físicos ou visuais de razões equivalentes a fim de fornecer um exemplo tangível de proporção como também procurar por relações numéricas (VAN DE WALLE, 2009).
- **Exemplo de atividade:** Utilizando blocos de montar solicitar aos alunos que construam um edifício simples.
- **Questionamentos:** pode ser solicitado que os mesmos construam outro edifício semelhante, entretanto maior que o primeiro, conferindo as medidas ao término do trabalho.
- **Resultados esperados:** Um tamanho diferente também pode ser feito com o uso de outros blocos disponíveis com tamanhos distintos. As razões de comprimento, superfície e volume podem ser exploradas.

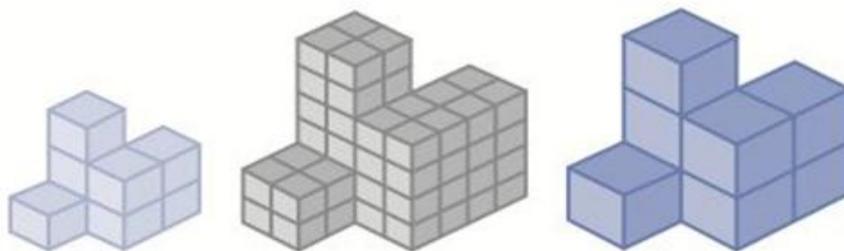


Figura 6: Representação de diferentes construções em bloco  
Fonte: Imagem adaptada de Van de Walle (2009)

Os edifícios representados na Figura 6 acima podem ser implementados mudando o número de blocos em cada dimensão (fator de mudança), ou usando blocos de tamanhos diferentes.

Após discutirmos neste capítulo as principais características que revelam o desenvolvimento do raciocínio proporcional, procuramos aprofundar nossa discussão passando a analisar os processos de aprendizagem a partir das relações que o aluno estabelece consigo mesmo, com os outros e com o mundo, sem nos distanciarmos do importante papel da atividade na apropriação de um determinado saber. Estes e outros aspectos estão relacionados à Teoria da Relação com Saber, proposta por Charlot, os quais são abordados no próximo capítulo.

## CAPÍTULO 3

### **SOBRE A TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER**

Neste capítulo centramos nossas reflexões e argumentações nos principais aspectos da Teoria da Relação com o Saber, proposta por Charlot, que considera o sujeito em sua singularidade, história e atividades que ele realiza. Estas reflexões conduzem a uma discussão sociológica, antropológica e psicológica na perspectiva da produção de sentido nas práticas escolares.

Charlot propõe em sua teoria que cada sujeito atribui a escola e ao conhecimento diferentes sentidos capazes de influenciar e condicionar a apropriação dos saberes, até mesmo aproximar ou afastá-lo dos conhecimentos apresentados pela escola. Esse processo interno, denominado mobilização, estabelece vínculos que mantem alguém em uma forte relação com saber.

Neste sentido, nas próximas linhas faremos um mergulho na Teoria da Relação com o Saber, discutindo as dimensões identitárias, epistêmicas e sociais, além de apresentarmos algumas aproximações de sua teoria aos trabalhos de Leontiev com base nos aspectos da atividade e na epistemologia bachelardiana.

#### 3.1 DIMENSÕES IDENTITÁRIA, EPISTÊMICA E SOCIAL

A Teoria da Relação com saber imbrica estudos advindos de algumas áreas do conhecimento humano, como Antropologia, Sociologia e Psicologia, tendo como autor, o pesquisador Charlot. A Relação com o Saber, como define Charlot (2005, p. 45), é “a relação com o mundo, com o outro e consigo mesmo de um sujeito confrontado com a necessidade de aprender.” Ou ainda:

[...] o conjunto das relações que um sujeito mantém com o objeto, um “conteúdo de pensamento”, uma atividade, uma relação interpessoal, um lugar, uma pessoa, uma situação, uma ocasião, uma obrigação, etc., ligados de certa maneira com o aprender e o saber; e, por isso mesmo, é também relação com a linguagem, relação com o tempo, relação com a ação no mundo e sobre o mundo, relação com os outros e relação consigo mesmo enquanto mais ou menos capaz de aprender tal coisa, em tal situação (CHARLOT, 2000, p. 81).

Charlot, nascido na França em 1944, com formação inicial em Filosofia, realizou pesquisas na área da epistemologia das ciências. Aos 25 anos lecionou para professores do Ensino Fundamental na Universidade de Tunis. A partir dessa e de outras experiências, Charlot fundou a equipe de pesquisa ESCOL (Educação, Socialização e Coletividades Locais), que estuda sobre a relação com o saber e buscam “compreender como o sujeito categoriza, organiza seu mundo, como ele dá sentido à sua experiência e especialmente à sua experiência escolar [...], como o sujeito apreende o mundo e, com isso, como se constrói e transforma a si próprio” (CHARLOT, 2005, p. 41). Essas pesquisas partem de uma relação entre origem social e sucesso/fracasso escolar, e a partir das teorias que discutiam as desigualdades e reproduções sociais que aconteceriam na escola. Sobre os aspectos políticos, o pesquisador corrobora:

Com efeito, a lógica neoliberal da concorrência tende a reduzir a educação a uma mercadoria escolar a ser rentabilizada no mercado dos empregos e das posições sociais e isso faz com que novas formas de aprendizagem mecânicas e superficiais, desconectadas do sentido do saber e de uma verdadeira atividade intelectual, tendam a predominar (CHARLOT, 2013, p. 61).

Do ponto de vista epistemológico, Charlot, em suas pesquisas, esteve sempre procura da afetividade da ação educativa para as classes populares e, desse modo, sempre engajado enquanto educador com as questões escolares dos menos favorecidos. O autor também discute as questões das teorias da reprodução social que ignoram a questão do saber escolar, reproduzindo a escola como um espaço onde se processam mecanismo de diferenciação social, discutindo nessa perspectiva a necessidade de olhar profundamente o sujeito, para a sua história individual; refletindo sobre a singularidade das práticas pedagógicas e das práticas docentes. Aliando reflexão e pesquisa com jovens de classes populares chega inicialmente ao conceito de *relação social com o saber* em 1979, para depois defini-lo como *relação (epistêmica e identitária) com o saber* (Charlot; Bautier; Rochex, 1992). Em ambos os conceitos, o que está em destaque é a singularidade do sujeito e do sentido (CHARLOT, 2013).

Para o pesquisador a sociedade não pode ser analisada apenas em termos de posições sociais, sendo preciso “levar em consideração o sujeito na singularidade de sua história e atividades que ele realiza” (CHARLOT, 2005, p. 40):

O homem é um sujeito indissociavelmente social e singular. A singularidade do homem é que lhe oferece a existência, comprometido com uma história que é sua, mesmo quando ele a partilha com outros homens. Mas o homem só existe quando socializado: sem o outro, que se apresenta sob formas sociais, o homenzinho permanece um “menino selvagem”, um “menino lobo”, nunca se hominiza. (CHARLOT, 2009, p.14)

O autor expõe a questão da indissociabilidade do sujeito com o aspecto social. Todo ser humano carrega consigo uma história única, seja de ordem familiar, escolar com seus valores éticos e culturais que podem ser compartilhados, ampliada e diversificada, em um determinado tempo e espaço.

Estamos condicionados desde o nascimento, ao aprender. Aprender é inserir-se no mundo a partir do domínio de determinados saberes que são adquiridos no decorrer do tempo e da vida. Esta condição de apropriação de um ser humano em construção pode destacar três características importantes: o de hominização (torna-se homem), de singularização (tornar-se único dentro de uma espécie) e de socialização (tornar-se membro de uma sociedade).

Na teoria de Charlot, o sujeito é, ao mesmo tempo, um ser humano singular e social. Assim, “não há saber que não esteja inscrito em relações de saber” (CHARLOT, 2000, p. 63), levando o autor a assumir a postura de que a educação deveria ter como objeto os processos os quais levam o sujeito a adotar uma relação com o saber, e não apenas a acumulação de conteúdos intelectuais.

No entanto, que relação é essa? Charlot apresenta três tipos de relação com o saber: a epistêmica, a social e a de identidade, que permitem compreender as relações com o saber, estudadas pelo autor.

Todo processo de *aprender* constitui uma construção de si mesmo, uma construção da identidade do sujeito. A relação de identidade com o saber também é construída na relação com o outro, que é o outro fisicamente presente que o ajuda a aprender algo ou o outro virtual que compõe a comunidade daqueles com um saber determinado. É relevante refletirmos sobre o papel que o outro desempenha na construção da relação com o saber, pois atua em todas as dimensões, seja no objeto que desperta seu interesse, na aprendizagem das relações humanas ou na construção da própria identidade.

Neste processo, Charlot (2000, p. 72) menciona que “aprender faz sentido por referências à história do sujeito, as suas expectativas, as suas referências, à sua concepção

da vida, às suas relações com os outros, à imagem que tem de si e a que quer dar de si aos outros”.

É nessa perspectiva que podemos compreender que a aprendizagem só se realiza quando existe um sentido com referência principal a história de um sujeito singular e único, que se constrói nas relações com os outros, em suas experiências e expectativas quanto ao saber a ser alcançado.

Neste contexto, a escola exerce um importante papel na construção das relações do sujeito. A sociedade como um todo impõe a figura do saber-objeto (êxito escolar) com sua supremacia, dentre outras figuras, para se tornar alguém valoroso. Desta maneira, o êxito escolar produz um efeito bastante potente naquele que o alcança. Por outro lado, o fracasso escolar causa efeitos nefastos na relação consigo mesmo, de um profundo sentimento de desvalorização, levando, por vezes crianças, e jovens à depressão, às drogas, ao mundo da violência (CHARLOT, 2001). De acordo com a situação de fracasso, passa a desvalorizar esse saber que o despotencializa continuamente, que fere sua autoimagem representando para este um sofrimento pessoal.

Na escola quem aprende não é o eu empírico, não é o eu da experiência cotidiana; quem aprende na escola é o *eu epistêmico*, o que os filósofos chamam de razão, o eu pensante. A grande questão é como fazer advir o eu epistêmico a partir do eu empírico? Na relação com o mundo, com os outros e consigo mesmo, o aluno precisa acender ao eu epistêmico, porém sem perder a experiência cotidiana.

O termo epistêmico é utilizado nas obras de Charlot (2000, 2001, 2005, 2009) denotando dois significados diferentes. O *primeiro epistêmico remete à questão aprender é fazer o quê?*, e Charlot utiliza várias *figuras do aprender* para analisar as relações com o saber. Como exemplo, quando se aprende a nadar, o sujeito epistêmico é um sujeito encarnado em um corpo, sendo o corpo um lugar de apropriação do mundo, caracterizando-se por ser “um sujeito engajado no movimento de existência, enquanto habitante do espaço e do tempo” (MERLEAU-POINTY, 1945, *apud* CHARLOT, 2000, pg. 69). Porém, com base nesta situação, o *eu* dessa relação epistêmica com o aprender não é o eu reflexivo, é um eu simplesmente imerso em uma dada situação. Charlot (2000) chama a atenção para *a imbricação do eu na situação* em que *o aprender corresponde ao domínio de uma atividade engajada*.

Como segundo significado, *epistêmico* denota outra relação epistêmica com o saber, no qual o eu epistêmico seria “o sujeito como puro sujeito do saber, distinto do eu empírico” (CHARLOT, 2005, p.44). Segundo o autor, o eu epistêmico:

[...] não é dado; ele é construído e conquistado. As pesquisas da Escol mostraram que o objeto de saber (como objeto descontextualizado, visto a distância objetivado) se constitui correlativamente ao sujeito epistêmico. Mostraram também que a dificuldade em distinguir o eu epistêmico e o eu empírico está, frequentemente, no centro dos problemas que os jovens dos meios populares enfrentam na escola. Pode-se formular a hipótese de que esses jovens são tomados em conflito entre as formas heterogêneas do aprender, conflito que expressam opondo “aprender na escola” a “aprender na vida” (CHARLOT, 2005, p.44).

A relação epistêmica com o saber parte de que o *aprender não significa a mesma coisa para os alunos*. Entender a relação epistêmica que um aluno possui com o saber é compreender a natureza da atividade que se denomina *aprender* para esse sujeito. Charlot (1996), em pesquisa realizada em escolas de diferentes classes sociais na França, evidencia que há diferenças no significado de aprender para os alunos de classes sociais diferentes. Aprender pode ser adquirir um saber ou obrigações escolares, ou seja, cumprir as exigências institucionais como estudante na escola.

A relação com o saber também é *social*, pois exprime as condições sociais do indivíduo e as relações sociais que estruturam a sociedade na qual esse indivíduo está inserido. No entanto, Charlot (2000, p. 62) enfatiza que “[...] as relações sociais estruturam a relação com o saber e com a escola, mas não determinam”. O fato de um sujeito estabelecer uma relação com o saber que corresponda com sua identidade social não quer dizer que há uma relação causal entre elas, pois a relação com o saber também é singular do sujeito com o saber. Charlot (1996) aponta que os jovens com as mesmas condições de existência e atuantes nas mesmas relações sociais não estabelecem a mesma relação com o saber.

Nesta dimensão social considera o sujeito e suas relações sociais como forte influência nas relações com saber. Não há sujeito sem relações com o outro e com o mundo. O *eu* é o aluno envolvido numa história singular, ocupando certa posição social e escolar. O *outro* são os pais e suas influências na vida dos filhos, professores que ensinam de determinada maneira que, às vezes, estimula, e, às vezes, tornam insuportáveis determinadas aulas (CHARLOT, 2000, p.73). Neste sentido, a dimensão social caminha

em paralelo a nossa identidade, contribuindo na estruturação da forma de entender o que significa *aprender*.

Assim, *analisar a relação de um sujeito com o saber é entender as relações epistêmicas, sociais e identitárias* desse ser imerso no processo de aprendizagem, sendo que essas dimensões não estão fragmentadas nesse processo.

Tais relações ocorrem simultaneamente, e é assim que Charlot e sua equipe promovem suas pesquisas para compreender que sentidos os alunos de classes sociais diferentes atribuem ao saber e à escola, dando uma nova perspectiva entre as desigualdades sociais e o sucesso ou fracasso escolar.

Para identificar de maneira mais específica a problemática relacionada à falta de sincronismo entre as relações com o saber e a escola, Charlot toma como referência os estudos de Bachelard relacionados aos obstáculos epistemológicos/obstáculos pedagógico. A seguir uma entrevista concedida a Charlot por uma estudante francesa, filha de imigrantes da Argélia, de 16 anos, durante suas pesquisas sobre a relação com o saber e a escola de estudantes de bairros populares:

O Francês, aquelas coisas de subordinadas, eu não entendo mais nada. O inglês é sempre igual. A gramática, a História, Hitler e a cambada toda me enchem a cabeça, é sempre igual, não muda nunca. Eles nos explicam. História são coisas que aconteceram antes do meu nascimento. Não estava nem aí, ninguém nem vivia e, além do mais, ninguém, vivia, não se pode verificar se é verdadeiro ou se são mentiras. São coisas velhas [...]. Eles nos ensinam História, tudo bem, é legal durante uma hora, duas horas, três horas, tudo bem! Mas, um ano inteiro não é possível, eu não consigo suportar (CHARLOT, 2002, p. 26)

Ao refletirmos sobre o depoimento da aluna podemos perceber que a relação com o saber da aluna se constitui com uma perspectiva de rejeição ao que é proposto pela escola. Segundo Charlot (2002), esse tipo de aluno não possui uma ligação com a escola, nunca entrou de fato nela, nas relações de aluno com a escola, muito menos nas relações com os saberes escolares, apesar de ter acesso e estar presente nas aulas de História. Nesse discurso, não se estabelece uma relação com a disciplina História nas dimensões de *identidade, epistêmica e social*. A História, para a aluna, é vista como fora da sua identidade; ela não tem valor na sua construção como sujeito. Charlot (2002) discute que, se os processos escolares, não conseguirem mudar a relação da aluna com a História, provavelmente não mudará em nada a sua perspectiva.

Assim, apontamos que as relações do aluno com o saber proposto por Charlot pode implicar, utilizando o conceito bachelardiano, em um obstáculo pedagógico ao processo de aprendizagem. Enquanto o aluno não estabelecer relações com o saber que revelem a

importância na construção social e singular como sujeito, sua atividade racional pode ser obstruída, constituindo em obstáculo epistemológico.

Na epistemologia *bachelardiana*, a verdade é construída pelos homens através da superação dos obstáculos epistemológicos. Sempre é primeiro o erro, porque é primeira a vida, cuja lógica não é a racionalidade científica. Portanto, a verdade é o resultado de um trabalho demorado, penoso, coletivo, de retificações sucessivas ao longo da História (BACHELARD, 1996).

Poder-se-ia ainda, evocar a concepção de obstáculo epistemológico em Bachelard e as ideias de Vygotsky, sustentando que existe uma diferença entre saber comum e saber científico ou escolar (Bachelard, 1996; Vygotsky, 1987). O que importa na verdade é que o ensino tenha sentido, não apenas que esteja ligado ao mundo familiar do aluno; esta opção representa apenas uma solução possível, em certos casos, e pode ser perigosa ou impossível em outros.

Charlot (2001) também aponta a questão da continuidade/descontinuidade no processo de aprendizagem, indicando a importância da relação com o saber e a escola. O autor considera que os alunos antes de entrarem na escola já construíram relações com o aprender e que entrar na escola é apropriar-se de um novo mundo, é adquirir novas relações com o saber. Neste sentido, as “relações com o saber que eles encontram na escola [...] não se constroem a partir do nada, mas a partir das relações que eles já construíram” (CHARLOT 2001, p. 49).

Com base nesse contexto, é importante considerarmos o entrelaçamento de duas culturas, a cultura escolar, que se encontra em uma perspectiva de continuidade, sistematizada, e a cultura do aluno. A escola precisa considerar que estas duas culturas necessitam estar em sintonia, considerando que a segunda possui um saber que, por hora, apenas não está sistematizada.

O essencial é que o aluno se aproprie de conhecimentos que tenham sentido para ele e que, ao resolverem questões ou resolverem problemas, se apropriem do conhecimento.

Outro ponto importante que Charlot traz em sua teoria é ação do professor e a mobilização pessoal do aluno na realização de uma atividade. Se o professor não oferecer ao aluno um ensino (pedagogia mais tradicional) ou situação (pedagogia mais construtivista) que conduza ao aluno a apropriação de um determinado saber ou construí-lo, o processo de ensino-aprendizagem fracassa.

Quanto ao processo de escolarização, Charlot (2009) discute acerca da mobilização, atividade e sentido no aprender: “para haver atividade, a criança deve mobilizar-se, para que se mobilize, a situação deve apresentar um significado para ela” (CHARLOT 2000, p. 54).

Charlot também considera distintos os conceitos de motivação e mobilização. Mobilização está diretamente relacionado à questão do movimento. Utilizando-se de uma imagem de situação de guerra, o autor afirma que mobilização não é a guerra, mas a proximidade de entrar nela (CHARLOT 2000, p. 55). O ato de mobilizar-se denota, por sua vez, para os conceitos de móbil que corresponde razão para agir, e de recursos, que seria os trunfos, as forças de diferentes ordens, que se dispõem e são acionados de diferentes ordens.

Quanto à motivação, considera que é uma ação externa, motiva-se o outro de fora, enquanto mobiliza-se a si mesmo de dentro. Ou seja, o processo de apropriação de determinado saber pertence ao sujeito mobilizado. É comum motivar ao aluno para que faça algo contrário a sua vontade, em um aluno mobilizado ocorre o despertar de um desejo no próprio aluno, um desejo que continua existindo quando o professor já não está. Prestar atenção à mobilização dos alunos leva a interrogar-se sobre o motor interno do estudo, ou seja, sobre o que faz com que ele invista nos estudos.

De acordo com Charlot (2013), ninguém aprende sem desenvolver uma atividade intelectual. Ao fazer menção aos trabalhos de Leontiev, colaborador de Vygotsky, explica que uma atividade é uma série de operações, com um motivo e um objetivo. Por que faço isso? É o motivo. Para que faço isso? É o objetivo. Como atingir esse objetivo? Realizando ações, que requerem operações. Uma determinada atividade tem eficácia e sentido. Ela é eficaz quando as operações permitem chegar ao resultado visado. O sentido da atividade, de acordo com Leontiev, depende da relação entre o motivo e o objetivo. Quando ambos coincidem é mesmo uma atividade; senão, é apenas uma ação. Um exemplo interessante proposto por Leontiev, mencionado por Charlot: Se eu tiver lendo um livro para preparar um exame, é uma ação, não é uma atividade: o motivo (o exame) não coincide com o objetivo de ação (conhecer o conteúdo do livro). Se eu tiver lendo o livro com interesse em seu conteúdo (motivo) trata-se de uma atividade.

Com base nos estudos de Leontiev, o ponto de partida é compreender qual o sentido da atividade para o aluno. Quando não existir sentido para o aluno, não existe atividade alguma: ninguém faz algo sem motivo. No entanto, o que vemos na escola é o aluno interagindo, muitas vezes, em atividades que não lhe fazem sentido:

Quando o sentido se afasta do resultado visado pela ação de estudar, o engajamento nesta é frágil. Ao contrário, quando o motivo e objetivo da atividade coincidem, esta faz muito sentido e sente-se prazer ao desenvolvê-la e, ainda mais, ao atingir o objetivo. Atividade, sentido, prazer: esses são os termos da equação pedagógica a ser resolvida (CHARLOT 2013, p. 145).

Outro ponto importante está no prazer. Portanto, no desejo de aprender são elementos fundamentais da vida escolar:

Não gosto muito dessa ideia de motivar os alunos, porque muitas vezes esse ato de motivar é o mesmo que enrolar os alunos para que eles façam alguma coisa que não estão a fim de fazer. O problema não é de motivação, mas de mobilização, que é coisa muito diferente. A motivação é externa, ao passo que a mobilização é um fenômeno interno, motiva-se alguém de fora, enquanto mobiliza-se a si mesmo de dentro (CHARLOT 2013, p. 159).

Ainda no sentido do prazer em aprender, Charlot (2013, p. 159) menciona o depoimento de um aluno francês, que disse: “Na escola eu gosto de tudo, menos das aulas e dos professores”. Fica evidente, neste caso, que a escola tem um sentido para o aluno, mas este sentido não está vinculado ao aprender. Não há prazer, e se não há prazer, não há sentido no aprender.

Vale ressaltar que cada aluno pertence a um grupo, uma posição social, o que Charlot chama de *posição social objetiva*. Mas cada um interpreta singularmente essa posição para dar sentido ao mundo e a si mesmo, o que o autor chama de *posição social subjetiva*. A partir dessas ideias, Charlot (2000) explicita uma concepção de sujeito presente nos estudos da relação com o saber, mostrando como aquela está intimamente ligada a esta.

Neste capítulo apresentamos a *Teoria da Relação com o Saber* e abordamos as *relações identitárias, epistêmicas e sociais*, sendo estas imbricadas. Discutimos também a importância de atividades intelectuais capazes de conceber sentido e prazer no contexto escolar, mobilizando o sujeito na apropriação de um determinado saber, transformando a escola em um espaço rico para construção de conhecimento científico. Estes aspectos são

fundamentais para entendermos como se dá a relação do aluno nos anos finais do Ensino Fundamental com a Robótica e o raciocínio proporcional.

No próximo capítulo discorreremos sobre a caracterização da presente pesquisa e seus aspectos metodológicos.

## CAPÍTULO 4

### CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo apresenta as circunstâncias que originaram a pesquisa bem como as opções metodológicas que delineiam nossa investigação, no qual definimos os critérios utilizados para escolher a pesquisa de campo e os sujeitos que a compõem, além de discutirmos as questões que nortearam a constituição do *corpus* da pesquisa.

Utilizamos o método qualitativo, pois ele permite ao pesquisador caracterizar o fenômeno estudado, enfocando e descrevendo particularidades, tendo em vista que em nosso estudo buscamos investigar como se dá a relação de alunos do Ensino Fundamental com a RE e o raciocínio proporcional: uma discussão à luz da Teoria da Relação com o Saber, fenômeno ainda pouco estudado no Brasil, a qual se enquadra bem nessa perspectiva. Além disso, discorreremos sobre pesquisa qualitativa, estudo de caso, os instrumentos metodológicos e por fim a técnica de triangulação de dados.

#### 4.1 NATUREZA DA PESQUISA

O processo de construção do conhecimento científico na pesquisa pode ser considerado como uma das expressões mais complexas da atividade humana, sendo caracterizado como um processo de busca de respostas, capaz de elaborar explicações sobre a realidade.

Esta pesquisa foi realizada de acordo com uma abordagem qualitativa, em que a fonte direta de dados é o ambiente natural, na qual o pesquisador é o instrumento principal:

Os investigadores qualitativos estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, como objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências, o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem (BOGDAN e BICKLEN 1994, p. 51).

