



UNIVALI

MARLI FÁTIMA VICK VIEIRA

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL COM ENFOQUE
CONSTRUCIONISTA NO DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES
APRENDIZAGENS**

ITAJAÍ, (SC)

2018

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
Vice-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE
Curso de Doutorado em Educação

MARLI FÁTIMA VICK VIEIRA

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL COM ENFOQUE CONSTRUCIONISTA NO
DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES APRENDIZAGENS**

Tese apresentada ao colegiado do PPGE como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Educação – área de concentração: Educação. Linha de Pesquisa: Cultura, Tecnologia e Aprendizagem.

Orientador: Prof^o Dr^o André Luís Alice Raabe

**ITAJAÍ, (SC)
2018**

UNIVALI
UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
Vice-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE
Curso de Mestrado Acadêmico em Educação

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

MARLI FÁTIMA VICK VIEIRA

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL COM ENFOQUE CONSTRUCIONISTA NO
DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES APRENDIZENS**

Tese de doutorado avaliada e aprovada pela Comissão Examinadora e referendada pelo Colegiado do PPGE como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Educação.

Itajaí (SC), 28 de fevereiro de 2018.

Membros da Comissão:

Orientadora:

Prof^o Dr^o André Luís Alice Raabe (Presidente)

Membros Externos:

Prof^a Dr^a Lucia Maria Martins Giraffa (PUCRS)

:

Prof^o Dr^o Paulo Blikstein, (Stanford)

Membro representante do colegiado:

Prof.^a Dr.^a Adair de Aguiar Neitzel (UNIVALI)

Dedico aos meus filhos, Paula e João Pedro, companheiros diários de minha vida e ao meu
esposo, Márcio, pela cumplicidade!

AGRADECIMENTOS

À Deus!

Aos meus pais, Rosa, Nelson e *in memoriam* ao meu pai de sangue Estanislau Vick, pela vida e por minha formação como ser humano!

Ao meu esposo pelo companheirismo!

Agradeço aos meus afilhados Thays, Vitor e Pedro Henrique por compreenderem minha ausência!

A minhas irmãs, cunhados (as) e sobrinhos (as) pelo apoio e amor eterno!

Ao meu orientador André Luís Alice Raabe pela oportunidade de parceria!

Os meus companheiros do Laboratório de Inovação Tecnológica na Inovação – LITE - pela oportunidade de compartilhar experiências edificantes, em especial à Natália, Julia, Eduardo, Luis Felipe e André Santana!

A todos os professores que participaram de minha formação acadêmica em nível de graduação, de pós-graduação *Lato sensu* e *Stricto sensu*!

À Capes pela bolsa taxa de estudo!

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC – pela oportunidade de afastamento integral!

A todos, meu eterno obrigado! Este trabalho não seria possível sem vocês!

(...) a minha questão não é acabar com a escola, é mudá-la completamente, é radicalmente fazer que nasça dela um novo ser tão atual quanto a tecnologia. Eu continuo lutando no sentido de pôr a escola à altura do seu tempo. E pôr a escola à altura do seu tempo não é soterrá-la, mas refazê-la.