As ideias de Bogdan e Bicklen (1994) podem ser corroboradas com as contribuições de Stake (2011). Tal tipo de pesquisa apresenta seis características: A primeira delas é o *caráter interpretativo*. Nesse caso, o pesquisador foca nos significados

das relações humanas a partir de diferentes pontos de vista e é respeitada a intuição do pesquisador. Com isso, ele torna-se confortável para multiplicidade de significados, além de reconhecer que os frutos da pesquisa são frutos da interação pesquisador e sujeito. Neste sentido esse modelo é o mais adequado e adotado no presente estudo.

Sobre a segunda característica, Stake (2011) aponta o *caráter experiencial* da pesquisa qualitativa. Neste caso são empíricas direcionais, entretanto naturalística, colocando em evidência o sentimento dos participantes, de modo que o leitor sintase participante indireto da pesquisa.

A terceira característica mostra que a pesquisa qualitativa tem *caráter situacional*, pois suas atividades devem ter um contexto único. Portanto, o pesquisador deve situar bem sua pesquisa delimitando local, visto que, de acordo com Stake (2011), cada contexto possui sua própria especificidade.

Na quarta característica, referida pelo autor em questão, o estudo qualitativo tem *caráter personalístico*. Desse modo, implica que “é empático e trabalha para compreender as percepções individuais. Busca mais a singularidade do que a semelhança e honra a diversidade” (STAKE, 2011, p. 25). O pesquisador deve manter uma postura ética para que não seja interferido por influências externas.

Sobre a quinta característica, a pesquisa qualitativa deve ser bem conduzida, com isso acarretará em uma boa *triangulação* e em uma boa *informação*. Com referência à triangulação, o estudo implicará em evidências, afirmações e interpretações, além de dar abertura para a interpretação para o leitor. Assim, os “relatórios auxiliam os leitores a identificar a subjetividade e os pontos de vistas dos pesquisadores” (STAKE, 2011, p. 26). Para o caso do estudo ser bem informado, a pesquisa deve apresentar as principais teorias e compreensões profissionais relacionadas com a investigação, embora os relatórios finais da pesquisa devam apresentar uma literatura relevante.

Como última característica, o pesquisador qualitativo possui várias opções metodológicas, e sua escolha dependerá de sua finalidade. Para Stake (2011, p. 26) as escolhas vêm de acordo com:

A finalidade de gerar conhecimento ou auxiliar no desenvolvimento da prática e da política; com a finalidade de representar casos comuns ou maximizar a compreensão de casos únicos; com a finalidade de defender um ponto de vista seu ou de outrem; com a finalidade de destacar a visão mais lógica ou mostrar

múltiplas realidades; com a finalidade de trabalhar com a generalização ou com a particularização; com a finalidade de interromper o trabalho e depois de suas descobertas ou continuar a promover melhorias.

Das diferentes modalidades do método qualitativo, nosso trabalho se enquadra no *estudo de caso*. Sendo assim, conforme aponta Triviños (1987), entre os tipos de pesquisas qualitativas, ele é um dos mais relevantes. O estudo de caso investiga com profundidade um fenômeno contemporâneo, útil para proporcionar uma visão mais clara acerca de fenômenos poucos conhecidos, contribuindo para a descrição de grupos, organizações e comunidades, além de ser um método flexível que oportuniza tipos de estudos distintos e uso concomitante de várias técnicas de estudo (GIL, 2009).

Nossa opção por esse tipo de estudo ocorreu da necessidade de compreender de forma aprofundada como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Optamos pelo método de estudo de casos múltiplos (GIL, 2009), uma vez que pretendíamos entender o trabalho das equipes que realizaram a prática com robôs de maneira particular, porém o mesmo fenômeno:

Estudos de casos múltiplos são aqueles em que o pesquisador estuda conjuntamente mais de um caso para investigar determinado fenômeno [...] as evidências obtidas com estudo de casos múltiplos são consideradas mais convincentes. São utilizados com vistas a estabelecer comparações e a testar e aperfeiçoar teorias (GIL, 2009, p. 52).

De acordo com Gil (2009), existe a necessidade de que a coleta de dados para um estudo de caso seja feita de diferentes fontes. No caso do nosso trabalho de investigação, os métodos para coletas de dados foram os registros das atividades dos alunos, entrevistas, questionário, observação participante, vídeos e áudios.

#### 4.2 O CONTEXTO DO ESTUDO

Nossa pesquisa nasce de nossa inquietação em investigar como se dá as relações de alunos que cursam o 8º ano do Ensino Fundamental com o uso da RE e o raciocínio proporcional, tendo em vista que esta ferramenta encontra-se em diversas escolas estaduais. No entanto, alunos e professores desconhecem suas possibilidades como instrumento capaz de auxiliar na produção de sentido e prazer em aprender. Além disso, a ausência de material didático que explore conteúdos matemáticos específicos, bem como

as escassas pesquisas sobre a temática no contexto nacional, fomentou nossa busca em compreender este panorama.

Diante desta problemática, formou-se a equipe *Robótica na Educação Matemática*, no núcleo da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB do Projeto OBEDUC, interinstitucional, juntamente com a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS e Universidade Federal de Alagoas – UFAL. A equipe contou com a orientação da pesquisadora Dra. Abigail Fregni Lins e passou a estudar as possibilidades de uso da RE no contexto da Educação Matemática. A ausência de material didático que trabalhasse conteúdos matemáticos com RE foi um dos grandes desafios, que com base no trabalho colaborativo foram aos poucos sendo superados. Norteamos-nos com a seguinte questão:

*Como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a Robótica Educacional e o raciocínio proporcional?*

Para responder o problema proposto, temos como objetivo investigar como se dá as relações de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional, considerando as dimensões identitária, epistêmica e social, refletindo de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem.

Descrito o problema, objetivos e a questão da pesquisa, apresentamos o cenário e a dinâmica da pesquisa a seguir.

#### 4.3 CENÁRIO E DINÂMICA DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma Escola da rede pública de ensino, localizada em um bairro da periferia da cidade de Campina Grande, Paraíba. Um dos motivos desta escolha foi o de possibilitar por meio da Robótica Educacional a inclusão sócio digital dos sujeitos investigados, os quais em sua grande maioria estão expostos às drogas, por muitas vezes integrantes de famílias desestruturadas e de baixa renda.

Apesar de um total de dezessete alunos estarem presentes nos momentos de coleta dos dados, optamos por selecionar cinco sujeitos para serem informantes desta pesquisa. Utilizamos dois critérios para escolha dos sujeitos. Primeiro observamos os que participaram integralmente de todas as etapas da coleta dos dados, tendo em vista a necessidade de procedermos com uma investigação detalhada de como se dá as relações

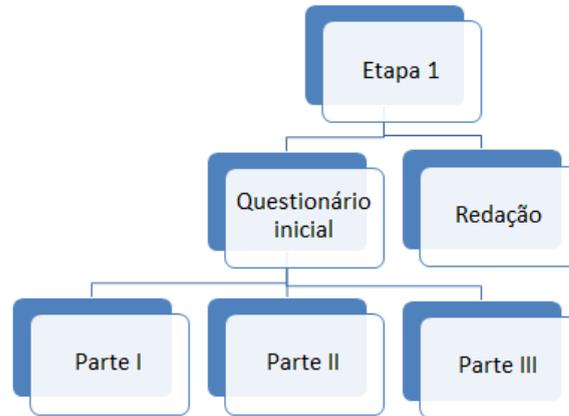
dos alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em tarefas que exploram o desenvolvimento do raciocínio proporcional. O segundo critério foi que o estudo de proporcionalidade, de acordo com os PCN de Matemática da 5ª a 8ª séries (1998), atuais 6º ao 9º anos do Ensino Fundamental respectivamente, tem um maior aprofundamento a partir do terceiro ciclo desse nível de escolaridade, ou seja, exatamente a partir do 6º ano.

#### 4.4 PROCESSO DA COLETA DOS DADOS

Como discutido anteriormente, nossa pesquisa está inserida no Projeto OBEDUC/CAPES, o qual tem como essência o trabalho colaborativo entre graduandos e professores da educação básica. Neste sentido, um dos frutos dos estudos da equipe *Robótica na Educação Matemática* foi na elaboração dos instrumentos utilizados na coleta de dados.

Antes do trabalho da coleta, apresentamos à gestora da escola, em que fora realizada a pesquisa o projeto OBEDUC, os principais objetivos do Projeto OBEDUC/CAPES. Na oportunidade estavam presentes a professora Dr.<sup>a</sup> Abigail Fregni Lins, coordenadora do núcleo UEPB, e os membros da equipe *Robótica na Educação Matemática*. Também apresentamos aos professores de Matemática da escola, em um segundo momento, as atividades que seriam aplicadas com os alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. Os mesmos acharam interessante, elogiando a iniciativa e a proposta como um todo.

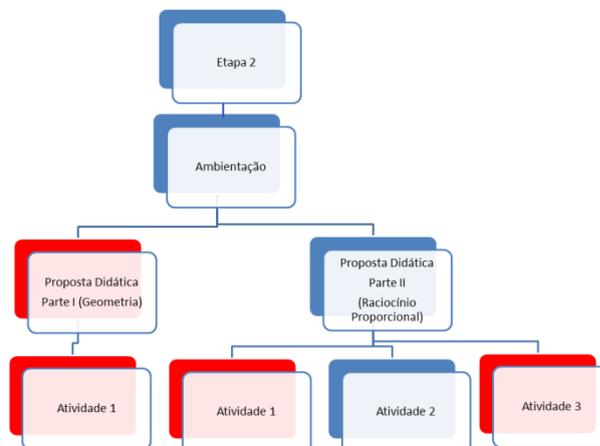
O processo de coleta dos dados foi realizado em três etapas entre os meses de julho e setembro de 2015, durante as aulas de Matemática na turma envolvida. Na primeira etapa fizemos uso da redação e questionário inicial, este último subdividido em três partes conforme mostra a Figura 7:



**Figura 7: Representação em blocos da primeira etapa da pesquisa**  
 Fonte: Elaborado pelo autor

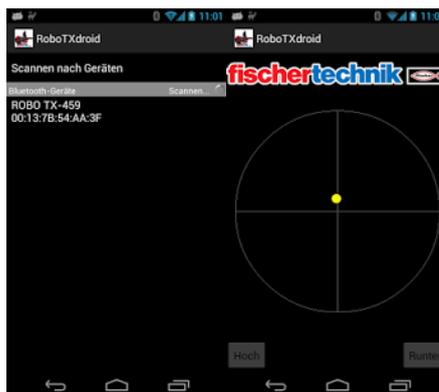
No dia 10 de julho de 2015 iniciamos a primeira etapa com aplicação da redação, e o questionário inicial com os sujeitos, com tempo de duração de duas aulas de 50 minutos.

A segunda etapa foi composta por uma proposta didática constituída de quatro atividades práticas abordando o conteúdo de Geometria Plana e proporção utilizando robôs:



**Figura 8: Representação em blocos da segunda etapa da pesquisa, com destaque em vermelho as atividades que não serão analisadas neste estudo**  
 Fonte: Elaborado pelo autor

Em 11 de julho iniciamos a segunda etapa com a primeira atividade prática da proposta didática utilizando robôs explorando conteúdos de Geometria, com duração de duas aulas de 50 minutos. Para esta atividade os alunos não utilizaram computadores para controle do movimento dos robôs, no entanto exploramos o aplicativo TXdroid instalado no celular dos membros da equipe *Robótica na Educação Matemática*, o qual possibilita controlar os movimentos do robô via tecnologia bluetooth:



**Figura 9:** Tela com detecção de dispositivo (à esquerda), tela de para controle do robô (à direita)

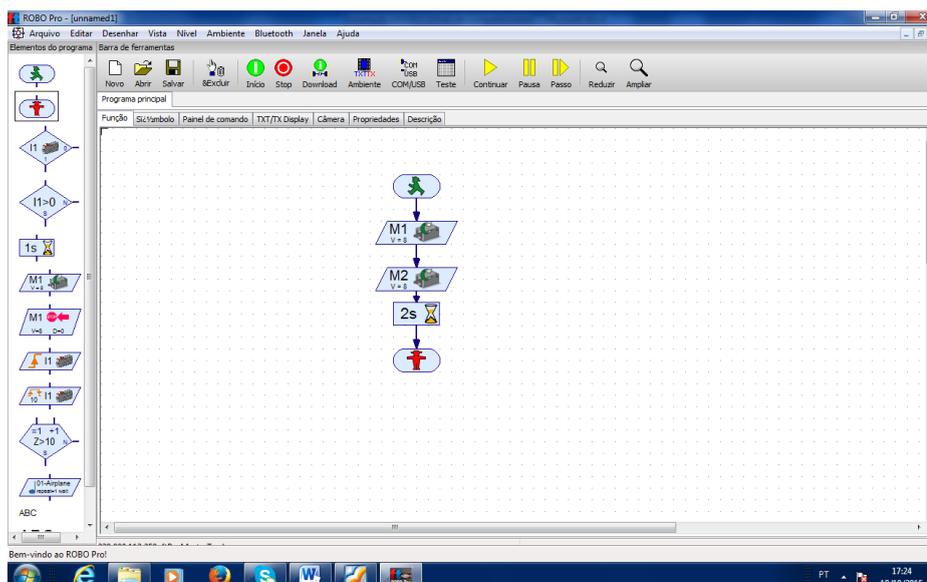
Fonte: Extraída de < <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.fhserv.robodroid>>

Acesso em: 22/11/2015

As outras três atividades práticas buscaram explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional onde os alunos necessitavam conhecer o software de programação, que foram aplicadas no dia 17 de julho de 2015, em única sessão de 3 horas. Neste sentido, antes de iniciarmos a aplicação da proposta, reservamos uma aula de 50 minutos com o objetivo apresentar aos sujeitos o software de programação e o microcontrolador que seriam utilizados. Este momento foi denominado de *ambientação*, tendo em vista que os sujeitos ainda não tinham experiência alguma com os kits de RE.

Na *ambientação* demonstramos, com o auxílio de um Datashow, as principais arquiteturas físicas do microcontrolador utilizado e o software de programação ROBOpro. Os robôs foram montados pela equipe *Robótica na Educação Matemática* tendo em vista que o principal foco nesta fase foi o de investigar as relações com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional. Especificamente, fizemos uso da Robótica móvel, apesar de sabermos que o estudo de proporção também pode ser explorado através da construção de robôs. Concernente à programação, orientamos acerca dos elementos para acionamentos dos motores para movimentação do robô e dos temporizadores contidos no software.

A princípio demonstramos uma programação básica, como pode ser demonstrada na Figura 10 em que o programa inicia com o acionamento dos dois motores funcionando durante o intervalo de tempo de 2 segundos, fazendo com que o robô se movimente para frente, parando em seguida:



**Figura 10: Programa que faz o robô avançar durante dois segundos**

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Em seguida, explicamos como fazer o download do programa para a memória do robô. Após programarmos o robô, fizemos o primeiro teste e solicitamos a um dos sujeitos que medisse a distância percorrida pelo robô com o auxílio de uma trena. Depois fizemos algumas perguntas como: *Caso eu queira alterar a distância percorrida pelo robô o que devo fazer no programa?*

Os alunos responderam corretamente que deveria ser alterado o tempo na programação.

Julgamos necessária a realização deste *momento de ambientação* para que os alunos conhecessem o ambiente de programação, para que fosse possível a realização da atividade prática com o uso de robôs.

Deixamos um espaço reservado para perguntas relacionadas ao que estava sendo exposto e logo após apresentamos as atividades que seriam realizadas.

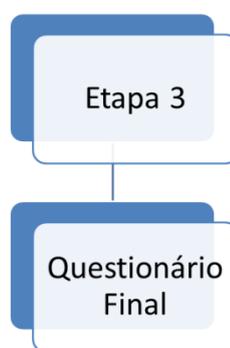
Logo após a ambientação, iniciamos a etapa prática da proposta, com a resolução das outras três atividades. Como nesta data estavam presentes dezessete sujeitos, dividimos o grupo em seis equipes, sendo cinco formadas por três alunos e outra equipe composta de dois alunos.

Tendo em vista a ausência de uma literatura específica que explore conteúdos matemáticos com base no uso de robôs, a Parte II da nossa proposta teve como principal

fonte de inspiração a obra *Matemática no Ensino Fundamental* de John Van de Walle (2009), da qual adaptamos algumas atividades para aplicações com o uso da RE.

Tanto as atividades teóricas, quanto as três atividades práticas, foram elaboradas com base nos estudos de Van de Walle (2009), buscando identificar o uso de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, uso de escalas com tabelas de razão, atividades de construção e de medidas, além de podermos analisar as estratégias utilizadas na resolução das atividades.

Em virtude da greve de professores na rede estadual de ensino, e consequentemente alteração do calendário escolar. No dia 16 de setembro de 2015 executamos a terceira etapa com aplicação do questionário final:



**Figura 11: Representação em blocos da terceira etapa da pesquisa**  
Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta etapa buscamos investigar, sob a ótica dos alunos, qual Matemática estava presente no uso da RE, bem como estabelecer aspectos relevantes para a produção de sentido e prazer no processo de aprendizagem, finalizando deste modo o período de coleta de dados.

#### **4.4.1 Redação**

Os alunos realizaram a escrita de Redação (Apêndice A) com o objetivo de identificarmos suas relações com a Robótica. Deixamos em aberto o tema *Robótica* e a partir dele os mesmos puderam construir seus textos, ficando livres para comentar sobre os aspectos que achassem de maior relevância sobre a temática proposta. Com isso, pudemos identificar suas expectativas e referências relacionadas à temática proposta.

Sendo assim, ao propormos a utilização do presente instrumento, buscamos “obter provas detalhadas de como as situações sociais são vistas pelos seus atores e quais os significados que vários fatores têm para os participantes” (ANGELL, 1945, p. 178 apud BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 177).

O registro escrito apresenta-se como um valioso instrumento para estudo das relações com o saber que os sujeitos possuíam. Deste modo, foi possível discutirmos de que maneira as relações estabelecidas podem influenciar no processo de aprendizagem no ambiente robótico.

Para Marconi e Lakatos (2008, p. 176):

Toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes, quaisquer que sejam os métodos ou técnicas empregadas. Este material-fonte geral é útil não só por trazer conhecimentos que servem de background ao campo de interesse, como também para evitar possíveis duplicações e/ou esforços desnecessários, pode ainda sugerir problemas e hipóteses e orientar para outras fontes de coletas.

PROJETO CAPES OBEDUC UFMS/UEPB/UFAL  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ROBOTICA EDUCACIONAL

---

ALUNO(A): \_\_\_\_\_  
DATA: \_\_\_/\_\_\_/2015

REDAÇÃO  
ROBÓTICA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO!

---



**Figura 12: Modelo de Redação**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

#### 4.4.2 Questionário

A palavra questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche, que segundo Bervian (1996, p. 8), “é a forma mais usada para coletar dados, pois possibilita medir com melhor exatidão o que se deseja”.

O Questionário é considerado um instrumento de coleta de dados e é constituído por questões que seguem uma ordem e devem ser respondidas por escrito (MARCONI e LAKATOS, 2007). Nesta mesma perspectiva, Stake pontua que questionário:

[...] é um conjunto de perguntas, afirmações ou escalas (no papel, pelo telefone, ou na tela) geralmente feitas da mesma forma para todos os entrevistados. Os dados são transformados em totais, médias, porcentagens, comparações e correlações, tudo se adaptando muito bem em uma abordagem quantitativa. Entretanto, os pesquisadores qualitativos muitas vezes reservam parte de sua investigação para o questionário quantitativo e para os “dados agregados”. A vantagem é que os questionários podem ser obtidos de uma grande quantidade de entrevistados. (STAKE, 2011, p. 112)

Utilizamos o questionário no início e no término da pesquisa. O questionário inicial foi dividido em três partes. A Parte I (Apêndice B) foi composta por quatro questões relacionadas à utilização do computador, o qual teve como principal objetivo caracterizar os sujeitos quanto ao uso do computador:

**PROJETO CAPES OBEDUC UFMS/UEPB/UFAL**  
**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL**

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015

**QUESTIONÁRIO INICIAL**

**PARTE I**

1) Você utiliza o computador com frequência?  
 Sim, todos os dias       Sim, quase sempre  
 Raramente       Não, pois não sei utilizar o computador

2) Você tem computador em casa?  
 Sim, com Internet       Sim, sem Internet       Não

3) Você aprendeu a utilizar o computador:  
 Na escola       Mexendo sozinho, em casa  
 Em cursos       Na casa de um amigo, ele me ensinando  
 Outros (especificar) \_\_\_\_\_

4) Escolha apenas uma das opções:  
 0- Para a opção não frequente  
 1- Para a opção menos frequente  
 2- Para a opção intermediária  
 3- Para a opção mais frequente

Você utiliza o computador para:  
 Jogar       Fazer pesquisa na Internet  
 Estudar       Me comunicar com os amigos  
 Ler notícias       Outros (especificar) \_\_\_\_\_



**Figura 13: Modelo de Questionário Inicial Parte I**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Na Parte II (Apêndice C), também composto por quatro questões, das quais

buscamos identificar as experiências vivenciadas pelos sujeitos quanto ao uso de tecnologias nas aulas de Matemática, com olhar especial a RE. Com base nos dados coletados na Redação e no questionário inicial Parte I e II, exploramos a dimensão identitárias dos sujeitos, com base na história, experiência e referências reveladas por cada um deles.

**PARTE II**

1) Você utiliza ou já utilizou algum tipo de tecnologia para aprender Matemática? Caso afirmativo, comente como foi sua experiência.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2)  que você acha da ideia de aprender Matemática utilizando robôs?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3)  que você entende sobre Robótica Educacional (RE)?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4) Durante sua vivência escolar na disciplina de Matemática, algum professor já utilizou RE (Robótica Educacional) em sala de aula? Se sim, comente.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Figura 14: Modelo de Questionário Inicial Parte II**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Já na Parte III (Apêndice D) tivemos um total de nove questões teóricas, das quais as duas primeiras exploraram a Geometria Plana, enquanto as outras sete versaram sobre proporção:

**PARTE III**

1) Responda:

a) O que você entende por reta, segmento de reta e semirreta?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Faça um esboço de forma gráfica que represente um segmento de reta, uma semirreta e uma reta.

\_\_\_\_\_

c) Escreva nomes de objetos ou descreva situações em que sejam visualizados alguns exemplos de retas, semirretas e segmentos de retas. Cite, se possível, no mínimo, um exemplo de cada.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Você sabe representar a reta, a semirreta e a reta na forma geométrica? Caso afirmativo, faça uma representação para cada caso.

\_\_\_\_\_

2) Sobre segmentos de retas, responda:

a) O que você entende por segmentos de retas paralelos, concorrentes e perpendiculares?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Faça representações (desenhos) de segmentos de retas paralelos, segmentos de retas concorrentes, segmentos de retas perpendiculares.

\_\_\_\_\_

3) Sue e Julie estavam correndo com a mesma velocidade ao redor de uma trilha. Sue começou primeiro. Quando Sue completou 9 voltas, Julie completou 3 voltas. Quando Julie completou 15 voltas, quantas voltas Sue completou?

\_\_\_\_\_

4) Max, Moa e Minnie estão de regime e registram o peso em intervalos de duas semanas. Observe a tabela:

SEMANA	MAX	MOA	MINNIE
0	100kg	90kg	80kg
2	101kg	91kg	81kg
4	99kg	89kg	79kg

Após quatro semanas, qual pessoa teve mais sucesso na dieta? Justifique utilizando pelo menos dois argumentos.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) Analise as imagens abaixo e responda: em quais carrões a taxa de câmbios para caixas é a mesma? Justifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

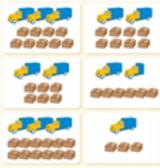
**Figura 15: Modelo de Questionário Inicial Parte III com questões de 1 a 5**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Nosso olhar na presente pesquisa repousou sobre as questões de 3 a 9, extraídas de Van de Walle (2009), das quais buscamos compreender o desenvolvimento do raciocínio proporcional, estratégias utilizadas, identificação do uso de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, uso de escalas com tabelas de razão, atividades de construção e de medidas.

Na questão 3 não existe uma relação proporcional, pois se trata de uma situação puramente aditiva. As duas corredoras acabam com seis voltas de diferença, do mesmo modo que iniciaram. Nosso objetivo é identificar de que maneira os alunos expressam suas ideias quando existe um anúncio falso de que uma proporção está envolvida.

Na questão 4 procuramos analisar a capacidade de identificar relações multiplicativas através dos diferentes argumentos utilizados na resolução da questão.

Os dados coletados na Parte III do questionário inicial, questões 3 a 9, somada à Atividade 2 da proposta didática, corroboraram com reflexões relacionadas à dimensão epistêmica dos sujeitos:



6) Dois acampamentos de escoteiros organizaram festas de pizza. O acampamento do Urso encomendou 2 pizzas para cada 3 campistas. O líder dos Guaxinins encomendou 3 pizzas para cada 5 campistas. Quais os campistas têm mais pizza para comer? Os do Urso ou os do Guaxinim? Justifique.

---



---



---

7) Cláudia e Marcos usaram quatro misturas de suco:

Mistura A	Mistura B
2 xícaras de concentrado	1 xícara de concentrado
3 xícaras de água gelada	4 xícaras de água gelada
Mistura C	Mistura D
4 xícaras de concentrado	2 xícaras de concentrado
5 xícaras de água gelada	5 xícaras de água gelada

a) Que receita fará o suco mais forte? Por quê?

---



---

b) Que receita fará o suco mais fraco? Por quê?

---



---

c) Assuma que cada campista obtém 1/6 xícara de suco. Para cada receita, quanto concentrado e quanto água são necessários para fazer suco para 240 campistas? Explique a sua resposta.

---



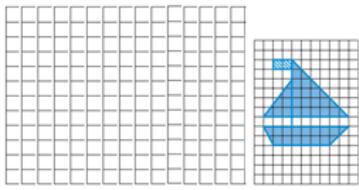
---



---

8) Uma pessoa que pesa 80 quilos na Terra pesará 208 quilos no planeta Júpiter. Quanto uma pessoa que pesa 60 quilos na Terra pesará em Júpiter? Construa um gráfico ou tabela para representar o seu raciocínio quando possível.

9) No papel quadriculado abaixo desenhe um barco semelhante ao representado na imagem. O desenho pode ser maior ou menor de maneira que seja semelhante ao barco fornecido.



AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!

**Figura 16: Modelo de Questionário Inicial Parte III com questões de 6 a 9**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Através da questão 5 analisamos as estratégias utilizadas na seleção de razões equivalentes. Os alunos devem escolher a razão em que os dois tipos de objetos são as mesmas. É possível que os alunos realizem uma abordagem numérica ao invés de uma visual e introduza a noção de razão como taxa.

A questão 6 explora comparação entre razões. Espera-se que os alunos utilizem uma abordagem unitária – pizza por campistas. É importante notar que o problema não diz que os acampamento têm apenas 3 e 5 campistas, respectivamente. Os alunos podem utilizar na resolução da atividade qualquer múltiplo de 2 a 3 e de 3 a 5 para fazer a comparação apropriada.

Já na questão 7 além de nos propomos analisar a capacidade dos alunos em realizar comparações e seleções entre razões equivalentes, procuramos também verificar os níveis de estratégias utilizadas na resolução da atividade.

O uso de escala com tabela ou gráficos de razões é explorado na questão 8. O uso de gráficos, como discutido em Van de Walle (2009), fornecem outro modo de pensar proporções e podem conectar o raciocínio proporcional às interpretações algébricas.

Com a questão 9 podemos refletir sobre as habilidades dos alunos em atividades

que requerem uma estreita conexão entre o raciocínio proporcional e o conceito geométrico de semelhança, tendo em vista que as figuras semelhantes fornecem uma representação visual de proporção e podem reforçar a compreensão de semelhanças.

Para compor o questionário final (Apêndice E) elaboramos três questões, as quais buscaram identificar as relações após experiência com a RE na aula de Matemática, no qual pudemos discutir a dimensão social de cada sujeito, a partir dos significados construídos:

PROJETO CAPES OBEDUC UFMS/UEPB/UFAL  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ROBOTICA EDUCACIONAL

---

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015

**QUESTIONÁRIO FINAL**

1) Descreva o que mais gostou e o que menos gostou das atividades de Robótica em sala de aula?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Você acha que aprendeu Matemática com o uso da Robótica? Como? Explique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) Gostaria de continuar a utilizar Robótica nas aulas de Matemática? Se sim, explique. Se não, justifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!

---



**Figura 17: Modelo Questionário Final**  
Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.3 Entrevista

Na tentativa inicial de identificarmos a melhor compreensão dos alunos envolvidos na pesquisa sobre os aspectos relacionados ao raciocínio proporcional, fizemos uso da entrevista como mais um instrumento de coleta de dados ao término das atividades realizadas com os robôs. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 134), “[...] as entrevistas podem ser utilizadas de duas formas. Podem contribuir a estratégia dominante para recolha de dados” ou como pretendemos conduzi-la na presente investigação, “em conjunto com a observação participante”. Os autores ponderam que a entrevista é utilizada para “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (BOGDAN e BIKLEN 1994, p. 134).

Optamos por realizar entrevista do tipo semiestruturada, pois embora exista um roteiro de questões pré-estabelecido, esse formato permite que haja flexibilidade na alteração da sua ordem, assim como torna possível a eliminação e/ou inclusão de outras questões. Devido ao seu caráter flexível, a entrevista semiestruturada permite que o entrevistador intervenha, embora que de maneira sutil, à medida que o entrevistado se afasta dos pontos de interesse assinalados na estruturação da entrevista. Ela também oferece uma oportunidade de esclarecer qualquer tipo de resposta quando for necessário, é mais fácil de ser analisada do que a entrevista não estruturada (MOREIRA e CALEFFE, 2008). O que norteou as perguntas desta parte de nosso estudo foi às ações dos sujeitos na resolução dos desafios propostos.

Assim, com as perguntas pudemos elucidar informações implícitas nos questionários, que passaram a ser mais bem compreendidas após as respostas dadas às novas perguntas. Isto confirma o que defende Gray (2012, p.302), “a entrevista semiestruturada permite fazer aprofundamento das visões e das opiniões onde for desejável que os respondentes aprofundem suas respostas”.

#### **4.4.4 Observação participante**

A observação participante trata-se de um método que consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. De acordo com Marconi e Lakatos (2008), o observador se incorpora no grupo chegando a confundir-se com o observado, ficando tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste. Esta técnica justifica-se pela necessidade do pesquisador apresentar aos alunos o material de Robótica e ambiente de programação, tendo em vista que os sujeitos ainda não tinham tido contato algum com os materiais robóticos.

#### **4.4.5 Gravação em áudio e vídeo**

Um dos instrumentos de valor relevante na técnica de observação é a câmera de vídeo. Moreira e Caleffe (2008) apontam que uma das principais vantagens desse meio eletroeletrônico é a possibilidade de registrar a observação de um maior número de pessoas ao mesmo tempo, *in loco*. Além disso, no estágio de análise dos dados os arquivos de vídeo puderam ser repetidos inúmeras vezes para avaliação do comportamento e atitudes dos sujeitos de pesquisa frente à resolução das atividades práticas. A grande desvantagem citada por Moreira e Caleffe (2008, p. 2000) é que:

Além de ser uma técnica cara, a filmagem exige competência técnica quanto à iluminação e ao posicionamento. A presença da câmera pode alterar o comportamento de modo que os sujeitos não se comportem normalmente. Se essas desvantagens podem ser resolvidas, o uso da câmera de vídeo pode ser um processo efetivo para a pesquisa observacional.

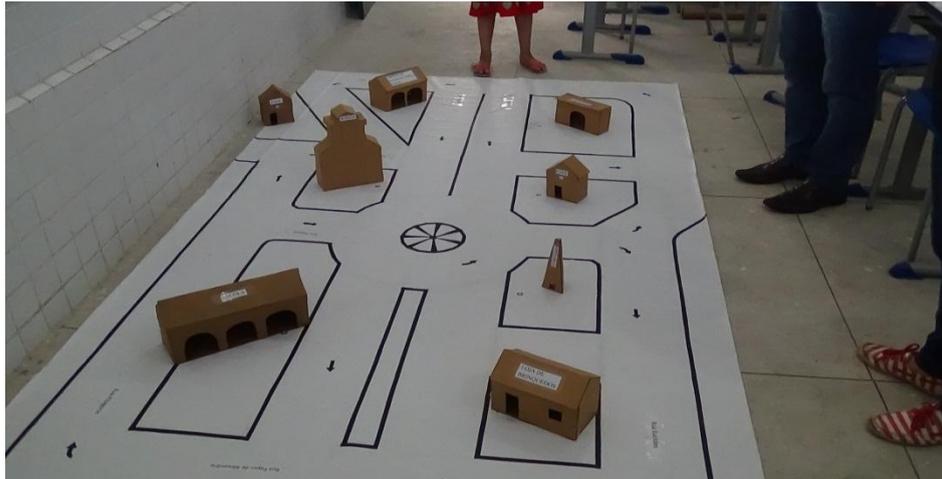
Pensando em eliminar as desvantagens elencadas acima, instalamos duas câmeras em pontos estratégicos do laboratório de informática antes da chegada dos sujeitos para realização das atividades, tornando-se desse modo imperceptíveis.

Para gravação de áudio deixamos um gravador junto a cada equipe de alunos. O respectivo instrumento foi utilizado na execução da proposta didática. A opção em gravar as discussões entre as equipes se justifica basicamente em dois aspectos. O primeiro foi o identificar o desenvolvimento do raciocínio proporcional e as estratégias utilizadas na resolução de atividades de proporção com o uso de robôs, o que também pôde ser identificado pelas conversas entre os membros das equipes. O segundo, não menos importante que o primeiro, foi o de analisarmos o processo de mobilização na realização das atividades.

#### **4.4.7 Proposta Didática**

Como discutido anteriormente, a proposta didática foi desenvolvida com contribuições dos membros da equipe do Projeto OBEDUC/CAPES Núcleo UEPB *Robótica na Educação Matemática*, e foi dividida em três etapas. A primeira composta de redação e questionário inicial. Na segunda, constituída de uma proposta didática dividida em duas partes. Na Parte I com atividade sobre Geometria Plana e Parte II contendo três atividades práticas que exploraram o desenvolvimento do raciocínio proporcional com uso de robôs. Por fim, finalizamos com a aplicação do questionário final. Tendo em vista a ausência de atividades específicas que explorem conteúdos matemáticos utilizando robôs, adaptamos algumas atividades para aplicações com o uso da RE explorando o raciocínio proporcional com base em Van de Walle (2009).

Para execução da Parte I na Atividade 1 e Parte II na Atividade I a equipe construiu um cenário sobre um tapete representando ruas e casas representando um bairro conforme Foto 1:



**Foto 1: Cenário construído sob um tapete**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

A Atividade 1 (Apêndice F) da Parte I da proposta didática trabalhou o conteúdo de Geometria Plana, explorando o movimento do robô fazendo entregas de materiais para uma empresa conforme mostra a Figura 18:

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/2015  
 NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_  
 NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

#### PROPOSTA DIDÁTICA

##### Atividade 1



(Nossa autoria) A empresa de entregas Chega Rápido tem que deixar várias encomendas em diversos lugares na cidade (pontos A, B, C, D, E, F, G, H, I e J), partindo de A e seguindo uma ordem pré estabelecida. Com o uso do robô e de um aparelho celular, realize o percurso necessário para fazer todas as entregas. No final, trazer para o ponto de origem um questionário sobre o roteiro efetuado.

**Estabelecendo a ordem das entregas:** O grupo tem que deixar peças pretas do kit de robótica da Fischertechnik para pessoas que estão precisando das mesmas, seguindo a seguinte ordem:

Saída: Ponto A - Empresa Chega Rápido

Ponto B: Igreja

Ponto C: Escola

Ponto D: Obelisco

Ponto E: Loja de Brinquedos

Ponto F: Prefeitura

Chegada: Ponto A - Empresa Chega Rápido.

Mostre que seu grupo é capaz, fazendo as entregas na ordem certa, no menor tempo possível.

Para pontuar a tarefa, o grupo deve:

- a) Realizar o menor percurso possível;
  - b) Responder corretamente o questionário do final do percurso.
- 1) No trajeto aparecem representações de ruas que se assemelham mais aos segmentos de retas, semiretas ou retas? Justifiquem.

- 2) Quantos segmentos de retas foram observados no percurso obtido?

**Figura 18: Parte I Atividade 1 Questões de 1 a 2**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**



3) Se quatro barris de água custam R\$ 20,00, ao mesmo preço, quanto custariam 10 barris?

---



---



---

4) É possível construir com as peças do Kit de robótica diferentes barris com mesma proporção? Caso afirmativo, construam-nos e expliquem o raciocínio. Caso não seja possível, justifiquem.

---



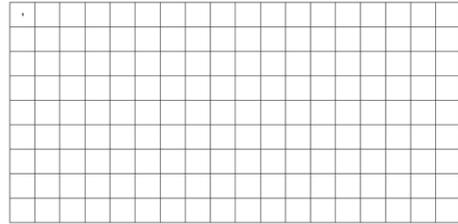
---



---

5) Completem a tabela e construam um gráfico que represente o funcionamento do seu robô, relacionando tempo e distância. O que o grupo pode concluir?

Tempo (s)	0	2	4				
Distância (cm)							



6) O grupo teve facilidade ou dificuldade para:

a) Responder as perguntas formuladas? Por quê?

---



---



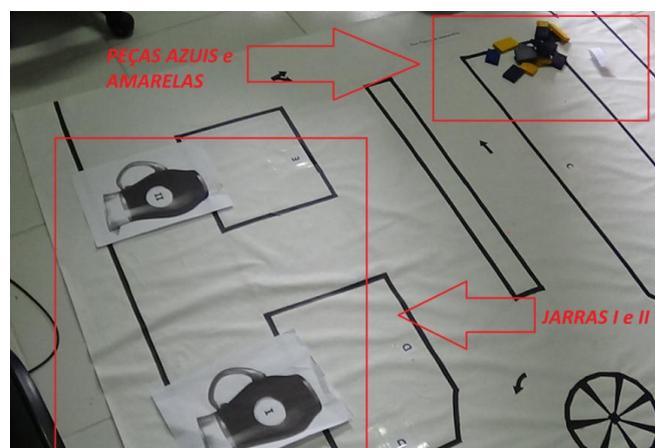
---

b) Realizar atividade prática com robôs? Por quê?

**Figura 21: Parte II Atividade 1 Questões de 3 a 6**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Para análise, escolhemos a Atividade 2 (Apêndice H), por termos o maior número de protocolos preenchidos pelos sujeitos, o que pode contribuir para as discussões sobre o foco do nosso estudo. Nesta Atividade os robôs deveriam preparar uma limonada. Para tanto, as equipes deveriam elaborar um programa capaz de movimentar o robô conduzindo peças amarelas (concentrado de limão) e azuis (concentrado de água) para a região em que estavam localizadas as jarras. É importante lembrar que as equipes ficaram livres para escolher a quantidade de peças que achassem necessárias para preparação da limonada.

Ao observarmos a Foto 2 identificamos a representação das jarras I, jarra II e respectivas peças que representam os concentrados:



**Foto 2: Imagem das Jarras I e II sobre o tapete e peças representativas dos concentrados de limão e água**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

No início da Atividade 2 descrevemos um exemplo de situação em que os robôs são capazes de auxiliar as pessoas no dia a dia, em seguida, os alunos tiveram quatro questões a serem resolvidas à medida que trabalhavam na programação do preparo da limonada: Nosso objetivo nessa atividade é identificar os aspectos que caracterizam o desenvolvimento do raciocínio proporcional e os tipos de estratégias utilizadas na execução da atividade.

Atividade 2



Figura 2: Robôs que auxiliam tarefas domésticas já são realidade

Fonte: <http://www.leiaja.com/tecnologia/2014/07/22/robos-que-auxiliam-tarefas-domesticas-ja-sao-realidade>

(Adaptado de <http://www.leiaja.com/tecnologia/2014/07/22/robos-que-auxiliam-tarefas-domesticas-ja-sao-realidade>) Forrar camas, arrumar uma mesa e detectar acidentes domésticos são tarefas que poderiam ser atribuídas facilmente aos adultos, mas na RoboCup 2014 o trabalho árduo doméstico ficou por conta dos robôs. Bastante prestativos, eles respondem a comandos em inglês e realizam as atividades ordenadas. No local onde foi disputada a categoria @Home (casa, em português), dezenas de pessoas se aglomeraram para conferir a execução das tarefas em espaços que simulam um quarto, uma sala e uma cozinha. Entre os participantes estava a máquina batizada de ToBi. Sempre com um sorriso estampado no “rosto”, ele detecta acidentes domésticos. De acordo com o estudante alemão Kai Hammering, o robô ToBi trabalha como uma espécie de enfermeira. “O ToBi tira uma foto do acidente e pode pegar algo que a pessoa precise, como um copo de água ou um kit médico, por exemplo. Além disso, quando detecta o acidentado, ele pode chamar uma ambulância”.

Neste desafio, os grupos devem programar um robô capaz de preparar uma limonada.

Algumas considerações:

- Os grupos devem construir e programar robôs autônomos.
- Cada grupo terá um tempo de 5 minutos para realização do desafio.
- Cada grupo receberá peças azuis e amarelas representando um copo de água e um copo de concentrado de limão respectivamente:

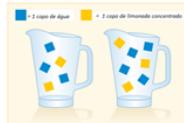


Figura 4: Jarras de Limonada

Fonte: [http://books.google.com.br/books?id=h5GX\\_3grRW5C&pg=PA382&lib=pt](http://books.google.com.br/books?id=h5GX_3grRW5C&pg=PA382&lib=pt).

- 1) Programem um robô que possa preparar uma limonada.
- 2) Verifiquem qual jarra tem o sabor de limonada mais forte ou se as mesmas terão o mesmo sabor. Justifiquem.
- 3) Esbocem a programação feita para esta atividade.
- 4) Expliquem com suas palavras ou por fórmulas o raciocínio utilizado para a programação esboçada no item 3. Você precisaram fazer uso de algum conteúdo matemático para atingir os seus objetivos? Justifiquem.
- 5) É possível construir com as peças do Kit de Robótica diferentes jarras de limonada com mesma ou diferente proporção? Caso afirmativo, construam o modelo e expliquem o raciocínio. Caso não seja possível, justifiquem.
- 6) O grupo teve facilidade ou dificuldade para:
  - a) Responder as perguntas formuladas? Por quê?
  - b) Realizar atividade prática com robôs? Por quê?

Figura 22: Parte II Atividade 2 Questões de 1 a 6  
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Atividade 3 (Apêndice I) elaboramos uma competição de futebol, podendo verificar a aprendizagem de proporção com base nos argumentos dos alunos na resolução das questões:

## Atividade 3



Figura 5: Futebol de Robô.

Fonte: [http://www.maynoothuniversity.ie/sites/default/files/roboCup/2\\_3public/images/RoboCupTeamJerseys-0019610%25Copy%26img%26int%26res%26E9DZV](http://www.maynoothuniversity.ie/sites/default/files/roboCup/2_3public/images/RoboCupTeamJerseys-0019610%25Copy%26img%26int%26res%26E9DZV)

(Adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Copa\\_do\\_Mundo\\_FIFA\\_de\\_2014](http://pt.wikipedia.org/wiki/Copa_do_Mundo_FIFA_de_2014)) A vigésima edição da Copa do Mundo FIFA, realizada em 2014, ocorreu no Brasil, anfitrião do evento pela segunda vez. O campeonato ocorreu de 12 de junho à 13 de julho e foi a quinta edição realizada na América do Sul, depois de a Argentina ter sediado o torneio pela última vez em 1978. Um total de 64 jogos foram realizados em doze cidades de todo o Brasil, em estádios novos ou reconstruídos. Pela primeira vez em uma copa do mundo as partidas usaram a tecnologia *goal-line*. O primeiro gol oficial a utilizar o sistema ocorreu no dia 15 de junho, na partida entre França e Honduras. Também existe a liga de *Futebol Robótico Médio (Middle Size League)*, uma competição de futebol robótico que se realiza a nível internacional na RoboCup.

1) Montem e programem um robô que possa marcar gols com a maior eficiência possível. Como o grupo chegou à conclusão de que esse mecanismo de engrenagens realizará os melhores chutes?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Quais relações vocês puderam identificar a partir do uso das engrenagens?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) Preencham o quadro abaixo com os respectivos resultados da partida:

TIME	Nº DE CHUTES	GOLS FEITOS
TIME 1		
TIME 2		
TIME 3		
TIME 4		

4) Qual Time foi vencedor? Por que?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) Analisem as afirmativas a seguir e respondam verdadeiro ou falso (V ou F), justificando.

( ) A quantidade de chutes é inversamente proporcional ao resultado obtido.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

( ) Quanto maior for a quantidade de gols feitos, maior será meu resultado.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

( ) Nessas condições, é possível obter resultado final maior do que 1.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!

**Figura 23: Parte II Atividade 3 Questões de 1 a 5**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

De modo geral, as três atividades tiveram como objetivo identificar o uso de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, uso de escalas com tabelas de razão, atividades de construção e de medidas, além de podermos analisar as estratégias utilizadas na resolução das atividades.

#### 4.4 SOBRE A ANÁLISE DOS DADOS

O método adotado para a análise dos dados tem como base a técnica de triangulação. De maneira objetiva, Vergara (2006) pontua que a triangulação pode ser vista a partir de duas óticas: a estratégia que contribui com a validade de uma pesquisa; e como uma alternativa para a obtenção de novos conhecimentos, através de novos pontos de vista.

Para Yin (2011, p. 98), o método de triangulação “é um fundamento lógico para se utilizar várias fontes de evidências”. Neste sentido, procuramos utilizar diferentes fontes que possam através de evidências legitimar a pesquisa:

O uso de várias fontes de evidências nos estudos de caso permite que o pesquisador dedique-se a uma ampla diversidade de questões históricas, comportamentais e de atitudes. A vantagem mais importante, no entanto, é o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação, um processo de triangulação mencionado inúmeras vezes na seção anterior deste capítulo. Assim, qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso provavelmente será muito mais convincente e acurada se se basear em várias fontes distintas de informação, obedecendo a um estilo corroborativo de pesquisa (YIN 2011, p. 98).

Para Jensen e Jankowski (1993), existem quatro tipos de triangulação: de dados, de investigador, de teoria e de métodos. Yin (2001) tem na triangulação um fundamento lógico para se utilizar várias fontes de evidências e destaca um ponto forte da coleta de dados para um estudo de caso é a oportunidade de utilizar muitas fontes diferentes para obtenção de evidências. Ainda sob este ponto de vista, o autor destaca:

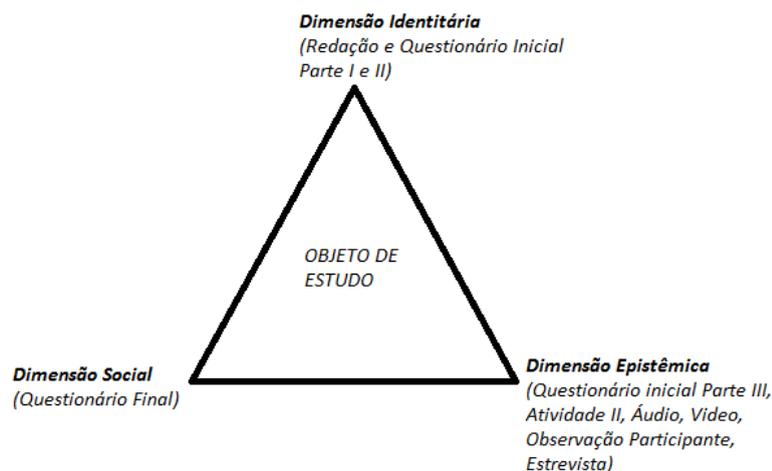
Assim, qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso será muito mais convincente e acurada se se basear em várias fontes distintas de informação, obedecendo a um estilo corroborativo de pesquisa (YIN 2011, p. 121).

A triangulação dos dados é tratada em nossa pesquisa e discorre sobre diferentes dimensões de tempo, de espaço e de nível analítico, a partir dos quais o pesquisador busca as informações para sua pesquisa em diferentes fontes a fim de corroborar com o mesmo fato:



**Figura 24: Esquema de convergência de dados**  
**Fonte: Retirado de Yin (2001, p. 101) e adaptado pelo autor**

O esquema acima apresenta de forma clara o funcionamento da técnica de nossa triangulação, bem como a respectiva convergência dos dados, realizada a partir do mesmo. Como podemos observar na Figura 24, utilizamos em nossa pesquisa a estrutura de convergência proposta por Yin (2001) e a estrutura proposta por Lins (2003):



**Figura 25: Triangulação de dados**  
**Fonte: Estrutura adaptada de Lins (2003)**

Conforme a Figura 25, o Vértice A do triângulo, *dimensão identitária*, tem como objetivo compreender inicialmente quais as relações com saber que os sujeitos possuíam com a Robótica. Nesta seção, nossa discussão está em consonância com as ideias de Charlot (2000), o qual pontua que aprender faz sentido por referências à história do sujeito, suas expectativas, suas referências e relação com o outro. Seguindo esta linha de pensamento, procuramos caracterizar os sujeitos quanto ao uso do computador, bem como analisar suas referências e expectativas quanto a Robótica. Para isso utilizamos os questionários iniciais Parte I, II e a redação.