PAULO FREIRE, 1961

RESUMO

A natureza do ensino, da sociedade e da ciência mudou consideravelmente devido à inserção da tecnologia em vários setores da sociedade, transformando também a forma de ensinar e aprender. Assim, novos conceitos e teorias surgiram decorrentes do uso de tecnologias no contexto escolar, entre elas a teoria de aprendizagem construcionista que teve Papert (1980) como precursor. O Construcionismo objetiva a aprendizagem, por meio do uso de objetos culturais, com base em atividades em que o aprendiz é o protagonista, que tem como resultado um produto palpável. A inserção de tecnologias no processo de aprendizagem continua a motivar novas investigações e conseqüentemente novos conceitos, porém a teoria construcionista nem sempre está associada às pesquisas emergentes no contexto da informática na Educação. Neste sentido, o termo Pensamento Computacional (PC), cunhado por Jeanette Wing em 2006, vem sendo discutido, mas ainda sem um direcionamento único em relação ao seu constructo teórico e abrangência, sendo indicado por Moursund (2010) como um modo de pensar. A partir deste princípio, o PC foi definido, na presente tese, como um dos adjetivos do modo de pensar, que está associado às abstrações com o propósito de solucionar problemas que um computador – humano ou máquina – possa realizar por meio da automação. Esta definição delineou o principal objetivo do presente estudo que se propõe a analisar as diferentes aprendizagens evidenciadas pelos estudantes do Ensino Médio em um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista, desenvolvido no Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação (LITE) da UNIVALI. Primeiramente, realizou-se uma investigação teórica sobre os fundamentos do PC e o Construcionismo, seguida por uma revisão sistemática da literatura (RSL) em busca de evidências empíricas do uso da linguagem de programação Logo, bem como por uma entrevista com especialistas construcionistas brasileiros. Em seguida, conduziu-se um estudo de caso composto por uma amostra de 8 (oito) sujeitos, para a coleta de dados foram utilizadas as técnicas de observação, fotografia e entrevista. Os dados coletados foram analisados por meio da análise de conteúdo e, posteriormente, foi realizada a sua triangulação caracterizando essa como uma pesquisa qualitativa. Os principais resultados indicam que há convergências entre o referencial teórico pesquisado, a RSL e o estudo de caso realizado no micromundo LITE. Em outras palavras, o PC, quando estimulado em ambientes de aprendizagem construcionista, apresenta potencial para o desenvolvimento de diferentes aprendizagens, tais como o protagonismo, a resolução de problemas, “objetos para pensar com”, o pluralismo epistemológico, entre outras ideias significativas, podendo utilizar o processo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente (1993). Este processo pode ocorrer tanto com o uso de linguagem e programação quanto por meio de automatização de abstrações mecânicas. A aplicação destas práticas pode ser feita tanto em ambientes de ensino regular quanto em atividades extraclasse, contudo seu êxito depende de uma mudança cultural, na qual o ensino tenha o foco no aprendiz.

Palavras-chave: Construcionismo; Pensamento Computacional; Aprendizagens.

ABSTRACT

The nature of teaching, society and science has changed considerably due to the insertion of technology in several sectors of society, also transforming the forms of teaching and learning. New concepts and theories have emerged from the use of technology in the teaching-learning context, such as the Constructionist Learning theory proposed by Papert (1980) as a precursor. The Constructionist Learning Theory aims to promote learning through the use of cultural objects, based on activities in which learners are the protagonist and that produce a tangible result. Although the use of technologies in the teaching-learning process continues to prompt new research and, consequently, new concepts, Constructionist Learning Theory has not always been associated with emerging studies in the field of Information technology in Education. An example is Computational Thinking, coined by Jeanette Wing in 2006, which has been widely discussed as part of the research agenda but still has no single interpretation in terms of its theoretical construct and scope, being defined by Moursund (2010) as a way of thinking. Based on this principle, Computational Thinking was defined in the present dissertation as one of the adjectives of the way of thinking, which is associated with abstractions for the purpose of solving problems that a computer - human or machine - can perform through automation. With this in mind, the main objective of the present study is to analyze the different forms of learning evidenced by High School students in an introductory Computational Thinking program with a constructionist focus, developed in the Laboratory of Technological Innovation in Education (LITE) at UNIVALI. Firstly, a theoretical investigation was conducted on the foundations of Computational Thinking and Constructionism, followed by a systematic review of the literature (RSL) in search of empirical evidence of the use of the programming language Logo, as well as by an interview with Brazilian constructionist specialists. Next, a case study composed of a sample of 8 (eight) subjects was conducted. Observation, photography and interview techniques were used for the data collection. The data collected were analyzed through content analysis, then triangulation of the data was performed, characterizing this as a qualitative research. The main results indicate that there are convergences between the theoretical background researched, the RSL and the case study carried out in the LITE micro world. In other words, Computational Thinking, when stimulated in constructionist learning environments, has the potential to promote the development of different learning, such as protagonism, problem solving, "objects to think with", epistemological pluralism, and significant ideas, and can use the description-execution-reflection-debugging process of Valente (1993). This process can occur with the use of language and programming, as well as through automation of mechanical abstractions. These practices can be applied in both regular/formal and non-formal learning environments, but their success depends on cultural change, in which the teaching is learning-focused.

Keywords: Constructionism; Computational Thinking; Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo descrição-execução-reflexão-depuração	51
Figura 2 - Sintaxe para um procedimento da linguagem Logo	54
Figura 3 - Planta baixa do LITE	112
Figura 4 - Desafio com pré-requisito.....	114
Figura 5 - Desafio sem pré-requisito	114
Figura 6 - Bancada de costura	115
Figura 7 - Bancada de eletrônica do LITE	115
Figura 8 - Bancada de marcenaria do LITE	116
Figura 9 - Bancada de artesanato em papel - papercraft	117
Figura 10 - Bancada com material para modelagem - Fabricação Digital	117
Figura 11 – Triangulação	125
Figura 12 - Aprendizes selecionando e iniciando os desafios.....	130
Figura 13 - Aprendizes realizando desafios	131
Figura 14 - Aprendizes pesquisando	134
Figura 15 - Objetos culturais disponíveis no LITE	136
Figura 16 - Objetos culturais Disponíveis no LITE	137
Figura 17 - Meninas realizando desafios de marcenária	138
Figura 18 - Menino realizando desafio de costura	138
Figura 19 - Carrinho e o interior do aplicativo que o controla.....	139
Figura 20 - Meninas realizando atividades de eletrônica	139
Figura 21 – Inserção do PC no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.....	144
Figura 22 - Códigos para execução de um aplicativo no Scratch.....	144
Figura 23 - Interior do aplicativo desenvolvido no Scratch	145
Figura 24 - Interior do aplicativo desenvolvido no Scratch	146
Figura 25 - Mini Canhão de guerra acionado por um botão.....	149
Figura 26 - Carrinho reciclável com hélice acionada por um dispositivo eletrônico.....	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das buscas realizadas.....	81
Tabela 2 - Resultados das buscas nos eventos do “Construcionism and Creativity”	85
Tabela 3 - Resultados das buscas nos eventos do Eurologo	86
Tabela 4 - Resultado após aplicação dos critérios	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias do Pensamento Computacional baseadas nos seus fundamentos e definições.....	39
Quadro 2 - Abordagens de aprendizagem do Pensamento Computacional	48
Quadro 3 – Fundamentos e características da teoria de aprendizagem construcionista.....	68
Quadro 4 - Relação entre a teoria de aprendizagem construcionista e o Pensamento Computacional.....	71
Quadro 5 - Definições do processo de busca revisão sistemática	79
Quadro 6 - Definições do processo de busca	80
Quadro 7 - Critérios de inclusão e exclusão.....	82
Quadro 8 - Características filtradas dos textos científicos	87
Quadro 9 - Objetivo das pesquisas.....	96
Quadro 10 - Melhorias na aprendizagem	97
Quadro 11 - Equipamentos contidos no LITE	112
Quadro 12 - População da pesquisa - Aprendizes.....	122
Quadro 13 - Amostra do Estudo de Caso.....	123
Quadro 14 - Categorias para análise dos dados.....	126
Quadro 15 - Identificação dos aprendizes	127
Quadro 16 - Filtragem.....	172