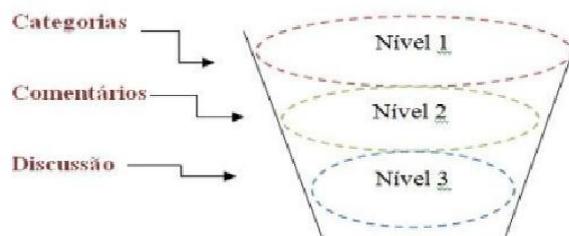
No vértice B do triângulo, *dimensão epistêmica*, focamos no desenvolvimento do raciocínio proporcional e das estratégias utilizadas nas atividades teóricas e práticas realizadas pelos sujeitos com uso de robôs. Como instrumentos de coleta, fizemos uso do questionário inicial Parte III, observação participante, vídeo, áudio e Atividade 2.

Como fechamento do triângulo, o vértice C, *dimensão social*, a fonte de dados foi o questionário final, com o objetivo de identificar as relações estabelecidas após a experiência com a RE na resolução de atividades de proporção, identificando a partir da ótica dos alunos que Matemática está presente na RE e, caracterizando os aspectos relevantes para a promoção de sentido e prazer nas relações com o aprender Matemática.

Apresentamos comentários ao final de cada vértice do triângulo, de cada seção. Por fim, realizamos uma discussão final com o objetivo de fecharmos o estudo de caso. São três as grandes categorias de análise de nossa pesquisa, sendo elas nomeadas pelas

três seções do estudo de caso, isto é, cada vértice do triângulo. Cada grande categoria, isto é cada vértice, compõe-se de subcategorias, isto é, subseções de cada seção.

A análise dos dados se deu em três níveis. No primeiro nível se deu as categorias e subcategorias de análise. Em seguida, no segundo nível de análise, os comentários, fechando cada categoria de análise. Por fim, no terceiro nível de análise, discussão do estudo de caso como um todo. A estrutura dos níveis de análise se baseia na proposta por Lins (2003), organizada em forma de funil:



**Figura 26: Níveis de análise**  
Fonte: Estrutura adaptada de Lins (2003)

Para melhor entendimento, a seguir a estrutura das categorias e subcategorias elaborada a partir de Lins (2003) discutida acima, já no formato de apresentação do estudo de caso de nossa pesquisa:

## 5 – O ESTUDO DE CASO

### 5.1 – DIMENSÃO IDENTITÁRIA

5.1.1 – História e experiências com o uso do computador e da RE

5.1.2 – Expectativas e referências com a Robótica

5.1.3 - Comentários

### 5.2 – DIMENSÃO EPISTÊMICA

5.2.1 – Atividades Teóricas

5.2.2 – Atividades Práticas com robôs

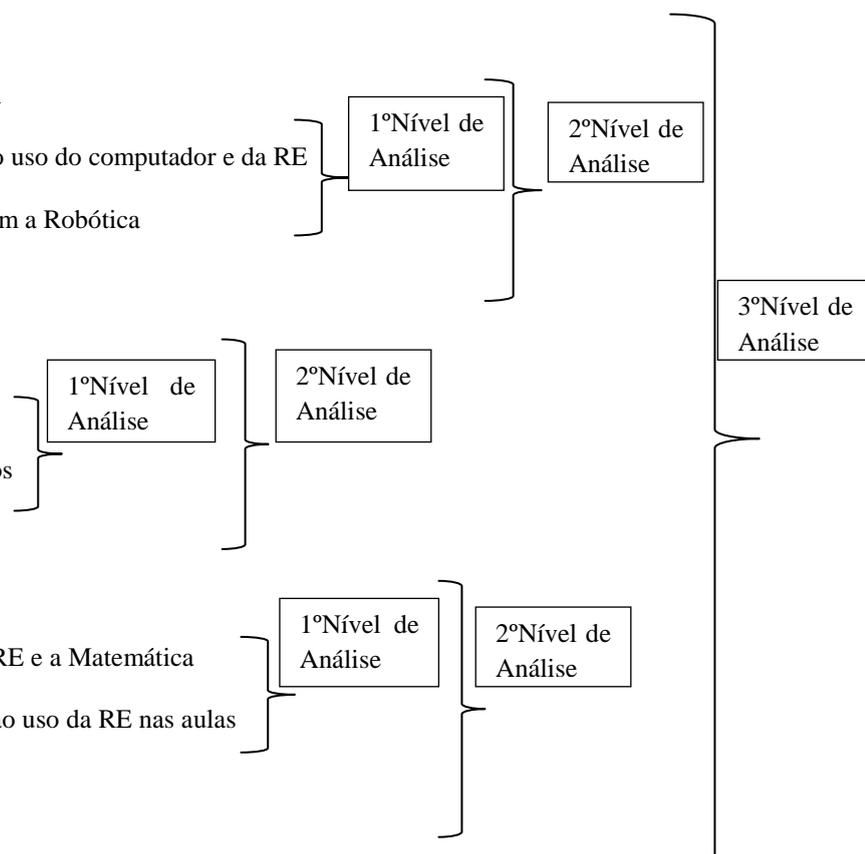
5.2.3 – Comentários

### 5.3 – DIMENSÃO SOCIAL

5.3.1 – Relações estabelecidas com RE e a Matemática

5.3.2 – Expectativas futuras quanto ao uso da RE nas aulas

5.3.3 – Comentários



#### **5.4 DISCUSSÃO**

Discutido todos os aspectos metodológicos de nossa pesquisa, a seguir, no Capítulo 5, apresentamos o estudo de caso.

## CAPÍTULO 5

### ESTUDO DE CASO

O presente capítulo tem por objetivo apresentar o estudo de caso desta pesquisa, que se deu na triangulação dos dados, conforme discutido anteriormente. Ele está organizado em três seções, sendo a primeira *Dimensão Identitária*, a segunda *Dimensão Epistêmica* e terceira *Dimensão Social*.

A primeira seção, *Dimensão Identitária*, constitui o Vértice A do triângulo, e visou compreender inicialmente quais as relações com saber os sujeitos possuíam, em especial, no que concerne a Robótica. Nesta seção nossa discussão está em consonância com as ideias de Charlot (2000), o qual pontua que aprender faz sentido por referências à história do sujeito, as suas expectativas, as suas referências e relação com o outro. Seguindo esta linha de pensamento, procuramos caracterizar os sujeitos quanto às experiências vivenciadas na utilização do computador e tecnologias na sala de aula de Matemática. Além disso, procuramos analisar suas expectativas e referências iniciais quanto a Robótica. Para isso, utilizamos o Questionário Inicial e Redação considerando duas subcategorias: *História e experiências com o uso do computador e da RE e Expectativas e referências com a Robótica*. Após as subcategorias realizamos comentários.

Na segunda seção, vértice B do triângulo, *Dimensão Epistêmica*, focamos nas relações estabelecidas no desenvolvimento do raciocínio proporcional e das estratégias utilizadas, cujos instrumentos de coleta utilizados foram o Questionário inicial Parte III e Proposta Didática Atividade 2, observação participante, vídeo, áudio e notas de campo. A análise realizada levou em consideração duas subcategorias: *Atividade Teórica e Atividade Prática com Robôs*, com uma discussão fundamentada na dimensão epistêmica e nos estudos relacionados ao desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Na terceira seção, *Dimensão Social*, constitui o Vértice C do triângulo, cuja fonte de dados foi o Questionário Final. Nossas reflexões levaram em consideração as subcategorias *Relações estabelecidas com RE e a Matemática e Expectativas futuras quanto ao uso da RE nas aulas* com o objetivo de identificar as relações estabelecidas

após a experiência com uso robôs na resolução de atividades de proporção, identificando a partir da ótica dos alunos que Matemática está presente na RE e, caracterizando os aspectos relevantes para a promoção de sentido e prazer nas relações com o aprender Matemática, seguido de comentários.

Apesar de termos aplicado a pesquisa com dezessete alunos, selecionamos como sujeitos de nossa pesquisa os alunos que participaram integralmente de todas as etapas de coletas de dados, em um total de cinco alunos. Com o objetivo de preservar suas identidades, utilizaremos os nomes Pedro, João, Tiago, Marta e Maria.

O estudo de caso finaliza com a seção *Discussão*, imbricando as três seções descritas acima.

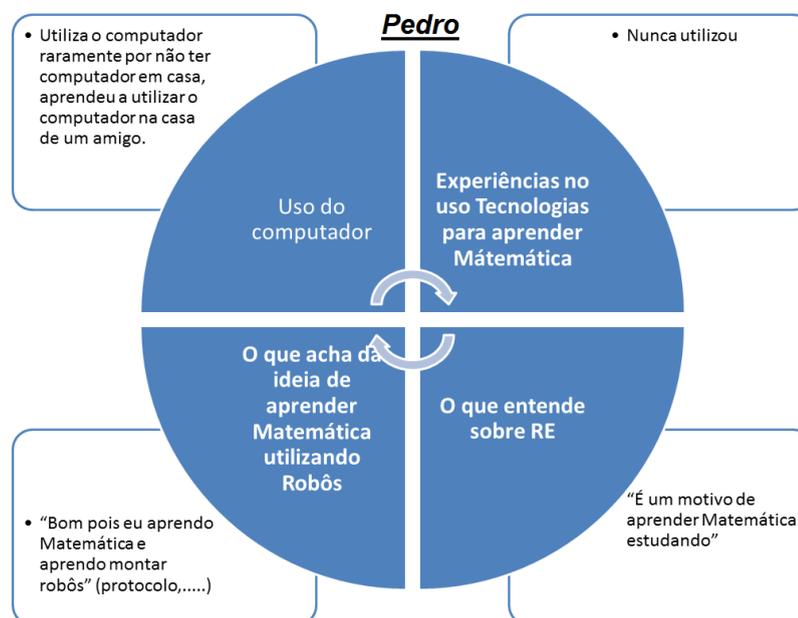
## 5.1 DIMENSÃO IDENTITÁRIA

Como mencionado anteriormente esta seção tem como norte as ideias de Charlot (2000) ao considerar a singularidade do sujeito, sua história e atividades que realiza. Neste contexto, para analisarmos as relações com o saber corroboramos com o pensamento do autor, iniciando nossas discussões a partir da subcategoria *história e experiência com o uso do computador e RE*, a qual é resultado da análise do questionário inicial Parte I e II. Desta forma, com o objetivo de apresentar os dados provenientes dos respectivos instrumentos de coleta de dados, elaboramos um esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiência de cada sujeito, tendo em vista que estes se encontram intimamente conectados e se complementam.

A segunda subcategoria *Expectativas e Referências com a Robótica* emergem da análise da redação. Por fim, temos a seção 5.1.3 que é referente aos comentários sobre a seção 5.1.

### 5.1.1 História e experiências com o uso do computador e RE

Partindo da necessidade inicial de olhar de maneira aprofundada o sujeito, para a sua história individual, apresentamos de maneira singular história e experiências de cada sujeito no que concerne ao uso do computador e RE com base nos dados extraídos do questionário inicial Parte I e II:



**Figura 27: Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Pedro**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Como podemos identificar o sujeito não tem computador e por isso utiliza raramente, no entanto sinaliza que aprendeu a utilizá-lo com auxílio de um amigo. Com base na Teoria da Relação com o Saber, todo processo de *aprender* constitui uma construção de si mesmo e de sua identidade, na qual esta relação de identidade com o saber também é construída na relação com o outro.

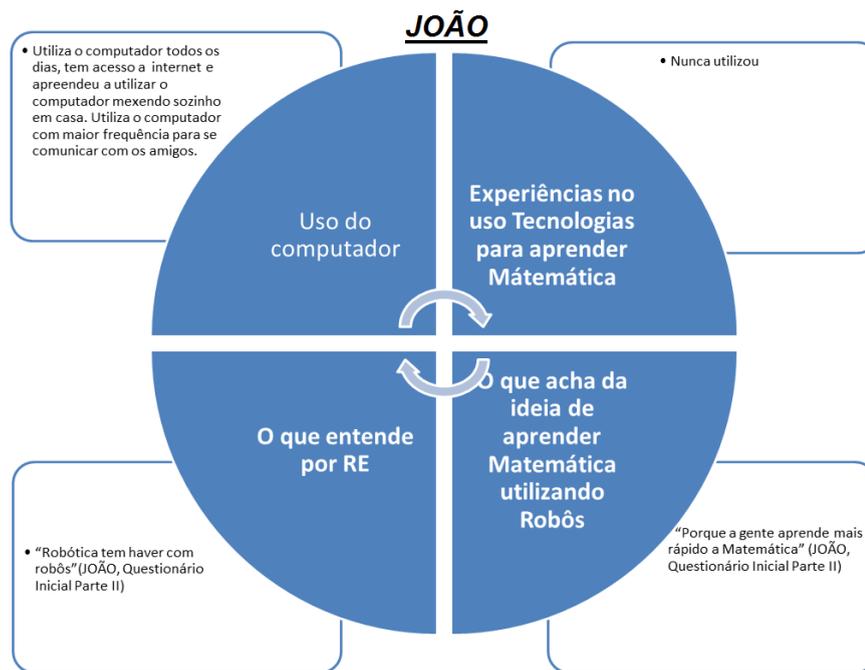
É relevante refletirmos sobre o papel que o outro desempenha no processo de construção da relação com o saber, pois atua em diversas dimensões, desde a capacidade de despertar interesse em um dado objeto, ou até mesmo na construção da própria identidade. De acordo com o autor, “o homem é um sujeito indissociavelmente social e singular. A singularidade do homem é que lhe oferece a existência, comprometido com uma história que é sua, mesmo quando ele partilha com outros homens” (CHARLOT 2005, 14).

Quanto ao uso de tecnologias para aprender Matemática o aluno afirma nunca ter utilizado, entretanto, ao questionarmos sobre a ideia de aprender Matemática utilizando robôs o sujeito considera uma boa ideia, e afirma acreditar aprender Matemática na

montagem de robôs. Neste sentido, o sujeito estar aberto para *aprender*, e que para o mesmo, a montagem de um robô pode se constituir de uma atividade que oportuniza aprendizagem Matemática.

Ao questionarmos o aluno o que entende sobre RE, o mesmo considera: “É um motivo para aprender Matemática estudando”. Pedro encontra na RE um sentido para aprender Matemática. É certo que se o sujeito afirma que a RE é um motivo para aprender, existem situações que não estabelecem esta ligação. De acordo com Charlot, cada sujeito atribui à escola e ao conhecimento diferentes sentidos capazes de condicionar a apropriação de saberes.

Neste caso, a partir destas relações prévias estabelecidas é possível que Pedro ao fazer uso de robôs apresente uma forte relação com os saberes matemáticos.



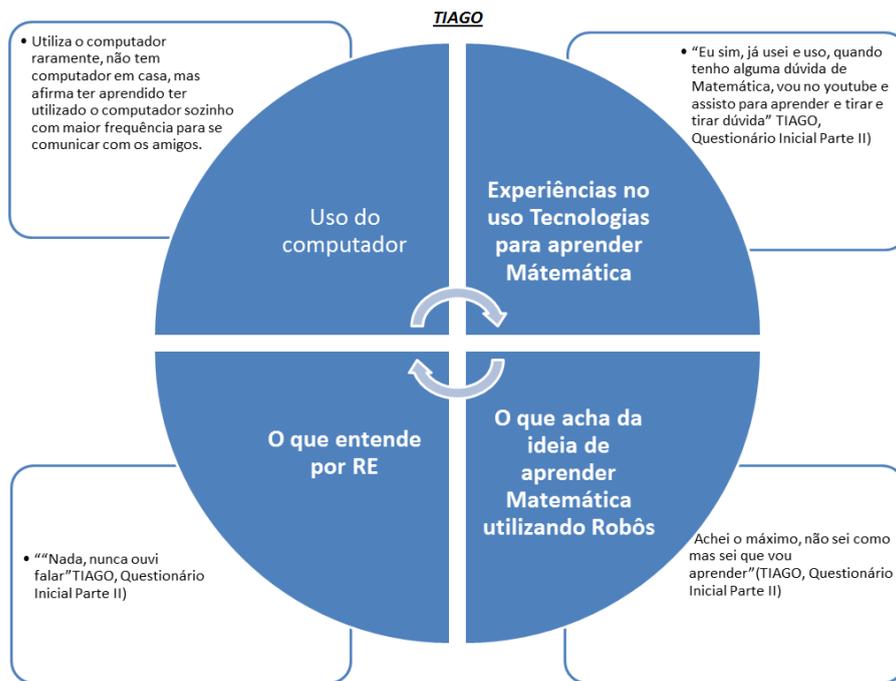
**Figura 28: Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de João**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Ao analisarmos os protocolos podemos verificar que João apresenta uma estreita relação com uso do computador e utilizando com maior frequência para conversar com os amigos. Ao ser confrontado com a necessidade de aprender a utilizar o computador, João afirma que aprendeu sozinho, esta também é uma situação que inscrita na relação com

saber “[...] o conjunto das relações que um sujeito mantém com o objeto, [...] relação consigo mesmo enquanto mais ou menos capaz de aprender tal coisa, em tal situação” (CHARLOT 2000, p.81).

Apesar de não ter utilizado tecnologias nas aulas para aprender Matemática, afirma que acredita que por meio da Robótica é possível aprender a disciplina mais rápida e que para o mesmo RE é algo que tem haver com robôs.

Dois aspectos gostaríamos de chamar a atenção: o primeiro diz respeito ao importante papel que a escola exerce na construção do sujeito, e que neste contexto, encontra-se ausente no sentido de não oportunizar aos sujeitos aulas diferenciada, não nos reportamos apenas ao uso de tecnologias, mas, sobretudo, metodologias que produzam sentido e deste modo mobilizem a aprendizagem.

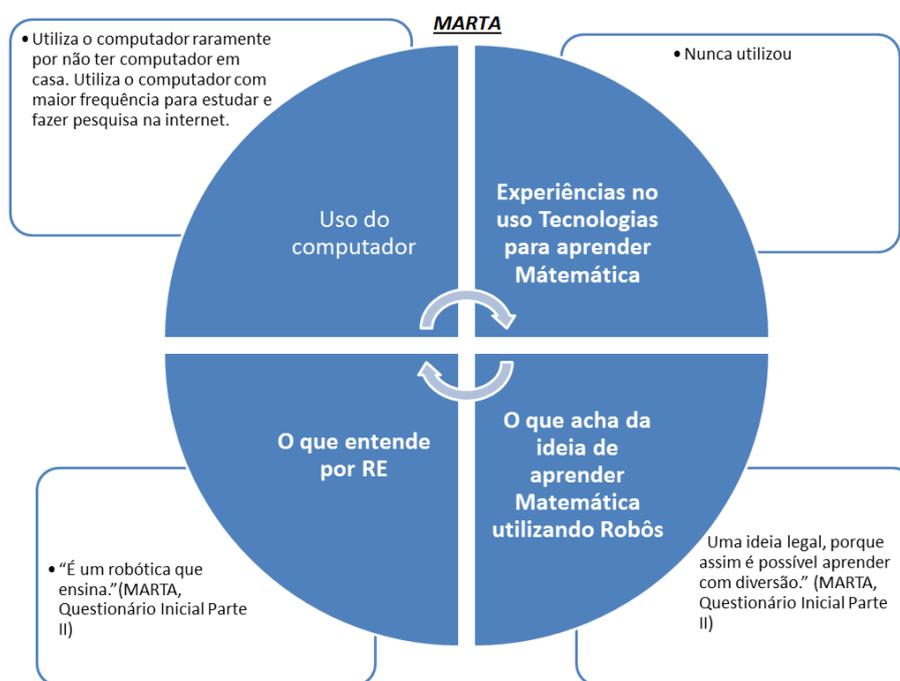


**Figura 29: Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Tiago**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Tiago não tem computador em casa, utiliza raramente e aprendeu a utilizar sozinho, entretanto, dentre os sujeitos investigados, Tiago é o único que afirma ter experiências com o uso de tecnologias para aprender Matemática através da utilização de aulas no youtube. Neste sentido, a dimensão Identitária com o saber é construída na relação com o outro, seja ele físico ou virtual que compõe a comunidade daqueles com um saber determinado.

O sujeito também sinaliza que não entende e nunca ouviu falar sobre RE, contudo, ao questionarmos sobre a ideia de aprender Matemática utilizando robôs, Tiago expressa: “Achei o máximo, não sei como, mas sei que vou aprender”.

Podemos destacar três pontos nos registros do sujeito, o primeiro “Achei o máximo”, identificamos que o mesmo se apresenta mobilizado, o segundo ponto “não sei como”, realiza uma auto avaliação quanto ao seu conhecimento relacionado ao saber proposto, “sei que vou aprender”, o terceiro ponto, não menos importante que os demais, Tiago assume uma postura com relação ao saber que denota o desejo de ir além da acumulação de conteúdos intelectuais, o que para Charlot (2013), essa condição seria ideal para fornecer aos processos educacionais uma relação com o saber apropriada.

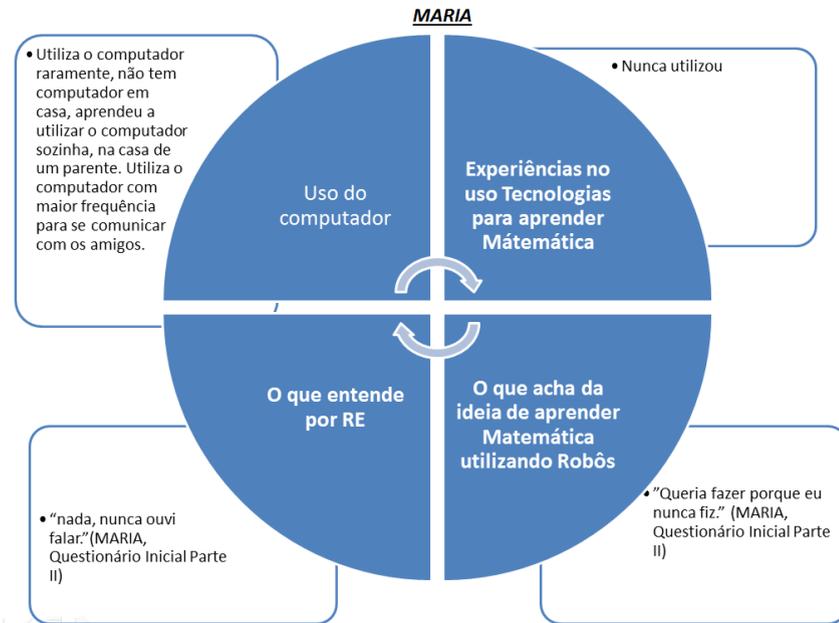


**Figura 30: Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Marta**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Ao refletirmos sobre as relações estabelecidas por Marta apesar de não ter computador em casa e na escola nunca ter tido aulas de Matemática com uso de alguma tecnologia, estas situações não se tornaram obstáculos para Marta buscar conhecimento, pois assim mesmo utiliza para estudar e fazer pesquisas na Internet.

Quando indagamos sobre o que a mesma entende por RE e o que acha da ideia de aprender Matemática utilizando robôs, a mesma entende que RE é uma Robótica que ensina e que é possível aprender com diversão.

Charlot enfatiza a importância no sentido do prazer em aprender. A perspectiva de Marta é que a aprendizagem da Matemática seja prazerosa. Para o autor, se não houver prazer, não há sentido no aprender. Espera-se que ao final da investigação Marta tenha realmente encontrado sentido nas atividades Matemáticas com uso de robôs.



**Figura 31: Esquema em forma de ciclo que relaciona história e experiências de Maria**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

De maneira análoga a maioria dos sujeitos investigados, Maria utiliza o computador raramente, com maior frequência para conversar com os amigos. Na escola, nunca utilizou a tecnologia para aprender Matemática. Ao indagarmos o que entende por RE e o que acha da ideia de aprender matemática utilizando Robôs, a mesma afirma que nunca ouviu falar e que “queria fazer porque nunca fez”. A resposta de Maria não faz menção em nenhum momento sobre a oportunidade de aprender com uso de robôs.

Concernente a este tipo de posicionamento Charlot (2013, p. 145) corrobora: “Quando o sentido se afasta do resultado visado pela ação de estudar, o engajamento nesta é frágil”. Sendo assim, Maria apresenta uma frágil relação com o saber que pode influenciar ou até mesmo afasta-la dos conhecimentos apresentados pelas atividades propostas em um ambiente robótico.

### 5.1.2 Expectativas e referências com a Robótica

O próximo passo da pesquisa foi identificar as expectativas e referências dos sujeitos em relação à Robótica. Para tanto, tomamos como referência a essência dos

trabalhos da equipe de pesquisa ESCOL (Educação, Socialização e Coletividades Locais) criado por Charlot e que estuda a relação com o saber e buscam “compreender como o sujeito categoriza, organiza o seu mundo [...], como o sujeito apreende o mundo, e com isso, como se constrói transforma a si próprio” (CHARLOT 2005, p. 41).

Em sintonia com esta linha de pensamento, procuramos refletir através dos registros advindos da redação, de que maneira cada sujeito categoriza e organiza suas ideias relacionadas à Robótica. Para tanto, solicitamos aos sujeitos que dissertassem de maneira bem livre sobre a temática proposta, relatando seus pensamentos, expectativas e referências.