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição temporal das pesquisas analisadas	89
Gráfico 2 - Artigos por nível de ensino	90
Gráfico 3 - Cenário por instrumento de pesquisa	92
Gráfico 4 - Cenário por estratégia de pesquisa	93
Gráfico 5 - Cenário por disciplinas.....	93
Gráfico 6 - Países de realização dos projetos	95
Gráfico 7 - Bases de dados	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CAU	Colégio de Aplicação da UNIVALI
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSTA	<i>Computer Science Teachers Association</i>
EAD	Ensino a distância
EEBNR	Escola de Educação Básica Nereu Ramos
GIE	Grupo de Pesquisa em Informática na Educação da UNIVALI
ISTE	<i>International Society for Technology in Education</i>
LEC	Laboratório de Estudos Cognitivos de Psicologia da UFRGS
LITE	Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MUT	Máquina Universal de Turing
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação da UNICAMP
NRC	<i>National Research Council</i>
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. RELAÇÃO ENTRE OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O CONSTRUCIONISMO	24
2.1 A Teoria da Computação e a Produção do Conhecimento	24
2.2 Pensamento Computacional	27
<i>2.2.1 Categoria Abstrações</i>	28
<i>2.2.2 Categoria Pensamento Algoritmo</i>	30
<i>2.2.3 Categoria Ampliação da Inteligência Humana</i>	32
<i>2.2.4 Categoria Métodos Precisos</i>	35
<i>2.2.5 Categoria Representações</i>	36
<i>2.2.6 Outras possibilidades de caracterização do Pensamento Computacional</i>	37
<i>2.2.7 Considerações sobre as Categorias do Pensamento Computacional</i>	41
<i>2.2.8 Abordagens Práticas para o Pensamento Computacional</i>	42
<i>2.2.8.1 Linguagem de Programação</i>	43
<i>2.2.8.2 Automatização de Abstrações Mecânicas</i>	45
<i>2.2.8.3 PC sem Programação de Computadores</i>	46
<i>2.2.8.4 Computadores e/ou Tecnologias</i>	47
<i>2.2.8.5 Colaborativa</i>	47
<i>2.2.8.6 Considerações: abordagens práticas de aprendizagem</i>	48
2.3 Fundamentos do Construcionismo	49
<i>2.3.1 Linguagem de programação Logo</i>	52
<i>2.3.2 Características Construcionistas</i>	55
<i>2.3.2.1 Micromundos e o Papel do Professor</i>	59
<i>2.3.2.2 Objetos para Pensar Com</i>	61

2.3.2.3 <i>Outras Ideias Significativas</i>	64
2.3.2.4 <i>Pluralismo Epistemológico – Diversidade Cultural</i>	66
2.3.3 <i>Considerações sobre o Construcionismo</i>	68
2.4 Considerações: Pensamento Computacional e Construcionismo	70
3. CONSTRUCIONISMO NA PRÁTICA	74
3.1 Do Logo ao Pensamento Computacional: o que se pode aprender com os resultados do uso da linguagem Logo em atividades empíricas	74
3.1.1 <i>Caminhos Metodológicos da Revisão Sistemática da Literatura</i>	76
3.1.2 <i>Filtragem: Processo de Busca e Seleção dos Dados</i>	78
3.1.3 <i>Sistematização da Revisão da Literatura por meio da Metanálise</i>	88
3.1.4 <i>Melhorias de Aprendizagem em Atividades Empíricas com o Logo</i>	97
3.2 Visão de Especialistas Construcionistas: Relatos de Precusores Brasileiros	98
3.3 Considerações: Revisão Sistemática da Literatura e a Visão de Precusores Brasileiros	103
4. PROGRAMA DE INTRODUÇÃO AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL COM ENFOQUE CONSTRUCIONISTA: UM ESTUDO DE CASO NO LITE	106
4.1 Caracterização da Pesquisa	106
4.2 Caracterização do Estudo de Caso	108
4.3 Ambiente de Aprendizagem Construcionista – Micromundo LITE	111
4.4 Desafios Propostos – Estudo de Caso	113
4.5 Aplicação das Atividades	118
4.6 Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados	120
4.7 População e Amostra	121
4.8 Procedimentos de Análise de Dados	124
5. APRENDIZAGENS EVIDENCIADAS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA	

.....	128
5.1 Protagonismo	129
5.2 Resolução de Problemas	133
5.3 Objetos para Pensar com	135
5.4 Pluralismo Epistemológico	137
5.5 Outras Ideias Significativas	140
5.6 Processo descrição-execução-reflexão-depuração	143
5.7 Triangulação dos Resultados.....	151
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	154
REFERÊNCIAS	159
APÊNDICE 1	167
APÊNDICE 2	169
APÊNDICE 3	171
APÊNDICE 4	172
APÊNDICE 5	182

1. INTRODUÇÃO

A caminhada profissional e acadêmica da Autora privilegiou áreas distintas, fato que no primeiro momento ocorreu por conta da trajetória profissional iniciada aos 15 anos de idade. O início se deu em um birô de informática no ano de 1981, como digitadora e após 3 (três) anos veio o acesso ao cargo de operadora de computador. Nesse período houve o ingresso na faculdade de Processamento de Dados e posteriormente em uma especialização, que delineou os 15 (quinze) anos trabalhados nesta área, chegando a ser programadora de computador e analista de sistemas em empresas da região de Joinville.

Já especialista, com mais de 12 (doze) anos de experiência e trabalhando na área de informática, ingressou em uma segunda formação acadêmica, graduando-se no ano de 1996 em Licenciatura Plena em Letras, habilitada ao exercício do magistério em Língua Portuguesa, Literatura Portuguesa e Brasileira e Língua e Literatura Inglesa.

A experiência de 15 anos na área de informática agregou a essa segunda formação um novo caminho profissional, iniciando, no ano de 1997, o trabalho como professora/facilitadora de Informática. Houve a oportunidade de novas tecnologias para estimular o processo de ensino e aprendizagem, com estudantes da Educação Básica, atuando também na formação docente. Durante os 9 (nove) anos seguintes surgiram outras possibilidades, tais como o ensino da linguagem de programação Logo no contexto educacional, da Educação infantil ao Ensino Médio. Este período contribuiu para a vivência de experiências utilizando a linguagem Logo na prática, tanto para a formação própria como para capacitar outros professores, no planejamento e aplicação de atividades.

Ao finalizar este período, no ano de 2006 teve início o mestrado em Educação na linha de pesquisa Informática Educacional, visando agregar academicamente a experiência vivenciada na área de informática e sua utilização no contexto educacional. Durante o período como mestranda foi direcionado o tema conforme a linha de pesquisa e elaborada a dissertação com o título “A Wikipédia é Confiável? Credibilidade, utilização e aceitação de uma enciclopédia *online* no ambiente escolar”¹.

No período de mestrado e após a formação delineou-se um novo perfil profissional, por meio do ingresso como professora no ensino superior e também na pós-graduação, ministrando disciplinas que englobam as duas formações acadêmicas e a trajetória profissional.

¹ Disponível em: <siaibib01.univali.br/pdf/marli%20fatima%20vick%20vieira.pdf>.

Posteriormente ocorreu o ingresso como professora a nível federal, objetivo que se realizou no ano de 2010, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense² – IFC – ministrando aulas no ensino técnico a nível médio como também no ensino superior em diversas áreas de conhecimento, função exercida até o presente momento.

O planejamento do reingresso na vida acadêmica como estudante, foi sendo delineado gradativamente, com o propósito de aprofundamento na pesquisa, por meio do início do curso de pós-graduação em nível de doutorado, em uma linha de pesquisa que integra conhecimentos profissionais e acadêmicos – Informática na Educação.

A transição profissional e acadêmica foi se delineando durante esses 37 anos, unindo as áreas da informática e da Educação. Neste período e anteriormente a ele é possível observar modificações significativas na natureza da ciência, da sociedade e, conseqüentemente, do ensino, que foram provocadas pelas transformações tecnológicas e o seu impacto no processo de construção, desenvolvimento e compartilhamento do conhecimento.

A emergência de novos conceitos e direcionamentos na área educacional, da produção científica e tecnológica, da cultura, entre outros, está relacionada às mudanças sociais. Um dos fundamentos teóricos há tempo pesquisado e introduzido pelo matemático Alan Turing (1936) na área da Computação e em toda a sociedade foi o dispositivo teórico denominado como a “Máquina Universal de Turing” - MUT, que é capaz de simular o funcionamento de qualquer outra Máquina de Turing.

Para Silva e Melo (2006, p.38:39), a MUT descreve noções computacionais “tanto para a arquitetura de máquinas (*hardware*) quanto para as linguagens de programação, que são os elementos básicos que viabilizam computacionalmente a resolução de problemas [...] são um modelo computacional que formaliza noção de algoritmos”.

A Máquina Universal de Turing, de acordo com Schechter (2015, p.31), é “capaz de realizar qualquer tarefa algorítmica, desde que o conjunto correto de instruções seja armazenado nela”. Conceito que possibilita inovações e constantes transformações tecnológicas.