Os registros revelam que para os sujeitos, Robótica está relacionada a robôs e brinquedos divertidos, como afirma Pedro:

Robótica para mim lembra tudo sobre robôs e robôs são brinquedos divertidos que tanto se aprende montar aprendendo fazer matemática e se aprende fazer robôs divertidos que são uma obra de arte que não é qualquer que consegue montar um robô sozinho e para montar um robô tem que ter a ajuda de um especialista de robô. (PEDRO, Redação, grifo nosso)

Ao analisarmos as concepções iniciais de Pedro, destacamos que as expectativas que o mesmo apresenta estão no sentido de uma atividade capaz de promover a aprendizagem Matemática a partir da montagem de robôs. Em conformidade com Godoy (1997) um dos objetivos gerais da RE é a construção de protótipos como motores e sensores, adaptando elementos como engrenagens, rodas dentre outros.

De acordo com a teoria proposta por Charlot diz respeito à ação do professor e a mobilização pessoal do aluno na realização de uma atividade. Pedro tem uma expectativa que a Robótica seja além de divertida conduza a aprendizagem, nesta perspectiva evocamos o importante papel do professor. Se o professor não oferecer ao aluno um ensino (pedagogia mais tradicional) ou situação (pedagogia mais construtivista) que conduza ao aluno a apropriação de um determinado saber ou construí-lo, o processo de ensino-aprendizagem fracassa.

Pedro também considera o importante papel do outro na construção de um determinado saber quando menciona “um especialista de robô”, na verdade, o outro pode ser um amigo ou até mesmo o professor, que domine determinado saber e seja capaz de transmitir este saber, o auxiliando no processo de construção do conhecimento.

Quanto às expectativas de João, destacamos a expressão “esse faz com que a Matemática fique melhor de ser entendida”, é possível que o mesmo não tenha facilidade em entender certos conteúdos da disciplina. Charlot também faz referência em sua teoria à epistemologia bachelardiana, onde a verdade é construída pelos homens através da superação de obstáculos epistemológicos, neste sentido João vê na Robótica a oportunidade de superar possíveis obstáculos epistemológicos:

Robótica vem de robôs esse faz com que a matemática fique melhor de se entender. Pois a robótica ajuda muito nisso. Robótica é uma criação de robôs, sendo inventados por alunos da rede publica e da rede particular. Isso incentiva muitos os alunos, pois é uma aula muito prática e é uma aula que adquire muitos conhecimentos. Criar robôs com robótica é se dedicar e criar a sua obra. Como muitas pessoas já fizeram isso muito bem (JOÃO, Redação, grifo nosso).

Outro fato importante citado acima é quando João faz a seguinte afirmação: “Robótica é uma criação de robôs, sendo inventados por alunos da rede publica e da rede particular”, fazendo uma relação diferentes posições sociais. Por muito tempo, devido ao alto preço dos kits de RE, os mesmos estavam presentes em apenas algumas escolas da rede particular de ensino, atualmente, este recurso como já discutido anteriormente, está presente em diversas escolas do estado. As pesquisas de Charlot partem de uma relação entre origem social e sucesso/fracasso escolar, e a partir das teorias que discutiam as desigualdades e reproduções sociais que aconteceriam na escola.

Entre os sujeitos investigados, como Tiago, é possível identificar inferência a atividades que requerem programação:

Robótica é uma atividade muito boa, gosto muito do que eles fazem tipo, programar robô, fazer o robô dançar as danças, é muito engraçado, fazer o carrinho se movimentar só, mas nós sabemos que temos que programar para isso. Eu já assisti a um filme que é muito bom, chama-se “Eu robô” esse filme é muito criativo, gosto muito de assistir esse filme, já assisti cinco vezes, só para você ver como é bom, é um filme que leva você para dentro do filme. Então quero aprender muito sobre robótica, quero entrar nesse mundo de ação de vida real (TIAGO, Redação, grifo nosso).

Para Maisonnette (2002) o termo Robótica Educativa pode ser entendido como uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações definidas por um programa criado a partir de um programador. Os Kits de RE são compostos por uma diversidade de peças para montagem, além de um tijolo programável, conhecido como microcontrolador. Tiago consegue compreender a natureza básica de dispositivos automáticos apesar de nunca ter utilizados no contexto escolar, ou seja, a possibilidade de serem programados e, neste sentido, serem máquinas dotadas de inteligência programável.

Tiago menciona ter contato com esta temática apenas através de filmes, pelos meios de Telecomunicações. Ao considerarmos os aspectos relacionados à evolução histórica da robótica, Regis (2012), considera que na ficção o termo robô remete ao uso mecanismos autônomos, construídos de metal, com formas humanoides e controlados por meio da inteligência artificial.

O sujeito demonstra expectativas positivas e desejo em aprender sendo percebidas em alguns trechos sublinhados pelo autor, e que de um modo geral, apresenta-se mobilizado a aprender em um ambiente robótico.

Um ponto importante a ser destacado está no desejo de aprender e nas expectativas positivas relacionadas ao saber proposto, que é a Robótica. Este desejo de aprender são elementos fundamentais da vida escolar.

Não gosto muito dessa ideia de motivar os alunos, porque muitas vezes esse ato de motivar é o mesmo que enrolar os alunos para que eles façam alguma coisa que não estão a fim de fazer. O problema não é de motivação, mas de mobilização, que é coisa muito diferente. A motivação é externa, ao passo que a mobilização é um fenômeno interno, motiva-se alguém de fora, enquanto mobiliza-se a si mesmo de dentro (CHARLOT 2013, p. 159).

Ainda no sentido do prazer em aprender, recordamos o depoimento de um aluno francês citado por Charlot (2013) que disse: “na escola eu gosto de tudo, menos das aulas e dos professores”. Fica evidente neste caso, que a escola tem um sentido para o aluno, mas este sentido não está vinculado ao aprender. O relato de Tiago é totalmente oposto, já existe a priori uma relação de aceitação e de interesse ao saber proposto.

Ao verificarmos os registros de Marta, identificamos que apesar da mesma sinalizar que desconhece o tema Robótica, argumenta já ter observado na escola em uma feira de ciências que utilizava um dos Kits de RE da linha PROFI, o *Oeco Tech*, apresentado anteriormente no Capítulo 1, no qual uma de suas aplicações é a exploração da produção, armazenamento e da energia de recursos naturais, como neste caso a energia eólica:

Eu não sei muito sobre robótica, mas um dia nessa escola em que estudo, vi com minha colega, o ano passado, alunos trabalhando com alguns robôs. Era interessante como o carrinho andava. Lembro-me que eu até tirei fotos no meu celular. Entre os robôs, vi também uma roda gigante que funcionava à luz do sol. Quando eu colocava a mão e impedia que a luz do sol “chegasse” a uma placa, a roda parava de girar; quando eu tirava, a roda voltava a girar. Era incrível. A robótica deve ser bem legal (MARTA, Redação, grifo nosso).

Segundo Godoy (1997), com base no objetivo cognitivo, a partir da RE, é possível no ambiente robótico estimular aplicação das teorias formuladas á atividades concretas,

analisar e entender o funcionamento dos mais diversos mecanismos físicos a partir de uma lógica mais sofisticadas de pensamento. A experiência de observar os amigos trabalhando com robôs pôde aguçar uma expectativa positiva concernente ao tema proposto.

Por fim, analisemos a seguir os registros de Maria:

Robótica é muito legal, mas eu não sei muita coisa não. Mais eu sei que robôs hoje em dia são muito comuns, eu acho muito interessante, eu acho legal quando ele dança e fala as coisas como a gente. É eu sei também que têm eles que ajuda os mais velhos pra lembrar a eles as coisas. Vejo muito na televisão quando passa eu gosto de ver o povo fazer é muito interessante como eles fazem (MARIA, Redação, grifo nosso).

Tal como Marta, Maria afirma que não sabe muito sobre a temática, e como Tiago, também faz referências a filmes, adicionando em seu discurso algumas possíveis aplicações do uso de robôs. Contudo, não faz menção ou alguma ligação relacionada à possibilidade de aprender a partir do tema proposto. Neste contexto, Charlot (2001) considera a questão de continuidade/descontinuidade no processo de aprendizagem, indicando a importância das relações estabelecidas com o saber dentro e fora da escola, onde é importante ser considerado o entrelaçamento de duas culturas, a cultura escolar que se encontra em uma perspectiva de continuidade e encontra-se sistematizada, e a cultura do aluno, que possui um saber que por hora apenas não está sistematizado.

### 5.1.3 Comentários

Antes de tecermos nossos comentários com olhar específico as relações identitárias, achamos necessário regatarmos inicialmente as ideias de Charlot (2000, p. 72), o qual nesta perspectiva corrobora que “aprender faz sentido por referências à história do sujeito, as suas expectativas, as suas referências, à sua concepção da vida, às suas relações com os outros, à imagem que tem de si e a que quer dar de si aos outros”.

Sob esta perspectiva, especificamente em relação à história dos sujeitos em foco, destacamos alguns pontos em comum, o primeiro é que a maioria dos sujeitos não possui computador, e por isso utilizam o equipamento raramente. O segundo é ausência da experiência escolar com uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática.

A falta de computadores revela a situação social em que os mesmos estão inseridos, contudo, em conformidade com os estudos de Charlot, a posição social não é determinante na relação com o saber, mas é necessário olhar o sujeito com profundidade.

O outro ponto é a necessidade da escola está em sintonia com os avanços tecnológicos, pois desde 2013 receberam kits de RE a serem utilizados por alunos e professores, e em 2015 identificamos certa inércia, pois as maiorias dos sujeitos afirmam não ter experiência alguma com tecnologias nas aulas de Matemática.

Nosso posicionamento quanto ao uso de tecnologias segue as contribuições de Silk *et al.* (2010, p. 21):

Ensinar Matemática em uma sala de aula requer mais do que simplesmente usar tecnologia. É necessário, sobretudo projetar atividades que promovam concentração, motivação e que apresente a Matemática de uma maneira significativa.

E ao que propõe o Princípio tecnológico (NCTM, 2000, p. 24) “A tecnologia é essencial ao ensino e aprendizagem da Matemática: ela influencia a matemática que é ensinada e amplia aprendizagem dos alunos”.

Os sujeitos concebem diferentes sentidos a temática Robótica, dentre eles podemos destacar: dispositivos programáveis e filmes de ficção. Para Marchand (1991, p. 119) a Robótica Pedagógica “é caracterizada pelo uso pedagógico do computador...”. De fato, todo dispositivo com inteligência programável necessita de um terminal de programação, para que possa ser programado. Neste sentido, ter conhecimentos básicos de informática pode contribuir na realização de atividades matemáticas em ambientes robóticos, de outra maneira, utilizando o conceito proposto por Bachelard, à falta deste determinado saber pode se constituir um obstáculo epistemológico, sua atividade racional pode ser obstruída.

Quanto à ficção científica retomamos as ideias de Bachelard concernente à continuidade/descontinuidade. A RE que será apresentada aos alunos está muito distante da ficção científica, sendo necessária uma ruptura deste tipo de pensamento para que haja a construção do conhecimento científico.

Podemos ainda inferir com base no depoimento dos sujeitos que os mesmos encontram-se de modo geral mobilizados para aprender Matemática com auxílio de robôs, e que a relação com o saber se constitui com uma perspectiva aceitação, não implicando neste sentido em um obstáculo epistemológico.

Diante do exposto, a escola encontra-se em um campo propício à inserção deste recurso as práticas escolares de modo que possa contribuir para construção de novos significados, em especial no campo da Educação Matemática.

## 5.2 DIMENSÃO EPISTÊMICA

Na escola quem aprende não é o eu empírico, e sim o eu epistêmico, o que os filósofos denominam de razão, o eu presente. Nosso olhar está na construção de um conhecimento científico específico, o raciocínio proporcional. Nesta perspectiva, para investigarmos como se dá as relações dos alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com o raciocínio proporcional, organizamos nossas ideias em dois momentos ou subcategorias. No primeiro momento realizamos uma análise prévia do raciocínio proporcional e estratégias utilizadas em atividades teóricas de modo individual. No segundo momento, através de atividades práticas. Partimos das contribuições de Charlot (2000), o qual chama a atenção para *a imbricação do eu na situação em que o aprender corresponde ao domínio de uma atividade engajada*. Nesta perspectiva, elaboramos juntamente com a equipe Robótica na Educação Matemática, atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional em ambiente robótico. Na atividade prática analisamos duas equipes: A Equipe 1 formada por Pedro e João e a Equipe 2 por Tiago, Marta e Maria.

As atividades teóricas foram extraídas e a atividade prática adaptada de Van de Walle (2009), que propõe cinco categorias de atividades informais para identificação do desenvolvimento do raciocínio proporcional, a saber: identificação de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, escala e gráficos com tabelas de razão além de atividades de construção e de medida, buscamos na parte II da nossa proposta didática, explorar a construção deste tipo de raciocínio bem como as estratégias utilizadas no ambiente robótico.

Spinillo (1994) corrobora ao enfatizar que ao procurarmos compreender que situações seriam facilitadoras para compreensão do raciocínio proporcional, é fundamental que a sala de aula se torne um espaço desafiador, capaz de permitir a apropriação do objeto do conhecimento pelo sujeito, promovendo o seu desenvolvimento.

Sendo assim, nossa discussão se apoia em três aspectos: o sujeito que aprende, a natureza do objeto do conhecimento a ser aprendido, neste caso o foco está no desenvolvimento do raciocínio proporcional e a situação na qual aprendizagem ocorre.

### 5.2.1 Atividades Teóricas

Nesta etapa de nossa investigação organizamos as questões de modo a explorar a capacidade dos alunos na identificação de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, escala e gráficos com tabelas de razão além de atividades de construção e de medida. A Parte III do Questionário I consta com as questões 1 e 2 que exploram aspectos da geometria plana, o que não será discutido no presente estudo, sendo assim, discutiremos os registros advindos das questões 3 a 9 do respectivo questionário. Selecionamos para análise apenas os registros dos alunos que continham as justificativas, por termos a necessidade de identificarmos o raciocínio e estratégias utilizadas.

#### Questão 3

*Sue e Julie estava correndo com a mesma velocidade ao redor de uma trilha. Sue começou primeiro. Quando Sue completou 9 voltas, Julie completou 3 voltas. Quando Julie completou 15 voltas, quantas voltas Sue completou?(VAN DE WALLE, 2009, p. 385)*

Nesta questão não existe uma relação proporcional, pois se trata de uma situação puramente aditiva. As duas corredoras acabam com seis voltas de diferença, do mesmo modo que iniciaram. Nosso objetivo foi identificar de que maneira os alunos expressam suas ideias quando existe um anúncio falso de que uma proporção está envolvida.

Procedemos às análises a partir dos registros escritos nas folhas de respostas do questionário. Entre os cinco sujeitos, Maria, Tiago respondem corretamente, no entanto apenas Pedro demonstra a maneira como obteve o resultado:

3) Sue e Julie estavam correndo com a mesma velocidade ao redor de uma trilha. Sue começou primeiro. Quando Sue completou 9 voltas, Julie completou 3 voltas. Quando Julie completou 15 voltas, quantas voltas Sue completou? *Sue completou 21 voltas.*

$$\begin{array}{r} 9 \\ -3 \\ \hline 6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \\ +6 \\ \hline 21 \end{array}$$

**Figura 32: Solução escrita de Pedro na questão 3**

A técnica de resolução utilizada por Pedro está baseada no princípio aditivo tendo em vista que neste caso não existe a necessidade de realizar comparações multiplicativas para chegar à solução correta.

Na próxima questão também investigamos a capacidade de identificação de relações multiplicativas através dos diferentes argumentos utilizados na resolução da questão.

#### Questão 4

*Max, Moe e Minie estão de regime e registram o peso em intervalos de duas semanas. Observe a tabela:*

SEMANA	MAX	MOE	MINNIE
0	105Kg	79Kg	56Kg
2	101Kg	77Kg	54Kg
4	98kg	75Kg	52Kg

*Após quatro semanas, qual pessoa teve mais sucesso na dieta? Justifique utilizando pelo menos dois argumentos (VAN DE WALLE, 2009, p. 387).*

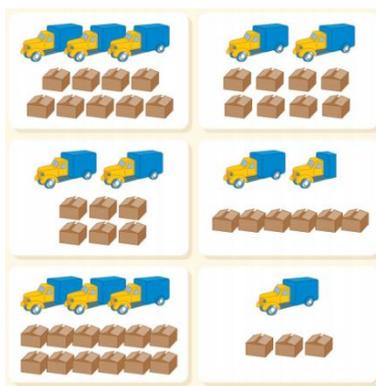
Um dos argumentos que poderia ser utilizado é que MOE teve uma perda de peso mais constante. Entretanto, os sujeitos responderam Minnie sem fazer nenhuma argumentação, o que impossibilitou de realizarmos a análise do raciocínio utilizado na questão.

Na questão 5 procuramos analisar as estratégias utilizadas na seleção de razões equivalentes. Os alunos devem escolher a razão em que os dois tipos de objetos são as mesmas. Neste tipo de atividade é possível uma abordagem numérica em vez de visual

introduzindo a noção de razão como taxa. Como exemplo temos uma taxa unitária no cartão com três caixas e um caminhão, o que poderia ser utilizado como referência para identificar razões equivalentes em outros cartões.

### Questão 5

Analise as imagens abaixo e responda: em quais cartões a taxa de caminhões para caixas é a mesma? Justifique (VAN DE WALLE 2009, p. 388).



Na solução desta questão Pedro não seleciona os cartões que possuem razões equivalentes, apenas encontra uma taxa unitária como podemos observar na figura abaixo:

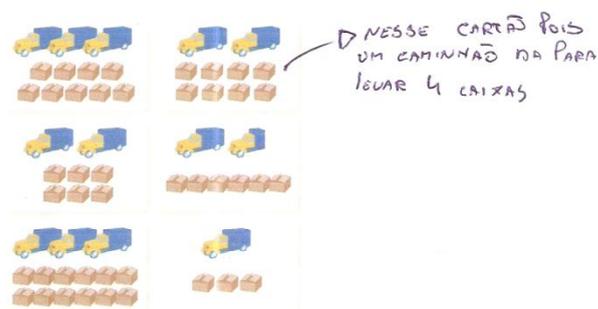
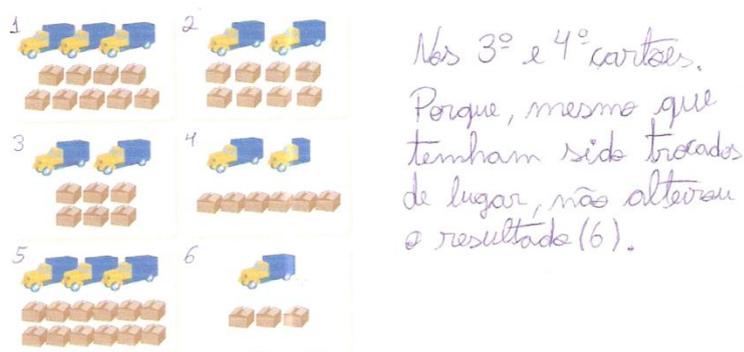


Figura 33: Solução escrita de Pedro na questão 5

Marta enumera os cartões o que poderia auxiliar na identificação das razões, entretanto realiza uma comparação aditiva através da soma da quantidade de caixas e caminhões, não tendo êxito na seleção dos pares selecionados com mesma razão:



**Figura 34: Solução escrita de Marta na questão 5**

A questão 6 visava investigar a compreensão das situações proporcionais com base na capacidade de comparar duas razões como também identificar razões equivalentes, mas os sujeitos não conseguiram responder a respectiva questão, neste sentido não foi possível analisar a questão.

Já na questão 7 além de nos propomos analisar a capacidade dos alunos em realizar comparações e seleções entre razões equivalentes, procuramos também verificar os níveis de estratégias utilizadas na resolução da atividade.

### Questão 7

Cláudia e Marcos usaram quatro misturas de suco:

<p><i>Mistura A</i></p> <p>2 xícaras de concentrado</p> <p>3 xícaras de água gelada</p>	<p><i>Mistura B</i></p> <p>1 xícara de concentrado</p> <p>4 xícaras de água gelada</p>
<p><i>Mistura C</i></p> <p>4 xícaras de concentrado</p> <p>8 xícaras de água gelada</p>	<p><i>Mistura D</i></p> <p>3 xícaras de concentrado</p> <p>5 xícaras de água gelada</p>

- Que receita fará o suco mais forte? Por quê?
- Que receita fará o suco mais fraco? Por quê?
- Assuma que cada campista obterá  $\frac{1}{2}$  xícara de suco. Para cada receita, quanto concentrado e quanta água são necessários para fazer suco para 240 campistas? Explique a sua resposta. (VAN DE WALLE, 2009, p. 395)

Diante do item a os sujeitos argumentaram:

**Pedro:** A mistura “C” pois tem mais concentrado e mais água gelada.

**João:** C, pois são 4 xícaras de concentrado e 8 xícaras de água gelada.

**Tiago:** Mistura C porque tem mais coisas concentrada.

**Marta:** A mistura C porque há nela a maior quantidade de ingredientes.

**Maria:** Mistura C porque tem mais ingredientes.

Como podemos observar de modo geral os sujeitos utilizam estratégias baseadas no princípio aditivo ao invés de realizar comparações entre razões ou algum outro tipo de raciocínio mais sofisticado. De acordo com Langrall e Swaffor (2000) podemos inferir que os mesmos se encontram no nível 0 enquanto estratégia na resolução de atividades de proporção.

No *item b* os sujeitos utilizaram de maneira análoga ao *item a* o princípio aditivo, identificado apenas a receita que possui no total a menor quantidade de ingredientes.

Quanto ao *item c*, Pedro, João e Marta não respondem, apenas Tiago e Maria respondem corretamente, com destaque a resposta de Tiago:

**Tiago:** 480, porque só basta multiplicar por 2.

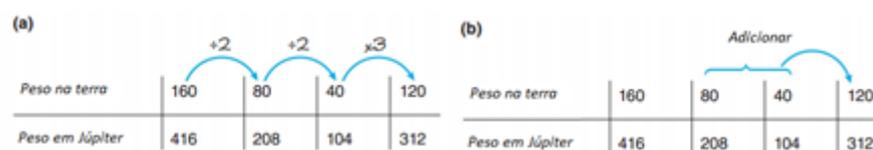
É possível verificar que Tiago utiliza um pensamento multiplicativo ao invés do aditivo, o que indica um tipo de raciocínio um pouco mais sofisticado.

Com o objetivo de verificarmos como os alunos utilizam gráficos ou tabelas de razão que representassem como duas quantidades estão relacionadas, fizemos uso da questão 8:

### Questão 8

*Uma pessoa que pesa 80 quilos na Terra pesará 208 quilos no planeta Júpiter. Quanto uma pessoa que pesa 60 quilos na Terra pesará em Júpiter? Construa um gráfico ou tabela para representar o seu raciocínio quando possível. (VAN DE WALLE, 2009, p. 390)*

Para resolver este tipo de atividade não basta simplesmente adicionar ou subtrair para chegar ao resultado desejado. A construção de uma tabela de razão pode conduzir a diferentes caminhos para a resolução desse tipo de atividade:



**Figura 35: Diferentes caminhos para resolução da tarefa peso em Júpiter**  
**Fonte: Imagem adaptada de Van de Walle (2009)**

Ao analisarmos os registros dos sujeitos verificamos que os mesmos não fizeram uso de gráficos ou tabelas para representação do raciocínio utilizado, não chegando a um resultado correto, alguns ainda tomam como base o campo aditivo, o que podemos constatar a seguir:

**Pedro:** Pesará 206 quilos em Júpiter

**João:** 165 quilos

**Tiago:** 158, porque só basta somar

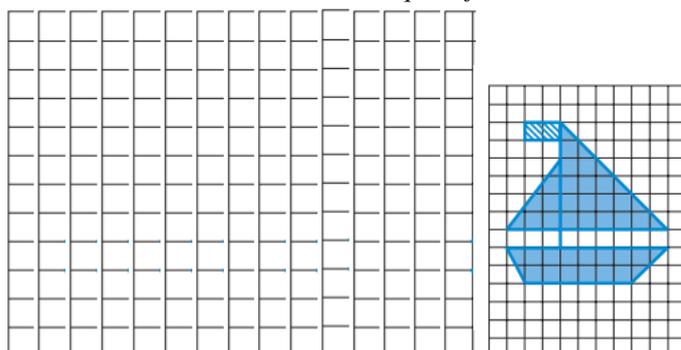
**Marta:** 120 quilos

**Maria:** 158, porque só basta somar

Para finalizar esta etapa, selecionamos a questão 9 cujo objetivo é investigar a conexão entre o raciocínio proporcional e o conceito geométrico de semelhanças:

### Questão 9

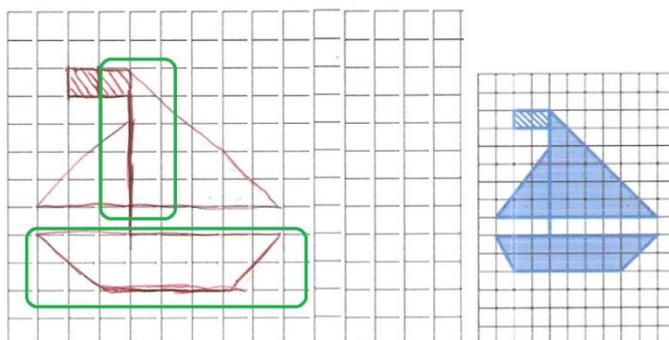
No papel quadriculado abaixo desenhe um barco semelhante ao representado na imagem. O desenho pode ser maior ou menor de maneira que seja semelhante ao barco fornecido.

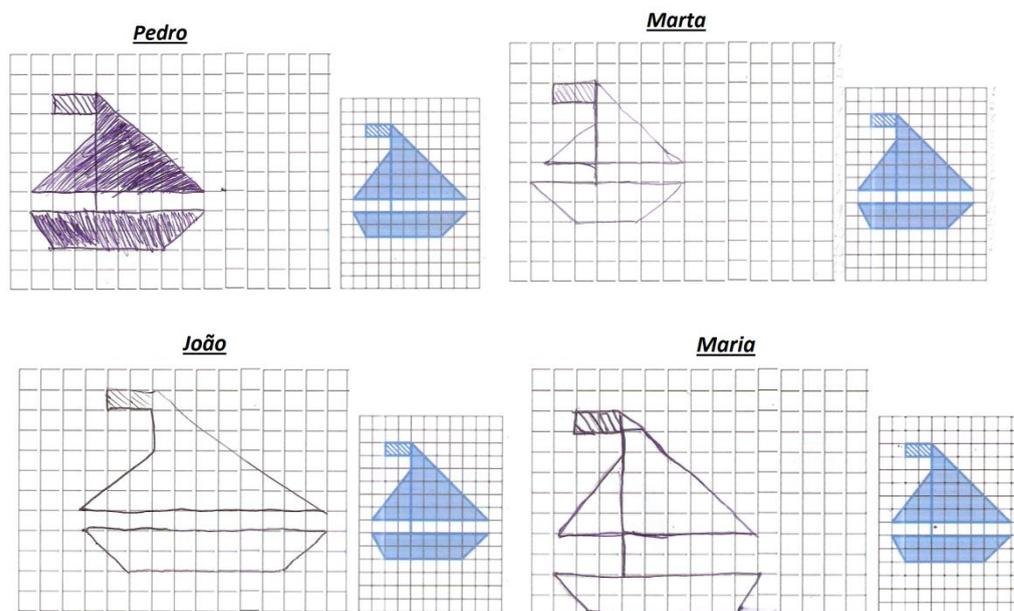


(VAN DE WALLE, 2009, p. 385)

Nesta atividade nenhum dos sujeitos conseguiram construir o desenho de um barco com dimensões semelhantes ao modelo representado na imagem. Para uma análise mais detalhada, selecionamos os desenhos feitos pelos sujeitos destacando como exemplo alguns detalhes do desenho de Tiago, que indicam alguns erros em comuns com relação aos outros sujeitos:

### Tiago





**Figura 36: Solução dos alunos em papel quadriculado na questão 9**

De um modo geral, os sujeitos como um todo apresentaram dificuldades na resolução das atividades teóricas propostas. Para Lamom (1999) apud Van de Walle, os pensadores proporcionais possuem características como: *sensu de covariação* (compreendem relações em que duas quantidades variam juntas e são capazes de perceber como a variação de uma coincide com a variação da outra) reconhecem *relações proporcionais* e *relações não proporcionais*, desenvolvem uma ampla variedade de estratégias para resolver proporções e comparar razões em vez de algoritmos prescritos além de compreender razões como entidades distintas representando uma relação diferente das quantidades que elas comparam o que, de acordo com os resultados, os sujeitos a princípio não apresentaram na atividade teórica as respectivas características.

Neste sentido, para entender a relação epistêmica estabelecida pelos sujeitos com maior clareza, é preciso compreender a natureza da atividade que se denomina aprender para esse aluno. Por isso, mais adiante, propomos prosseguir com nossas reflexões analisando as relações estabelecidas pelos sujeitos com o raciocínio proporcional, agora em uma atividade prática com robôs.

### 5.2.2 Atividades práticas com robôs

Para analisarmos como se dá as relações dos alunos no ambiente robótico para o desenvolvimento do raciocínio proporcional, tomamos como referência a experiência obtida a partir da Atividade 2 da proposta didática.

O problema “A limonada” já foi usado por diversos pesquisadores em estudos sobre o raciocínio proporcional. A atividade foi adaptada de Van de Walle (2009), e tem como objetivo fornecer possibilidades de ricas discussões concernentes à compreensão de situações proporcionais, por meio da comparação de duas razões como também identificar as razões equivalentes:

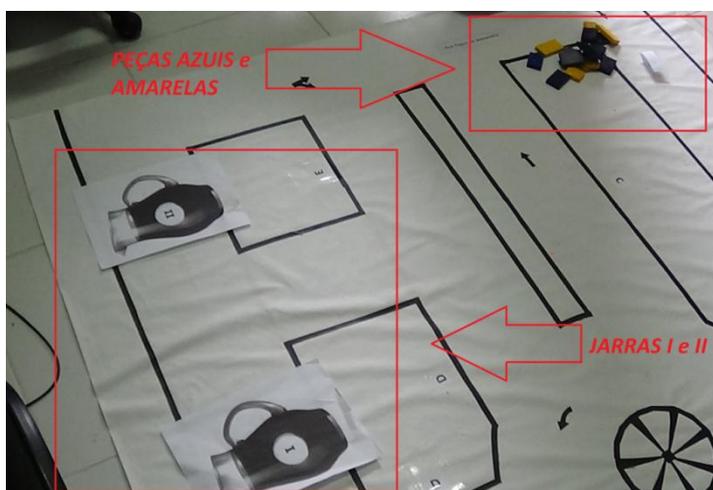


Foto 2: Tapete com jarras e peças representativas dos concentrados de limão e água

Nesta atividade as equipes deveriam preparar a limonada programando um robô capaz de conduzir peças amarelas (concentrado de limão) e azuis (concentrado de água) para a região em que estava localizada as jarras. É importante lembrar que as equipes ficaram livres para escolher a quantidade de peças que achassem necessárias para preparação da limonada.

Ao observarmos a Foto 2 identificamos a representação das jarras I, jarra II e respectivas peças que representam os concentrados.

Como mencionado anteriormente, nosso objetivo nessa atividade é identificar os aspectos que caracterizam o desenvolvimento do raciocínio proporcional e os tipos de estratégias utilizadas na execução da atividade.

No início da atividade procuramos identificar qual o raciocínio utilizado para preparação da limonada:

**Pesquisador:** Já tá definido como vai ficar a limonada de vocês?

**Equipe 1:** Sim, para cada um limão dois de água.

**Pesquisador:** Então vocês vão levar quantas peças no total.

**Equipe 1:** Vamos levar nove peças no total.

(transcrição do protocolo)

Neste caso, a Equipe 1 indica inicialmente quanta água vai em cada xícara de água, esse tipo de abordagem utiliza o método da taxa unitária: *para cada limão dois de água*, apesar de não perceberem que nesta situação o suco não ficará com concentrado de limão mais forte, o que corresponde ao desafio.

Nota-se que o processo de resolução inicia relacionando a porção limão vs água (1/2), mencionando o total de peças, três amarelas e seis azuis no total (3/6). Neste momento, as equipes estabelecem uma relação de primeira-ordem em termos parte-parte.

Spinillo (1994) aponta que as situações de aprendizagem devem privilegiar formas qualitativas de raciocínio baseadas em estimativas e habilidades perceptuais, antes das quantificações numéricas, e que podem ser conduzidas em sala de aula com materiais diversos (quantidades contínuas e discretas).

Procuramos explorar a utilização da RE como uma atividade que possa fomentar o raciocínio proporcional também nos movimentos do robô ao levar as peças para área indicada, representando a limonada pronta, para tanto, buscamos entender como os alunos elaboraram suas estratégias:

**Pesquisador:** Gente vocês podem explicar o que vocês programaram? O que vocês fizeram?

**Equipe 1:** Ele vai e deixa as peças, até chegar lá, aí lá ele para, e volta em 3 segundos.

**Pesquisador:** E como é que vocês pensaram para que ele voltasse em 3 segundos? E por que 3 segundos?

**Equipe 1:** Então, nós pensamos dele ir, chegar lá, ficar parado por 2 segundos e voltar.

**Pesquisador:** Como vocês calcularam a distância?

**Equipe 1:** Nós já tínhamos medido a distância antes.

**Pesquisador:** Mediu?

**Equipe 1:** A gente dobrou.

**Pesquisador:** Como assim, dobrou?

**Equipe 1:** Antes ele ia até a metade, então agente colocou mais tempo para ele chegar até lá.

**Pesquisador:** Então vocês fizeram o dobro porque com um valor ele faz a metade?

**Equipe 1:** É, é isso.

A partir do dialogo acima, identificamos dois aspectos importantes relacionados às estratégias utilizadas para movimentação do robô na preparação da limonada. O primeiro está relacionado ao uso da estratégia escalar. Para Vergnaud (*apud* CHILIEMANN e

CARRAHER, 1988) este tipo consiste em encontrar a solução de um problema observando as relações estabelecidas entre valores de uma mesma grandeza, neste caso a distância. O raciocínio empregado nesta resolução, considerando a estratégia escalar demonstra a compreensão de relações multiplicativas, o que para Van de Walle (2009) corresponde a um passo importante para desenvolvimento do raciocínio proporcional.

O segundo aspecto está no uso do referencial “metade”. De acordo com os estudos de Spinillo (1994), este tipo de referencial é utilizado desde cedo por crianças a partir dos seis anos, e sugere que a escola poderia promover atividades matemáticas que fosse possível aplicar este tipo de estratégia, enfatizando a importância da criação de situações que facilitem e propiciem o desenvolvimento do raciocínio proporcional de modo desafiador.

De acordo com Lesh, Post e Behr (1998), o raciocínio proporcional é uma forma de raciocínio matemático que envolve em seu entorno métodos qualitativos e quantitativos de pensamento. O pensamento qualitativo seria mais abrangente que o pensamento quantitativo e que também pode ser percebido através dos argumentos dos alunos quanto à estratégia de movimento do robô para preparação da limonada. Isso se justifica tendo em vista que o pensamento qualitativo permite fazer uma análise prévia do problema e elaborar conclusões a partir de comparações entre taxas ou razões dadas antes dos cálculos. Esse tipo de pensamento contribui para a análise dos resultados encontrados, levando os indivíduos a se questionar sobre a sua coerência.

## Questão 2

*Identifiquem qual jarra tem o sabor de limonada mais forte ou se as mesmas terão o mesmo sabor. Justifiquem.*

Como resposta para esta questão, as equipes programaram o robô para conduzir as peças para a área das jarras I e II respectivamente, em seguida tiveram que realizar comparações entre as limonadas preparadas:

**Equipe 1:** A jarra I. 4 de água e 3 de concentrado de limão. Porque a jarra II tinha 3 de limão e 6 de água.

**Equipe II:** A jarra I. Porque não tem muita água.

Como é possível perceber, apesar de uma correta relação, na justificativa da Equipe 1 não está claro o pensamento utilizado para a sua resposta, enquanto a Equipe 2 utiliza como referência a quantidade de água nas duas jarras, priorizam o raciocínio em

termos relativos estabelecendo relações entre relações, realizando neste sentido relações de segunda-ordem ao comparar as relações de primeira-ordem.

Para Spinillo (2002), apesar de existir uma diversidade de formas de investigar os conceitos de proporção, os estudiosos concordam que para que seja possível o desenvolvimento do raciocínio proporcional é necessário: reconhecer equivalências entre situações distintas; pensar em termos relativos e não absolutos; e estabelecer relações entre relações de segunda-ordem que ligam duas ou mais relações de primeira-ordem.

Para Lesh, Post e Behr (1998) indicam que o raciocínio proporcional corresponde a uma forma de raciocínio matemático que envolve sentimento de covariações e comparações múltiplas, envolvendo a capacidade de armazenar e processar mentalmente várias informações processando-as com inferências, o que podemos perceber através dos registros.

Na questão 3 da proposta solicitamos que as equipes esboçassem as programações e na 4 descrevessem o raciocínio utilizado, bem como os conteúdos matemáticos utilizados para atingir os seus objetivos, justificando.

Ao analisarmos os protocolos verificamos que nenhuma das equipes registrou fórmulas utilizadas, também não mencionaram o conteúdo matemático que estava sendo utilizado na atividade. A seguir temos o relato de uma das equipes:

**Equipe 2:** Nós programamos o robô de acordo com que o professor tinha explicado anteriormente. Vimos que com 1 segundo o robô chegava até a metade do percurso então duplicamos para que ele chegasse ao seu destino, depois fizemos voltar usando os mesmos dois segundos e também fizemos ele dar um “rodopio” para ele dar um toque final.

Esta equipe faz menção ao momento de ambientação: “nós programamos o robô de acordo com o que o professor tinha explicado”, no qual explicamos aos alunos como programar o robô para que se movesse para frente ou para trás. Esta ação estava baseada no tempo de acionamento dos motores. Os sujeitos utilizam o método da taxa unitária (VAN DE WALLE, 2009) e o referencial metade (SPINILLO, 1994) na programação do percurso do robô, entretanto não citam o conteúdo matemático utilizado, apesar de realizar os movimentos do robô corretamente.

Na aplicação da atividade em nossa pesquisa em nenhum momento mencionamos nomes dos conteúdos matemáticos utilizados ou explorados, entretanto, na sala de aula, é

de fundamental importância que o professor esclareça o conteúdo matemático que está sendo trabalhado e seus objetivos.

Outro aspecto é a expressão utilizada “fizemos ele dar um rodopio para ele dar um toque final”. Este trecho retrata um pouco do prazer em que as equipes como um todo demonstravam no momento da aplicação da proposta. Para dar “rodopio” os alunos foram além do que solicitamos, apesar de ser o primeiro contato com robôs e software de programação, se demonstraram familiarizados com os elementos que constituem o ambiente robótico.

A quinta questão consistia do seguinte desafio:

*É possível construir com peças do Kit de robótica diferentes jarras de limonada com a mesma ou diferente proporção? Caso afirmativo, construam o modelo e expliquem o raciocínio. Caso não seja possível, justifiquem.*

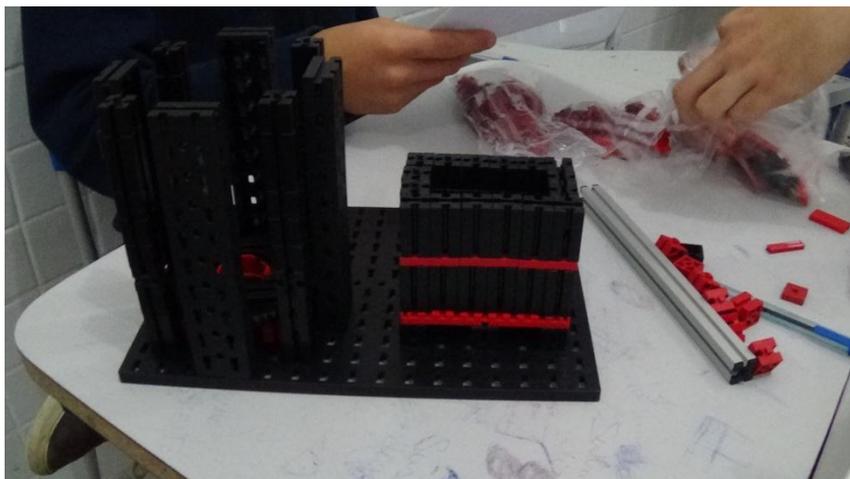
O objetivo desse desafio foi o de explorar na atividade de construção e de medida a construção de modelos físicos de razões equivalentes fornecendo deste modo um exemplo tangível de uma proporção como também procurar relações numéricas (VAN DE WALLE, 2009).

Todas as equipes demonstraram dificuldades na construção de um objeto com proporções iguais ou diferentes com peças de robótica. Esta dificuldade pode estar relacionada ao pouco tempo de familiarização e reconhecimentos das diferentes peças disponíveis no material.

Nenhuma equipe conseguiu realizar esta atividade, ao analisarmos as justificativas verificamos que os mesmos não realizam comparações entre as razões, comparando de maneira superficial largura e altura dos objetos:

**Equipe 1:** Não, pois aqui fizemos uma ficar mais larga que a outra e uma maior do que a outra.

Ao observarmos a Foto 3 verificamos as jarras montadas em blocos pela equipe. É possível identificar que seria possível explorar as diferentes medidas utilizando como referências peças do próprio Kit de robótica:



**Foto 3: Montagem de jarras com peças de Robótica**

De acordo com Van de Walle (2009), a conexão entre o raciocínio proporcional e o conceito geométrico de semelhança é muito importante, no sentido de possibilitar uma representação visual das proporções e o pensamento proporcional reforça a compreensão de semelhança, o que nesta etapa não foi possível alcançar.

Por fim, concluímos esta etapa prática com a questão 6, questionando os alunos quanto à facilidade ou dificuldade em: no item *a* responder as perguntas formuladas e no *b* realizar a atividade prática com robôs. No item *a* responder as perguntas formuladas, as equipes afirmaram:

**Equipe 1:** Dificuldade. Porque estava difícil responder a questão 4.

**Equipe 2:** ...transformar as atividades práticas em palavras.

A questão 4 solicita que expliquem com as próprias palavras ou por fórmulas o raciocínio utilizado. A partir da dificuldade mencionada não foi possível identificar a utilização de estratégias matemáticas diversificadas, o que de acordo com as pesquisas expostas ao longo do nosso trabalho, para o desenvolvimento do raciocínio proporcional é necessário à utilização de estratégias diversificadas, que não priorizem aspectos mecanizados na resolução de problemas.

Quanto aos níveis de estratégias propostos por Langrall e Swafford (2000), as equipes de um modo geral alcançam o nível 1, que corresponde à representação de um tipo de raciocínio informal realizando comparações qualitativas.

Ao questionarmos as equipes quanto à experiência prática com robôs as equipes responderam ter facilidade com base nos seguintes argumentos:

**Equipe 1:** O robô já teve mais tranquilidade e diversão.

**Equipe 2:** Acharmos mais fácil programa e fazer o robô se mexer.

As equipes demonstraram ter facilidade no ambiente de programação, e que os momentos de atividade foram prazerosos, sendo possível observar os sujeitos mobilizados.

No entanto, lembramos que de acordo com Silk (2011), ensinar Matemática em uma sala de aula requer mais do que simplesmente usar tecnologia. Neste contexto, o professor necessita aproveitar este espaço rico de prazer para produção do saber científico, neste caso, explorando saberes matemáticos com suporte no uso de recursos informatizados.

### 5.2.3 Comentários

Nossos achados revelam a relação epistêmica com o saber que os sujeitos apresentam em dois momentos distintos. No primeiro momento, na atividade teórica os sujeitos de modo geral demonstram pouco engajamento e dificuldade na resolução das questões formuladas que buscavam explorar identificação de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, escala e gráficos com tabelas de razão além de atividades de construção e de medida, estas características são propostas por Van de Walle (2009) sendo oportunas para o desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Sendo assim, podemos inferir que os sujeitos não obterão êxito/sucesso na atividade teórica proposta. Charlot (2011) explica que a sociedade impõe a figura do saber-objeto (êxito escolar) com sua supremacia, para se tornar valoroso, deste modo o êxito escolar possui um efeito potente naquele que o alcança. Quando eu epistêmico não aprende determinado saber, é possível que gere um profundo sentimento de desvalorização, podendo levar o sujeito às drogas, a depressão, ao mundo da violência.

Dentro desse contexto, na dimensão epistêmica com o saber, o eu epistêmico seria “como puro sujeito do saber, distinto do eu empírico” (CHARLOT 2005, p.44), que não é dado, pelo contrário, é necessário ser construído e conquistado, e este é o grande desafio da escola, se tornar um espaço que contribua para a apropriação de saberes de maneira efetiva, caso contrário a escola fracassa.

No entanto, no segundo momento, na atividade prática com robôs, onde os sujeitos se mostraram mobilizados na realização dos trabalhos, e que através deste posicionamento é possível identificar aspectos que indicam o desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Podemos destacar como exemplo o uso do método da taxa unitária (VAN DE WALLE, 2009), o referencial metade (SPINILLO, 1994), além de apresentar um sentimento de covariação, preocupando-se em fazer inferências e envolve métodos qualitativos (LESH, POST E BEHR, 1998). Achamos necessário ressaltar que os sujeitos também apresentaram dificuldades, principalmente no registro das atividades e na construção de modelos utilizando peças do kit de Robótica.

De acordo com esse panorama, podemos evocar o importante papel corroborado por Charlot no que concerne a mobilização pessoal do aluno na realização de uma atividade, onde o processo de apropriação de determinado saber, neste caso o raciocínio proporcional, pertence a um sujeito mobilizado.

Foi possível constatar a partir da nossa observação o prazer em realizar as atividades propostas, e que as relações estabelecidas nas atividades práticas em ambiente robótico podem contribuir para emergir o eu epistêmico.

### 5.3 DIMENSÃO SOCIAL

A relação com o saber também é social no sentido de possibilitar entender de que maneira as condições sociais em que o indivíduo está inserido estruturam a relação com o saber e com a escola, mas não a determinam (CHARLOT, 2000). Outro fato importante a ser destacado, é que a dimensão social não se acrescenta às dimensões identitárias e epistêmicas, pelo contrário, ela lhe concede uma forma particular, pois são indissociáveis. Neste contexto, a dimensão social se configura na estruturação da identidade do sujeito e na construção do eu epistêmico na realização de atividade engajada. Esta imbricação confere ao sujeito o modo de entender o que significa aprender.

Sob esta perspectiva, no questionário final aplicado após as experiências dos alunos na realização de atividades, pretendemos entender a relação estabelecida pelo sujeito com a aprendizagem Matemática no ambiente robótico com base na dimensão social.

Sendo assim, ao analisarmos os dados pudemos observar elementos que podem promover a mobilização da aprendizagem na sala de aula. A análise dos dados foi realizada á luz dos estudos discutidos no Capítulo 3, que trata da Teoria da Relação com o Saber. Em seguida, como fechamento da seção, apresentamos nossos comentários sobre as

relações estabelecidas com a RE e a Matemática e expectativas futuras dos alunos pós-experiências no uso da RE na sala de aula.

### 5.3.1 Relações estabelecidas com RE e a Matemática

Partimos da premissa que nossos sujeitos utilizam a RE pela primeira vez, como exposto e detalhado na *Dimensão Identitária* anteriormente. Procuramos investigar quais as relações estabelecidas por estes sujeitos após ter experimentado a RE em diferentes contextos.

Para tanto analisaremos as expostas dos sujeitos em duas questões, sendo a primeira:

#### Questão 1

*Descreva o que mais ou menos gostou das atividades de robótica em sala de aula?*

**Pedro:** Que foi muito interessante e que aprendi muita coisa de quantos quilômetros um carrinho gasta para ir às casas e o que eu menos gostei foi de nada.

**João:** Gostei mais do novo desenvolvimento na prática por robôs por aprender a Matemática melhor isso é muito bom e o que eu não gostei, gostei de tudo.

**Tiago:** Gostei de quase tudo, menos a parte de montar a jarra, o resto é excelente. (grifo nosso)

**Marta:** Mais gostei: Aprendi na diversão. Menos gostei: Os questionários. (grifo nosso)

**Maria:** Eu gostei muito dos robôs, é muito legal. Eu não gostei porque acabou.

Antes de iniciarmos nossa análise achamos conveniente retomarmos uma entrevista concedida a Charlot por uma estudante francesa durante suas pesquisas com o saber e estudantes de classes populares:

O Francês, aquelas coisas de subordinadas, eu não entendo mais nada. O inglês é sempre igual. A gramática, a História, Hitler e a cambada toda me enchem a cabeça, é sempre igual, não muda nunca. Eles nos explicam. História são coisas que aconteceram antes do meu nascimento. Não estava nem aí, ninguém nem vivia e, além do mais, ninguém, vivia, não se pode verificar se é verdadeiro ou se são mentiras. São coisas velhas [...]. Eles nos ensinam História, tudo bem, é legal durante uma hora, duas horas, três horas, tudo bem! Mas, um ano inteiro não é possível, eu não consigo suportar (CHARLOT 2002, p. 26).

Ao analisarmos o depoimento da aluna percebemos a relação estabelecida pela aluna se constitui de um sentimento de rejeição ao que é proposto pela escola. Para Charlot (2002), a aluna não possui uma ligação com a escola, na verdade de fato nunca entrou na escola, a pesar de estar presente nas aulas de diversas disciplinas. Com base neste discurso, Charlot (2002) discute a importância dos processos escolares mudarem

este tipo de relação estabelecida pela aluna, caso contrário, esta relação pode desencadear no fracasso escolar, pois implica, utilizando o conceito bachelardiano, em um obstáculo pedagógico ao processo de aprendizagem. Enquanto a aluna não estabelecer relações com o saber que denotem a importância na construção social e singular do sujeito, sua atividade racional pode ser obstruída, constituindo em um obstáculo epistemológico.

Nesta perspectiva, ao confrontarmos a entrevista da aluna francesa com os registros dos nossos sujeitos percebemos uma perspectiva de aceitação a RE na escola. As relações estabelecidas não indicam a RE como um obstáculo epistemológico, pelo contrário, podemos inferir que a RE pode vir a se constituir em um aporte pedagógico com potencial significativo ao conceber a escola em um espaço rico para construção do conhecimento, de modo prazeroso.

Entretanto, destacamos dois aspectos citados por Tiago e Marta, os quais afirmam não ter gostado. Tiago menciona a construção da jarra, atividade realizada na proposta didática, e que as equipes não tiveram êxito na construção de uma jarra com mesma proporção ou proporção diferente com peças do Kit de RE. A dificuldade apresentada pelos alunos de um modo geral pode ser atribuída ao pouco contato que os alunos tiveram com o Kit de RE e suas peças, e que o recomendado é que os sujeitos possam ter um tempo maior para explorar e (re) conhecer os materiais disponíveis antes de realizar construções, caso contrário, o sentimento de insucesso pode se tornar em um obstáculo epistemológico.

Marta afirma não ter gostado dos questionários. Os questionários em nossa pesquisa foram indispensáveis para análise das relações estabelecidas com a RE e o raciocínio proporcional, objetos do presente estudo, todavia, para Marta, os questionários não lhes apresentaram sentido, como também, muitas atividades escolares podem em alguns momentos ter sentido apenas para o professor.

Propiciar um ambiente em que as atividades tenham sentido para o aluno é o grande desafio nas práticas educativas, sendo assim, os resultados obtidos na próxima questão revelam o sentido concedido pelos alunos à aprendizagem Matemática com o uso da Robótica.

## **Questão 2**

*Você acha que aprendeu Matemática com o uso da Robótica? Como? Explique.*

**Pedro:** Sim, pois com a Robótica a Matemática é muito mais útil e é uma aprendizagem com brincadeiras.

**João:** Sim, pois tínhamos mais prática e facilidade ao aprendermos a manusear o robô.

**Tiago:** Sim, porque nós tínhamos que calcular a saída e a chegada dos robôs.

**Marta:** Acho que sim. Foi preciso calcular o tempo de o robô ir até a jarra de suco.

**Maria:** Sim, com os robôs e quando eu botava nos blocos A, B, C e etc.

De acordo com Charlot (2013), ninguém aprende sem desenvolver uma atividade intelectual, e por isso o autor toma como referencia os trabalhos de Leontiev, colaborador de Vygotsky, explicando que uma atividade é uma série de operações com um motivo e um objetivo. O porquê faço isso? É o motivo. Para que faço isso? É o sentido. Como atingir esse objetivo? Realizando ações, que requerem operações.

Os sujeitos investigados afirmam achar ter aprendido Matemática, esta auto avaliação nos remete ao motivo da atividade. Ao solicitarmos que expliquem procuramos encontrar o sentido concedido pelo aluno na atividade realizada. Todos os sujeitos de modo geral fazem atribuem sentido a atividade prática com robôs, alguns dos sujeitos fazem menção a uma determinada ação realizada com robôs que indicam ter aprendido Matemática, tais como: “calcular a saída e chegada dos robôs”, “calcular o tempo de ir até a jarra” e “botava nos blocos A, B e C”.

O sentido da atividade, de acordo com Leontiev, depende dessa relação entre motivo e objetivo, quando estes coincidem há uma atividade, caso contrário existe apenas uma ação:

Quando o sentido se afasta do resultado visado pela ação de estudar, o engajamento nesta é frágil. Ao contrário, quando o motivo e objetivo da atividade coincidem, esta faz muito sentido e sente-se prazer ao desenvolvê-la e, ainda mais, ao atingir o objetivo. Atividade, sentido, prazer: esses são os termos da equação pedagógica a ser resolvida (CHARLOT 2013, p. 145).

Outro ponto importante é a questão do prazer em aprender Matemática, o desejo de aprender é fundamental na vida escolar. Pedro afirma “é uma Matemática com brincadeiras”, neste sentido podemos inferir que o sujeito sentiu prazer ao desenvolver a atividade com robôs.

Ainda no sentido do prazer em aprender, Charlot (2013, p. 159) menciona o depoimento de um aluno francês “na escola eu gosto de tudo, menos das aulas e dos professores”. Para o respectivo aluno tem um sentido que não está vinculado ao aprender, pois não demonstra prazer, e se não há prazer, não há sentido no aprender.

Diferentemente, nossos registros mostraram que de um modo geral os sujeitos encontraram prazer em utilizar a Robótica nas aulas de Matemática, construindo uma forte relação com o saber.

Nosso próximo passo foi investigar as expectativas futuras quanto ao uso da RE nas aulas, identificando as relações estabelecidas após a experiência com uso dos robôs.

### 5.3.2 Expectativas futuras quanto ao uso da RE nas aulas

Nesta última questão do questionário final procuramos investigar quais as expectativas futuras dos sujeitos quanto ao uso da RE nas aulas, com base nos dados analisamos o caráter mobilizador da RE na relação com o saber.

#### Questão 3

*Gostaria de continuar a utilizar Robótica nas aulas de Matemática? Se sim, explique. Se não, justifique.*

**Pedro:** Sim. Pois o que eu aprendi, eu posso aprender mais.

**João:** Sim, pois não se distraímos, mas aprendemos mais a robótica.

**Tiago:** Sim, é muito bom e é muito interessante porque nós nos divertimos e ao mesmo tempo aprendemos Matemática.

**Marta:** Não tenho certeza, mas acho que não. Talvez, não sei, não tenho certeza. (grifo da aluna)

**Maria:** Sim, é muito legal a gente aprende mais Matemática utilizando robôs.

Como é possível perceber, as maiorias dos sujeitos estão mobilizados para apropriação de saberes, neste caso, especificamente a Matemática com uso da RE. Charlot considera distintos os sentidos de motivação e mobilização. Mobilizar-se está diretamente relacionado ao conceito de móbil que corresponde à razão para agir, e de recursos que seria os trunfos, as forças de diferentes ordens que se dispõe e são acionados de diferentes ordens. No caso da motivação, considera que esta é uma ação externa, motiva-se ao outro de fora, enquanto mobiliza-se a si mesmo de dentro.

É comum motivar um aluno que não tem interesse em determinado conteúdo, enquanto um aluno mobilizado ocorre o despertar de um desejo no próprio aluno, um desejo que continua existindo quando o professor já não está. Seguindo esta linha de pensamento, constatamos que os sujeitos que após todas as etapas da pesquisa, permanece o desejo em continuar a estudar conteúdos Matemáticos com auxílio da RE.

Através dos registros percebemos que o motor interno que os mobiliza está relacionado ao ato de aprender de maneira rápida e divertida. Entretanto, gostaríamos de

chamar atenção à fala de Marta, percebemos que dentre todos os sujeitos ela é a única que tem dúvida se realmente quer continuar a utilizar a RE nas aulas de Matemática.

Este fato é interessante, pois de acordo com a teoria da relação com saber, cada sujeito concebe diferentes significados ao ato de aprender. Ao analisarmos os registros de Marta neste questionário, na questão 1 a mesma sinaliza que o que menos gostou foram os questionários que tiveram que ser preenchidos, este ponto como discutido anteriormente, pode trazer prejuízos no processo de apropriação de determinado saber, o que também pode ter levado Marta a sublinhar sua dúvida quanto a permanecer a utilizar RE nas aulas. Caso a RE não seja trabalhada de maneira que possa fornecer sentido à aluna, a relação com o saber se tornará frágil, causando desinteresse nas atividades com uso de robôs.

### 5.3.3 Comentários

Explorar a RE na aprendizagem Matemática foi algo inédito para os sujeitos informantes da presente pesquisa, identificar as relações estabelecidas após esta experiência é de suma importância para compreendermos a natureza do que aprender em um ambiente robótico para os alunos.

Apesar de nossos informantes serem alunos oriundos de classes populares, esta *posição social objetiva* não se tornou fator determinante nas relações construídas.

Achamos necessário retomarmos aspectos relacionados à dimensão identitária nas nossas discussões na dimensão social, pois Charlot expõe a questão da indissociabilidade do sujeito com o aspecto social.

Com base nos nossos achados, podemos inferir que a atividade realizada no ambiente robótico promoveu de modo geral sentido e prazer aos sujeitos participantes da pesquisa.

As relações estabelecidas pelos sujeitos com base na atividade, no sentido e no prazer parecem ser determinantes no processo de construção do conhecimento. Esta tríade esteve fortemente presente nos relatos dos alunos, especificamente na atividade realizada em ambiente robótico.

De acordo com esta perspectiva e conforme os registros, nossos sujeitos se mostraram mobilizados a continuar a estudar matemática com uso da RE.

Esta predisposição em continuar a aprender é positiva no sentido de possibilitar uma forte relação com o saber proposto. Charlot (2009) nos afirma que o ser humano está condicionado desde o nascimento ao aprender. Aprender é inserir-se no mundo a partir do domínio de determinados saberes que são adquiridos no decorrer do tempo e da vida. Esta condição de apropriação de um ser humano em constante construção pode destacar três características importantes: o de hominização (torna-se homem), de singularização (tornar-se único dentro de uma espécie) e de socialização (tornar-se membro de uma sociedade).

#### 5.4 DISCUSSÃO

A presente pesquisa buscou investigar como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional, considerando as dimensões identitária, epistêmica e social, refletindo de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem. Para tanto realizamos um trabalho em uma escola pública em Campina Grande com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. Neste contexto, nossa reflexão fundamenta-se nas relações dos sujeitos com o mundo, com o outro e consigo mesmo, por estas serem alicerces da Teoria da Relação com o Saber.

Esta seção apresenta a discussão sobre os comentários apresentados nas seções que constituem a triangulação dos dados, baseada em três vértices, A, B e C. Estas seções apesar de terem sido analisadas e discutidas de forma pontual, estão fortemente conectadas em torno do objeto do nosso estudo, e não são independentes, estão imbricadas, agora de modo mais evidente na presente seção.

A primeira seção, *Dimensão Identitária*, constitui o Vértice A do triângulo, e visou compreender inicialmente quais as relações com saber os sujeitos possuíam, em especial, no que concerne a Robótica. Além disso, procuramos analisar suas expectativas e referências iniciais quanto a Robótica.

Na segunda seção, vértice B do triângulo, *Dimensão Epistêmica*, focamos a análise nas relações estabelecidas no desenvolvimento do raciocínio proporcional e das estratégias utilizadas, com uma discussão fundamentada na dimensão epistêmica e nos estudos relacionados ao desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Na terceira seção, *Dimensão Social*, constitui o vértice C do triângulo, objetivou identificar as relações estabelecidas após a experiência com uso robôs na resolução das atividades caracterizando os aspectos relevantes para a promoção de sentido e prazer nas relações com o aprender Matemática.

Ao partimos da singularidade do sujeito, com base na sua história e experiências únicas, na primeira seção percebemos que os sujeitos possuem competências e habilidades necessárias para o trabalho em aulas de informática capazes de auxiliar em atividades de programação na RE, este saber foi adquirido fora da escola, com o auxílio de amigos.

Apesar da escola está equipada com Kits de RE desde 2013 e conseqüentemente com laboratório de informática esperávamos que os alunos já tivessem utilizado algum destes recursos em aulas de Matemática, mas a realidade que encontramos foi outra. Diante dos dados apresentados, nossos sujeitos nunca utilizaram recursos tecnológicos em sala de aula, contudo, podemos registrar nesta pesquisa as primeiras experiências e expectativas dos alunos antes, durante e após uso da RE nas aulas de Matemática. De acordo com os dados coletados nestes três momentos, podemos afirmar que os sujeitos de um modo geral permaneceram mobilizados para realização das atividades com uso dos robôs.

Os dados apresentados na primeira seção apontam que os sujeitos relacionam a Robótica a filmes de ficção científica, o que denota a forte essência do Eu empírico, uma questão nos inquieta dentro desse panorama: como fazer emergir o Eu epistêmico? Charlot toma como referência a epistemologia *bachelardiana*, quando afirma que sempre é primeiro o erro, porque é primeiro a vida, cuja lógica não é a racionalidade científica. Neste sentido, a verdade é fruto de um trabalho demorado, penoso, coletivo, de retificações sucessivas ao longo da história (BACHELARD, 1996).

É papel da escola criar possibilidades de sistematização dos saberes, entrelaçando a cultura do aluno e cultura escolar, que por hora apenas não está sistematizada.

A segunda seção revelou diferenças significativas entre as atividades teóricas e práticas que buscaram explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional. Nosso olhar nesta seção não esteve centrado no simples acúmulo de conteúdos, mas na importância de apropriação do raciocínio proporcional, esta relevância também é destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática – PCN (BRASIL, 1997,

p.67), “o fato de que vários aspectos do cotidiano funcionam de acordo com leis de proporcionalidade evidencia que o raciocínio proporcional é útil na interpretação de fenômenos do mundo real”.

Nas atividades teóricas os sujeitos demonstraram uma frágil relação com o raciocínio proporcional, apresentando sérios problemas relacionados à resolução das questões formulados as quais visavam explorar a identificação de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, uso de escalas e gráficos com tabelas de razão além de atividades de construção e de medidas. Podemos analisar o insucesso na atividade sob diversidades, o primeiro deles é a necessidade de ser atribuído um sentido, e por isso a falta de engajamento pode ter se tornado um obstáculo epistemológico.

Este insucesso não pode ser analisado de forma isolada, porém ao analisarmos a relações históricas e expectativas dos sujeitos com base em nossos dados, percebemos que a atividade teórica pareceu mais uma atividade tradicional da escola e que nesta perspectiva desprovida de sentido em realizá-la.

Diferentemente, as relações estabelecidas pelos alunos com a RE e o raciocínio proporcional demonstraram mobilização, sentido e prazer na resolução das atividades, a partir do engajamento dos sujeitos foi possível identificar no decorrer das atividades aspectos que indicam o desenvolvimento do raciocínio proporcional como o uso do método da taxa unitária (VAN DE WALLE, 2009), o referencial metade (SPINILLO, 1994), além de apresentarem um sentimento de covariação, realização de inferências, e uso de métodos qualitativos (LESH, POST e BEHR, 1998).

As pesquisas de Charlot mostram que para muitos alunos franceses e brasileiros ir a escola tem o sentido de cumprir obrigações escolares, o objetivo do aprender é passar de ano, ter bom êxito em provas do ENEM, alguns resultados mostraram também frágil relação em diversas disciplinas que para muitos não tinham sentido algum, em contrapartida, o presente estudo revela uma possibilidade de transformação do espaço escolar. “Aprender brincando” parece ser uma boa opção para mobilização do aluno em uma determinada atividade intelectual, em especial no contexto da Educação Matemática podendo ser uma mola propulsora para apropriação de saberes.

Diante do exposto podemos inferir que os sujeitos informantes deste estudo apresentam uma forte relação identitária, epistêmica e social com relação a RE e o raciocínio proporcional, sendo assim, entendemos que este panorama pode propiciar um novo sentido aos alunos nos processos de aprendizagem e que nesta perspectiva é possível tornar a escola um lugar prazeroso, capaz conduzir os sujeitos ao empoderamento de saberes diversos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa percorreu junto a um objetivo maior, investigar como se dá a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional, considerando as dimensões identitária, epistêmica e social, refletindo de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem.

Diante de tal consideração, compreendemos com base na presente investigação, que as relações identitárias, epistêmicas e sociais estabelecidas pelos sujeitos podem influenciar no desenvolvimento do raciocínio proporcional em atividades que utilizam a RE.

Entendemos ainda o importante papel da atividade prática com robôs, a qual pode ter características que podem mobilizar os sujeitos na sala de aula, ampliando as possibilidades de aprendizagem.

Assim, ao registrarmos as primeiras experiências dos sujeitos com a RE em práticas educativas em uma escola pública e seus impactos nos processos de aprendizagem, percebemos a necessidade de considerarmos a singularidade humana e a relação com o saber estabelecida antes de quaisquer utilizações de um novo recurso metodológico ou tecnológico, tendo em vista que o uso da RE outrora era privilégio de poucos alunos de escolas particulares, agora se encontra ao alcance de alunos de classes populares.

Encontramos na Teoria da Relação com Saber um norte para compreendermos o processo de apropriação de um determinado saber por alunos oriundos de classes populares, fundamentados em uma discussão que embarca aspectos da sociologia, antropologia e psicologia, ao considerarmos que ao propormos uma análise dos processos de aprendizagem, consideramos fundamentais as relações estabelecidas pelos sujeitos com o mundo, com o outro e consigo mesmo, apenas deste modo a RE pode se constituir um instrumento metodológico capaz de mobilizar o potencial de aprendizagem e contribuir para o desenvolvimento do raciocínio proporcional.

Destacamos a importância da equipe Robótica na Educação Matemática no OBEDUC/CAPES, o qual nos possibilitou termos uma postura cautelosa, crítica e reflexiva quanto ao uso da RE na escola. Neste grupo constatamos que este instrumento não se aplica a todos os conteúdos matemáticos, existindo a necessidade de análise cuidadosa as suas reais aplicações na sala de aula. Além do exposto, o trabalho colaborativo dentro da equipe formada por graduandos em Matemática e professores da escola, na qual foi realizada a pesquisa, foi extremamente enriquecedor.

Esta experiência no berço das práticas colaborativas marcou nossa formação enquanto pesquisador. A pesquisa com base na colaboração nos trouxe constantes reflexões em todo o processo, pois não é unilateral, mas dialética no sentido de estar em constante sintonia tanto com alunos em formação na Universidade, como também com professores que já tiveram esta formação, mas que encontra na escola uma realidade dinâmica, e diferente da proposta de sua formação, além de proporcionar contribuições significativas de pesquisadores doutores com larga experiência no campo da Educação Matemática.

Ao concluirmos a pesquisa, percebemos ter evocado a escola para sair da inércia em que se encontrava. Foram três anos de pesquisas, experimentações, ricas discussões, descobertas conjuntas, e que com plena certeza também provocou mudanças nas práticas profissionais dos professores, que no início do trabalho se sentiam inseguros quanto ao uso da RE nas aulas de Matemática.

No delinear de nossas pesquisas encontramos alguns entraves, dentre eles incompatibilidade do *software* ROBOpro com o sistema operacional instalado nos computadores da escola, o LINUX. Este problema impossibilitou a comunicação entre microcontrolador e PC. Diante deste cenário, precisamos contar com os *notebooks* dos membros da Equipe Robótica na Educação Matemática. Outro ponto está relacionado à estrutura física para uso da RE, o Laboratório de Informática da Escola tinha pouco espaço para movimentação dos alunos na realização das atividades práticas.

O processo de coleta de dados também sofreu algumas alterações em virtude de um período de greve nas escolas estaduais que se estendeu por aproximadamente dois meses, o que nos levou a alterar nosso cronograma inicial.

As escolas precisam estar preparadas para a inserção de diversos aparatos tecnológicos os quais estão sendo inseridos sem ao menos ter-se em consideração questões como a formação de professores para o uso de tecnologias. Nos referimos aqui não a um treinamento, mas uma formação reflexiva e continuada. Sendo assim, fica a seguinte incógnita: *O que a escola deveria aprender antes de ensinar Matemática com RE?* Hoje a escola da sociedade contemporânea está introduzida em um cenário marcado indiscutivelmente pelos avanços da Ciência e da Tecnologia. Entretanto, tal avanço não significa dizer que a escola mudou e acompanhou estes avanços de maneira proporcional, de acordo com nossa vivência, ainda existe inúmeros desafios a serem superados, alguns até foram revelados de maneira particular em nossa pesquisa.

É certo que cada um de nós encontrará respostas, como também podemos mencionar algumas. Contudo, nossos argumentos emergem do que vivemos somados ao sentimento do pesquisador após mergulhar nos anseios dos sujeitos informantes da pesquisa quanto ao uso da RE.

A questão acima é complexa, mas ousamos propor uma: *a escola deveria aprender a ouvir professores e alunos e as relações estabelecidas entre estes atores, de maneira a construir atividades que possam produzir sentido e prazer em um ambiente robótico.*

Quando em nosso estudo, apresentamos um questionário com questões que exploraram o raciocínio proporcional, apesar de bem formuladas não houve mobilização na resolução da mesma, não chegando a um resultado adequado. Em contrapartida, percebemos a mobilização dos alunos e indícios de desenvolvimento do raciocínio proporcional nas atividades práticas aplicadas. A relevância ao estudo de proporção, como discutido anteriormente, está no fato deste conteúdo estar presente em diversas áreas do conhecimento, tendo em vista que a capacidade de raciocinar proporcionalmente integra a compreensão de frações, e seu uso no estudo de funções e álgebra nos diversos níveis de ensino.

As pesquisas de Spinillo (1994), Lamom (1999) e Van de Walle (2009) mostram que para se adquirir hábitos e habilidades do raciocínio proporcional é necessário compreender que situações seriam facilitadoras e propiciadoras de desenvolvimento. Tomando como situação a sala de aula, é preciso considerar as experiências de ensino intelectualmente desafiadoras e que possibilitem a apropriação deste saber, sendo este um

processo árduo e contínuo. Neste sentido, a proposta didática construída e aplicada com os sujeitos se constituiu de mais uma possibilidade de explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional.

O uso da RE na sala de aula pesquisada revelou que os saberes advindos com o uso dessa ferramenta tecnológica proporcionaram uma ampliação do sentir-se cidadão, uma vez que os sujeitos que dela fazem uso sentem-se cidadãos inseridos na sociedade, possibilitando inclusão sócio digital.

Assim, expomos que os relatos denotam que a RE aliada a uma proposta educacional adequada pode contribuir para propiciar momentos de prazer na realização de atividades escolares, mobilizar o aluno aprender, despertar a curiosidade, tornando-se mais um caminho para construção do conhecimento científico.

As conclusões obtidas a partir desta pesquisa sugerem o desenvolvimento de novas pesquisas que versem sobre esta temática. Indicamos algumas, como desdobramentos de nossos estudos.

Uma problemática a ser discutida trata-se da formação inicial e/ou continuada de professores para o uso da RE nas aulas de Matemática, com vistas a refletir as relações e concepções estabelecidas por alunos dos cursos de Licenciatura em Matemática concernente ao uso da RE.

A questão das políticas e práticas curriculares é um tema ainda pouco explorado e com isso requer investigações. A RE é implantada nas escolas, entretanto não existe uma proposta de inserção curricular desta ferramenta, *sua real implantação existe? Ou será transformada em um modismo pedagógico?*

Outro campo fértil de estudos são as contribuições da RE aplicadas ao ensino de crianças com necessidades educativas especiais. Um exemplo é a utilização de robôs em práticas de ensino de crianças autistas, ou até mesmo com TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade). Conchinha (2011) realizou uma pesquisa em Portugal com crianças com paralisia cerebral e revelou que a RE pode ser utilizada no contexto educativo como parte de uma terapia de reabilitação motora, o que neste sentido é possível ser investigado as possíveis contribuições deste recurso para o desenvolvimento de competências e habilidades Matemáticas pelo respectivo grupo.

Por fim, oriundos desse tema, além das sugestões elencadas, outros estudos podem surgir, tendo em vista que o campo de pesquisa sobre RE na Educação Matemática no âmbito nacional ainda é recente e poucas pesquisas têm sido realizadas na área. Sendo esse estudo pioneiro neste Programa de Pós-Graduação e um dos poucos na região Nordeste, até os dias atuais.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLI, R. M. *Robótica e as transformações geométricas: Um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental*. 248 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PUC, São Paulo, Brasil, 2005.

AROCA, R. V. *Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional*. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARANAUSKAS, M.C.C et all. *Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador*. In: VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: NIED/UNICAMP, 1999.

BARBOSA, F. C. *Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer*. 89p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BECKER, H. S. *Método de pesquisa em ciências sociais*. São Paulo: Unitec, 1993.

BERVIAN, P. A. *Metodologia Científica*. 4ª ed. São Paulo. Makron Books, 1996.

BOGDAN, R.;BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. *Parâmetros curriculares nacionais: Primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental: Matemática / Secretária de educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. *Parâmetros curriculares nacionais: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Matemática / Secretária de educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BREDENFELD, A.; HOFMANN, A.; STEINBAUER, G. *Robotics in Education Initiatives in Europe – Status, Shortcomings and Open Questions*. Proceedings of SIMPAR 2010 Workshops. In: Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots, Darmstadt, Germany, 2010.

CABRAL, C. P. *Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento*. Dissertação (Mestre em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, 2010.

CAMPOS, F. R. *Currículo, Tecnologias e Robótica na educação Básica*. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, São Paulo, 2011.

CARRAHER, T.N.; CARRAHER, D.W. & SCHLIEMANN, A.D. *Proporcionalidade na*

*educação científica e matemática*. Revista brasileira de estudos pedagógicos, 1986.

CARRAHER, T.N. *Passando da planta para a construção: Um trabalho de mestres*. In: T.N. Carraher; D. W. Carraher & A.D. Schliemann. (Eds.), *Na vida dez, na escola zero*. São Paulo: Cortez Editora, 1988.

CASTRO, V. G. *RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para ensino da Robótica às crianças como um ferramenta de inclusão digital*. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CHARLOT, B. *Relação com o saber e com a escola entre estudantes de periferia*. Cadernos de Pesquisa, n. 97, p. 47-63, maio 1996.

CHARLOT, B. *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Artmed Editora: Porto Alegre, 2000.

CHARLOT, B. A noção de relação com o saber: bases de apoio teórico e fundamentos antropológicos. In: CHARLOT, B. (Org.). *Os jovens e o saber: perspectivas mundiais*. Porto Alegre: Artmed, 2001. P. 15-31.

CHARLOT, B. *Relação com a escola e o saber nos bairros populares*. Revista Perspectiva, v. 20, n. especial, jul./dez. 2002.

CHARLOT, B. *Relação com o saber, formação de professores e globalização: questões para a educação hoje*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

CHARLOT, B. *A Relação com o saber nos meios populares*. – Uma investigação nos liceus profissionais de subúrbio. Legis Editora: Cidade do Porto, Portugal, 2009.

CHARLOT, B. *Da relação com o saber às práticas educativas*. São Paulo: Cortez, 2013.

CHELLA, M. T. *Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com o Super Log*. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CONCHINHA, C. *Lego Mindstorms: Um estudo com utentes com paralisia cerebral*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2011. Disponível em [http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5747/1/ulfpie039843\\_tm.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5747/1/ulfpie039843_tm.pdf)

D'ABREU, J. V. V.. *Integração de dispositivos Mecatrônicos para ensino-aprendizagem de conceitos na área de automação*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

FORTES, R.M. *Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PUC, São Paulo, Brasil, 2007.

FREIRE, P. *Pedagogy of the oppressed*. Nova Iorque: Herder and Herder, 1972.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2009.

GODOY, N. *Curso de Robótica Pedagógica*. Apresentação em Power Point. Curitiba: Empresa Ars Consult, 1997.

GRAY, D.E. *Pesquisa no Mundo Real*. 2. Ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GUIMARAES, G. L.; FERREIRA, V. G. G.; ROAZI, A. *Interpretando e construindo gráficos*, 2001.

LABEGALINI, A. C. *A construção da prática pedagógica do professor: O uso do LEGO/ROBÓTICA na sala de aula*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LAMOM, S. J. *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum, 1999.

LANGRALL, C. W.; SWAFFORD, J. *Three balloons for two dollars*. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6, 254-261, 2000.

LESH, R.; POST, T.; BEHR, M. *Proportional Reasoning*. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.) *Number Concepts and Operations in the Middle Grades* (pp. 93-118). Reston, VA: Lawrence Erlbaum & National Council of Teachers of Mathematics, 1988.

LÉVY, P. *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LINS, A. F. (Bibi). *Towards an Anti-Essentialist View of Technology in Mathematics Education*. Tese (Doutorado (PhD)), University of Bristol, 2003.

LO, J.; WATANABE, T.; CAI, J. *Developing ratios concepts: An asian perspective*. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 9, 362-367, 2004.

MAISONNETTE, R. *A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa*. In: Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná. Disponível em: [www.proinfo.gov.br](http://www.proinfo.gov.br). Acesso em: 20 jun. 2014.

MALIUK, K. D. *Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2009.

MARCHAND, D. *La Robotique Pédagogique! Ça existe?* Le Bulletin de L'epi. N°65. P. 119-123, 1991.

MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. *Fundamentos da Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, E. F. *Robótica na sala de aula de Matemática: os estudantes aprendem Matemática?* Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2012.

MASON, J. *Mathematical problem solving: Open, closed and exploratory in the UK*. ZDM, 1991.

MORAES, M. C. *Robótica Educacional: Socializando e Produzindo conhecimentos Matemáticos*. Dissertação (Educação em Ciências: Química da vida e saúde) Universidade Federal do Rio Grande–FURG, Porto Alegre, Brasil, 2010.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. *Curriculum and Evaluation, Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The Council, 1989.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The Council, 2000.

NOELTING, R. *The development of proportional reasoning and the ratio concept*. Part I – Differentiation of stages. Educational Studies in Mathematics, 1980.

OLIVEIRA, E.S.; LINS, A.F. *Mapeando a produção científica sobre robótica educacional e o ensino de Matemática na base de dados da CAPES*. Anais do VII Coloquio Internacional Enseñanza de las Matemáticas. Lima, Peru, 2014.

ORTOLAN, I.T. *Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva*. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008. Tradução de: Children's Machine: rethinking School in the Age of the Computer.

PERRENOUD, P. *Aprender a negociar a mudança na educação. Novas estratégias de inovação*. Coleção em foco. Porto: Edições ASA, 2002.

PETRY, P. P. *Processos cognitivos de professores num ambiente construtivista de robótica educacional*. 174p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

PIAGET, J. *Biologia e Conhecimento*. 2ª ed. Vozes : Petrópolis, 1996.

PIAGET, J. & INHELDER, B. *The origin of the idea of chance in children*. New York, NY: Norton, (1951/1975).

PRENSKY, M. Digital natives, digital imigrants. On the Orizon – Estados Unidos – NCB University Press, v.9, n5, Oct, 2001.

REGIS, F. *Nós, ciborgues: tecnologias da informação e subjetividade homem-máquina*. Curitiba: Champagnat, 2012.

RIBEIRO, C. R. *RobôCarochinha: Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no*

*1º ciclo do ensino básico*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2006.

SANTOS, C. F. *Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorms*. 166p. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SILK, E. M. *Resources for learning robots: environments and framings connecting math in robotics*. Dissertation (Doctorate in Philosophy) University of Pittsburgh, 2011.

SILVA, A. A. R. S. *Robótica e Educação: Uma possibilidade de Inserção Sócio-Digital*. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SOUZA, A. M. M.; DEPRESBITERIS, L.; MACHADO, O. T. M. *A mediação como princípio educacional: bases teóricas das abordagens de Reuven Feurstein*. São Paulo: Editora Senac, 2004.

SPINILLO, A. G. & BRYANT, P. E. *Children's proportional judgements: The importance of 'half'*. Child Development, 1991.

SPINILLO, A. G. *A importância do referencial de 'metade' e o desenvolvimento do conceito de proporção*. Psicologia: Teoria e Pesquisa, 1992.

SPINILLO, A. G. *As relações de primeira-ordem em tarefas de proporção: Uma outra explicação quanto às dificuldades das crianças*. Psicologia: Teoria e Pesquisa, 1993.

SPINILLO, A. G. *Raciocínio proporcional em crianças: Considerações acerca de alternativas educacionais*. Revista Pro-Posições, 1994.

SPINILLO, A. G. *Proporções nas séries iniciais do primeiro grau*. Em A.D. Schliemann; D. W. Carraher, A. G. Spinillo, L. L. Meira, J. T. R. Falcão & N. Acioly-Regnier (Orgs.), Estudos em psicologia da educação matemática (pp. 40-61) (2ª ed.). Recife: Editora da UFPE, 1997.

SPINILLO, A. G. *O papel das intervenções específicas na compreensão da criança sobre proporção*. Psicologia: Reflexão e Crítica, 2002.

STAKE, R. E. *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Porto Alegre: Penso, 2011.

TOUNIAIRE, F. & PULOS, S. *Proportions in elementary school*. Educational Studies in Mathematics, 1985.

TRIPODI, T. et al. *Análise de pesquisa social: diretrizes para o uso de pesquisa em serviço social e em ciências sociais*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN DE WALLE, J. A. *Matemática no Ensino Fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula* / John A. Van de Walle; tradução Paulo Henrique Colonese. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VERGARA, S. C. *Métodos de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2006.

VYGOTSKY. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica, 1979.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZILLI, S. *Apostila de Robótica Educacional*. Expoente Informática. Curitiba: Gráfica Expoente, 2002.

ZILLI, S. *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.





## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO INICIAL PARTE II

**PARTE II**

- 1) Você utiliza ou já utilizou algum tipo de tecnologia para aprender Matemática? Caso afirmativo, comente como foi sua experiência.

---

---

---

---

---

- 2) O que você acha da ideia de aprender Matemática utilizando robôs?

---

---

---

---

---

- 3) O que você entende sobre Robótica Educacional (RE)?

---

---

---

---

---

---

---

- 4) Durante sua vivência escolar na disciplina de Matemática, algum professor já utilizou RE (Robótica Educacional) em sala de aula? Se sim, comente.

---

---

---

---

---

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO INICIAL PARTE III

**PARTE III**

1) Responda:

a) O que você entende por reta, segmento de reta e semirreta?

---

---

---

---

---

b) Faça um esboço de forma gráfica que represente um segmento de reta, uma semirreta e

u

c) Escreva nomes de objetos ou descreva situações em que sejam visualizados alguns exemplos de retas, semirretas e segmentos de retas. Cite, se possível, no mínimo, um exemplo de cada.

---

---

---

---

---

d) Você sabe representar a reta, a semirreta e a reta na forma geométrica? Caso afirmativo, faça uma representação para cada caso.

2) Sobre segmentos de retas, responda:

a) O que você entende por segmentos de retas paralelos, concorrentes e perpendiculares?

---



---



---



---



---

b) Faça representações (desenhos) de segmentos de retas paralelos, segmentos de retas concorrentes, segmentos de retas perpendiculares.

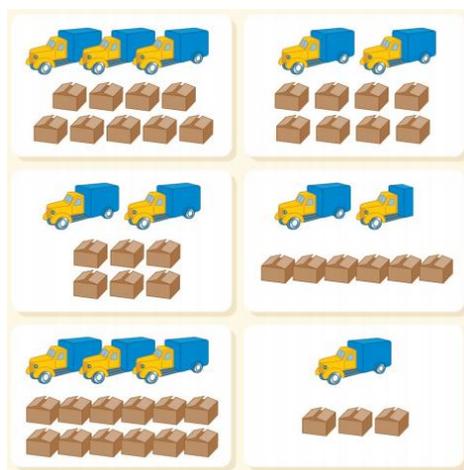
3) Sue e Julie estavam correndo com a mesma velocidade ao redor de uma trilha. Sue começou primeiro. Quando Sue completou 9 voltas, Julie completou 3 voltas. Quando Julie completou 15 voltas, quantas voltas Sue completou?

4) Max, Moe e Minie estão de regime e registram o peso em intervalos de duas semanas. Observe a tabela:

SEMANA	MAX	MOE	MINNIE
0	105Kg	79Kg	56Kg
2	101Kg	77Kg	54Kg
4	98kg	75Kg	52Kg

Após quatro semanas, qual pessoa teve mais sucesso na dieta? Justifique utilizando pelo menos dois argumentos.

5) Analise as imagens abaixo e responda: em quais cartões a taxa de caminhões para caixas é a mesma? Justifique.



6) Dois acampamentos de escoteiros organizaram festas de pizza. O acampamento do Urso encomendou 2 pizzas para cada 3 campistas. O líder dos Guaxinins encomendou 3 pizzas para cada 5 campistas. Quais os campistas têm mais pizza para comer? Os do Urso ou os do Guaxinim? Justifique.

7) Cláudia e Marcos usaram quatro misturas de suco:

Mistura A 2 xícaras de concentrado 3 xícaras de água gelada	Mistura B 1 xícara de concentrado 4 xícaras de água gelada
Mistura C 4 xícaras de concentrado	Mistura D 3 xícaras de concentrado

8 xícaras de água gelada	5 xícaras de água gelada
--------------------------	--------------------------

d) Que receita fará o suco mais forte? Por quê?

---



---



---



---

e) Que receita fará o suco mais fraco? Por quê?

---



---



---



---

f) Assuma que cada campista obterá  $\frac{1}{2}$  xícara de suco. Para cada receita, quanto concentrado e quanta água são necessários para fazer suco para 240 campistas? Explique a sua resposta.

---



---



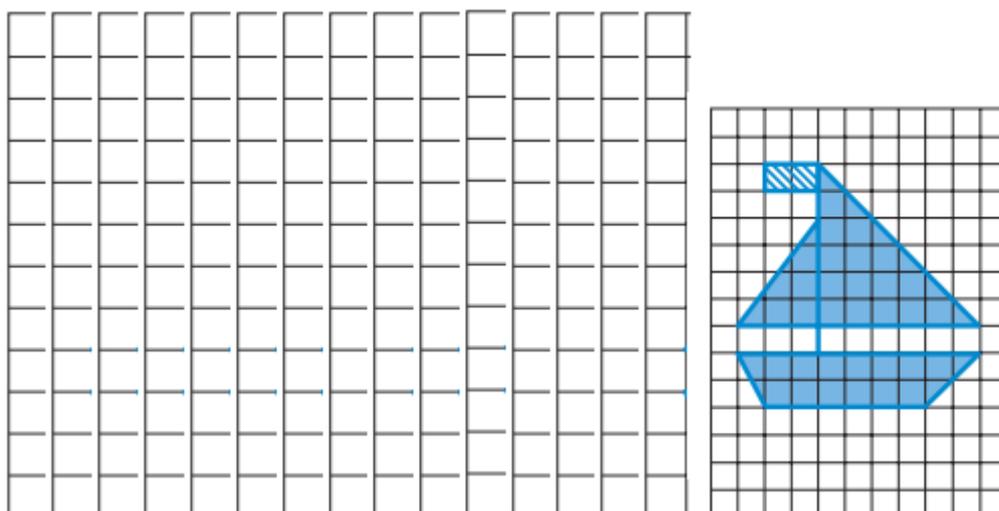
---



---

8) Uma pessoa que pesa 80 quilos na Terra pesará 208 quilos no planeta Júpiter. Quanto uma pessoa que pesa 60 quilos na Terra pesará em Júpiter? Construa um gráfico ou tabela para representar o seu raciocínio quando possível.

9) No papel quadriculado abaixo desenhe um barco semelhante ao representado na imagem. O desenho pode ser maior ou menor de maneira que seja semelhante ao barco fornecido.



**AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!**

## APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015

**QUESTIONÁRIO FINAL**

- 1) Descreva o que mais gostou e o que menos gostou das atividades de Robótica em sala de aula?

---

---

---

---

---

---

---

---

- 2) Você acha que aprendeu Matemática com o uso da Robótica? Como? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

- 3) Gostaria de continuar a utilizar Robótica nas aulas de Matemática? Se sim, explique. Se não, justifique.

---

---

---

**AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!**

## APÊNDICE F – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE I ATIVIDADE 1

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/2015

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

**PROPOSTA DIDÁTICA****PARTE I****Atividade 1**

(Nossa autoria) A empresa de entregas Chega Rápido tem que deixar várias encomendas em diversos lugares na cidade (pontos A, B, C, D, E, F, G, H, I e J), partindo de A e seguindo uma ordem pré estabelecida. Com o uso do robô e de um aparelho celular, realize o percurso necessário para fazer todas as entregas. No final, trazer para o ponto de origem um questionário sobre o roteiro efetuado.

**Estabelecendo a ordem das entregas:** O grupo tem que deixar peças pretas do kit de robótica da Fischertechnik para pessoas que estão precisando das mesmas, seguindo a seguinte ordem:

Saída: Ponto A - Empresa Chega Rápido

Ponto B: Igreja

Ponto C: Escola

Ponto D: Obelisco

Ponto E: Loja de Brinquedos

Ponto F: Prefeitura

Chegada: Ponto A - Empresa Chega Rápido.

Mostre que seu grupo é capaz, fazendo as entregas na ordem certa, no menor tempo possível.

Para pontuar a tarefa, o grupo deve:

- a) Realizar o menor percurso possível;
  - b) Responder corretamente o questionário do final do percurso.
- 1) No trajeto aparecem representações de ruas que se assemelham mais aos segmentos de retas, semirretas ou retas? Justifiquem.

---

---

---

- 2) Quantos segmentos de retas foram observados no percurso obtido?

---

---

---

- 3) Quantos e quais são os segmentos consecutivos do percurso realizado?

---

---

---

- 4) Quantos e quais são os segmentos colineares do percurso?

---

---

---

- 5) Quantos e quais são os segmentos adjacentes do percurso?

---

---

---

- 6) Foi percebido o aparecimento de ruas paralelas (segmentos paralelos) durante a trajetória? Em que ruas isso aconteceu?

---

---

---

7) Foi percebido o aparecimento de ruas concorrentes (segmentos concorrentes) durante a trajetória? Em que ruas isso aconteceu?

---

---

---

8) Foi percebido o aparecimento de ruas perpendiculares (segmentos perpendiculares) durante a trajetória? Em que ruas isso aconteceu?

---

---

---

## APÊNDICE G – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 1

**PARTE II****Atividade 1**

**Figura 37: Maior seca dos últimos anos tem afetado a região do Cariri Paraibano**

Fonte: <http://cariridagente.bolgspot.com.br/2013/11/seca-tem-afetado-bastante-regiao-do.html>

(Adaptado de <http://cariridagente.bolgspot.com.br/2013/11/seca-tem-afetado-bastante-regiao-do.html>) O Nordeste enfrentou em 2013 a maior seca dos últimos 50 anos, com mais de 1.400 municípios afetados. Na região do Cariri Paraibano o estado é considerado crítico. Desde 2011 que o agricultor caririzeiro não vê um bom inverno. Os rebanhos não estão resistindo à fome e à sede, os agricultores que tem mais condições estão levando os seus rebanhos para o Maranhão ou Alagoas. Já os mais pobres estão gastando o que tem para segurar seus animais vivos ou vendo de coração partido a morte de seu animal.

Os reservatórios de água no Cariri estão cada vez mais secos. A cidade de Monteiro, por exemplo, conta com quatro reservatórios, o Açude de Pocinhos com 6,5% de sua capacidade, o Açude de Porções com 11,6% de sua capacidade, o Açude do Serrote com 0,0% de sua capacidade e o Açude de São José II com 84,6% de sua capacidade, mas sua água se encontra um pouco poluída. Praticamente a cidade de Monteiro pode passar por momentos difíceis com a questão de água e segundo informações, a CAGEPA, já está racionando água.

Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), uma pessoa necessita de aproximadamente 110 litros de água por dia para atender as necessidades de higiene pessoal e doméstica.

1) Programem um robô que possa auxiliar as pessoas fazendo o transporte de água para os pontos marcados no tapete. Como o grupo calculou a distância percorrida pelo robô para cada ponto do bairro?

---

---

---



---

2) Quantos barris de água o grupo decidiu que o robô carregasse em cada viagem? Por quê?

---



---



---



---

3) Se quatro barris de água custam R\$ 20,00, ao mesmo preço, quanto custariam 10 barris?

---



---



---



---

4) É possível construir com as peças do Kit de robótica diferentes barris com mesma proporção? Caso afirmativo, construam-nos e expliquem o raciocínio. Caso não seja possível, justifiquem.

---



---



---

5) Completem a tabela e construam um gráfico que represente o funcionamento do seu robô, relacionando tempo e distância. O que o grupo pode concluir?

Tempo (s)	0	2	4				
Distância(cm)							

'																		

6) O grupo teve facilidade ou dificuldade para:

a) Responder as perguntas formuladas? Por quê?

---

---

---

b) Realizar atividade prática com robôs? Por quê?

---

---

---

## APÊNDICE H – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 2

**Atividade 2**

**Figura 38: Robôs que auxiliam tarefas domésticas já são realidade**

Fonte: <http://www.leiaja.com/tecnologia/2014/07/22/robos-que-auxiliam-tarefas-domesticas-ja-sao-realidade>

(Adaptado de <http://www.leiaja.com/tecnologia/2014/07/22/robos-que-auxiliam-tarefas-domesticas-ja-sao-realidade>) Forrar camas, arrumar uma mesa e detectar acidentes domésticos são tarefas que poderiam ser atribuídas facilmente aos adultos, mas na RoboCup 2014 o trabalho árduo doméstico ficou por conta dos robôs.

Bastante prestativos, eles respondem a comandos em inglês e realizam as atividades ordenadas. No local onde foi disputada a categoria @Home (casa, em português), dezenas de pessoas se aglomeraram para conferir a execução das tarefas em espaços que simulam um quarto, uma sala e uma cozinha.

Entre os participantes estava a máquina batizada de ToBi. Sempre com um sorriso estampado no “rosto”, ele detecta acidentes domésticos. De acordo com o estudante alemão Kai Harmening, o robô ToBi trabalha como uma espécie de enfermeira. “O ToBi tira uma foto do acidente e pode pegar algo que a pessoa precise, como um copo de água ou um kit médico, por exemplo. Além disso, quando detecta o acidentado, ele pode chamar uma ambulância”.

Neste desafio, os grupos devem programar um robô capaz de preparar uma limonada.

**Algumas considerações:**

- Os grupos devem construir e programar robôs autônomos.
- Cada grupo terá um tempo de 5 minutos para realização do desafio.
- Cada grupo receberá peças azuis e amarelas representando um copo de água e um copo de concentrado de limão respectivamente:



**Figura 4: Jarra de Limonada**

Fonte: [https://books.google.com.br/books?id=b5GX\\_3grRW8C&pg=PA382&hl=pt-PT&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=2v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=b5GX_3grRW8C&pg=PA382&hl=pt-PT&source=gbs_selected_pages&cad=2v=onepage&q&f=false) (p. 389)

- 1) Programem um robô que possa preparar uma limonada.
- 2) Verifiquem qual jarra tem o sabor de limonada mais forte ou se as mesmas terão o mesmo sabor. Justifiquem.

---



---



---

- 3) Esbocem a programação feita para esta atividade.

- 4) Expliquem com suas palavras ou por fórmulas o raciocínio utilizado para a programação esboçada no item 3. Vocês precisaram fazer uso de algum conteúdo matemático para atingir os seus objetivos? Justifiquem.

---



---

---

---

---

---

---

5) É possível construir com as peças do Kit de Robótica diferentes jarras de limonada com mesma ou diferente proporção? Caso afirmativo, construam o modelo e expliquem o raciocínio. Caso não seja possível, justifiquem.

---

---

---

---

---

6) O grupo teve facilidade ou dificuldade para:

a) Responder as perguntas formuladas? Por quê?

---

---

---

b) Realizar atividade prática com robôs? Por quê?

---

---

---

## APÊNDICE I – PROPOSTA DIDÁTICA - PARTE II ATIVIDADE 3

**Atividade 3****Figura 5: Futebol de Robôs**

Fonte:

[https://www.maynoothuniversity.ie/sites/default/files/styles/ratio\\_2\\_3/public/assets/images/RoboEireannTeamJerseys-001%20%28Copy%29.png?itok=ro3E9DZY](https://www.maynoothuniversity.ie/sites/default/files/styles/ratio_2_3/public/assets/images/RoboEireannTeamJerseys-001%20%28Copy%29.png?itok=ro3E9DZY)

(Adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Copa\\_do\\_Mundo\\_FIFA\\_de\\_2014](http://pt.wikipedia.org/wiki/Copa_do_Mundo_FIFA_de_2014)) A vigésima edição da Copa do Mundo FIFA, realizada em 2014, ocorreu no Brasil, anfitrião do evento pela segunda vez. O campeonato ocorreu de 12 de junho à 13 de julho e foi a quinta edição realizada na América do Sul, depois de a Argentina ter sediado o torneio pela última vez em 1978. Um total de 64 jogos foram realizados em doze cidades de todo o Brasil, em estádios novos ou reconstruídos. Pela primeira vez em uma copa do mundo as partidas usaram a tecnologia *goal-line*. O primeiro gol oficial a utilizar o sistema ocorreu no dia 15 de junho, na partida entre França e Honduras. Também existe a liga de *Futebol Robótico Médio (Middle Size League)*, uma competição de futebol robótico que se realiza a nível internacional na RoboCup.

1) Montem e programem um robô que possa marcar gols com a maior eficiência possível. Como o grupo chegou à conclusão de que esse mecanismo de engrenagens realizará os melhores chutes?

---

---

---

2) Quais relações vocês puderam identificar a partir do uso das engrenagens?

---

---

---

3) Preencham o quadro abaixo com os respectivos resultados da partida:

TIME	Nº DE CHUTES	GOLS FEITOS
TIME 1		
TIME 2		
TIME 3		
TIME 4		

4) Qual Time foi vencedor? Por que?

---



---



---

5) Analisem as afirmativas a seguir e respondam verdadeiro ou falso (V ou F), justificando.

( ) A quantidade de chutes é inversamente proporcional ao resultado obtido.

---



---



---

( ) Quanto maior for a quantidade de gols feitos, maior será meu resultado.

---



---



---

( ) Nessas condições, é possível obter resultado final maior do que 1.

---



---



---

**AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO!**