A sua introdução na sociedade ocasionou também transformações na forma de ensinar e aprender, possibilitando a interferência de tecnologias digitais no contexto escolar. Seymour Papert (1980), para possibilitar a interação aluno-objeto, introduziu a linguagem de programação Logo³, inserindo desta forma o conceito do Construcionismo na Educação.

² Maiores informações disponíveis em: <araquari.ifc.edu.br/>.

³ O Logo é uma linguagem de programação criada por Papert e Wally Feurzeig para implementar aspectos da filosofia Construcionista.

Porém, Papert não se limitou a usar somente linguagens de programação, estendendo esta interação a diversas tecnologias criadas pelo homem, objetos culturais, físicos ou não, inseridos na sociedade no decorrer de sua evolução.

Os diversos objetos culturais, tais como a informática e suas tecnologias, a eletrônica, a mecânica, a modelagem podem contribuir no processo de construção de conhecimento, abrindo caminhos novos para o saber. Para Papert (1986, p. 13), a essência dos objetos culturais como o computador e as diversas tecnologias é sua universalidade, seu poder de simulação, podendo “assumir milhares de formas e servir a milhares de finalidades, pode atrair milhares de gostos”. Assim, transforma estes objetos culturais em instrumentos flexíveis, com os quais as crianças podem criar algum produto que tenha significado para elas. Nesta perspectiva, a criança deve ser a protagonista no processo de aprendizagem, na arte de aprender.

A teoria Construcionista foi fortemente influenciada pela obra de Piaget (1971), no que se refere à maneira como as crianças estabelecem o sentido sobre o mundo, como construtores ativos de suas estruturas mentais. Para Piaget (1971) e Papert (1980), a aprendizagem é sempre pessoal, porque o conhecimento é construído individualmente. Porém, para Papert os objetos culturais podem antecipar o desenvolvimento do pensamento formal, tendo em vista que o concreto também é um estilo e não somente um estágio de passagem para o pensamento abstrato.

A inserção de tecnologias no processo de aprendizagem continua instigando e introduzindo pesquisas e, conseqüentemente, novos conceitos no meio educacional, porém a teoria construcionista nem sempre vem sendo associada às pesquisas emergentes neste contexto.

Como é o caso do termo *Computational Thinking* – Pensamento Computacional ou PC - cunhado por Jeanette Wing em 2006. A autora apresenta este conceito como “uma maneira de resolver os problemas, a concepção de sistemas e compreensão do comportamento humano que se baseia em conceitos fundamentais da Ciência da Computação” (NRC, 2010, p.10). O termo PC está sendo discutido, porém ainda sem consenso em relação a sua definição.

Desde a inserção do termo Pensamento Computacional, no repositório americano “*Communications of the ACM*⁴”, iniciou-se uma pressão de mercado para que este termo fosse popularizado no espaço escolar, porém não houve uma investigação acadêmica e científica.

⁴ Repositório da *Universidade Carnegie Mellon, School of Computer Science*. Maiores informações em <<https://www.cs.cmu.edu>>.

Empresas como a IBM⁵, Google⁶, Microsoft⁷, Facebook⁸, code.org⁹, entre outras, criaram projetos que estimulam o PC para formação de profissionais voltados à área da Ciência da Computação, sem a devida reflexão e adequação ao contexto escolar.

Outra iniciativa associada ao incentivo ao PC é a Hora do Código¹⁰, que contribui para a formação de programadores em diversos países do mundo e está disponível em várias línguas. O evento reúne milhares de pessoas com o objetivo de que “todos os alunos, em todas as escolas, devem ter a oportunidade de aprender ciência da Computação”¹¹. O então presidente americano Barack Obama¹² para incentivar a participação das pessoas teve a iniciativa de também programar durante o evento.

A intenção subjacente a estes movimentos é incorporar no programa escolar atividades relacionadas ao ensino de linguagens de programação. Porém não é defendida a criação e/ou inserção de uma disciplina no currículo e sim conjuntos de atividades e oportunidades para jovens desenvolverem habilidades que lhes favoreçam resolver problemas a partir do exercício do pensamento crítico e reflexivo.

O Pensamento Computacional, segundo a NRC (2010), está sendo comparado ao “pensamento matemático” equiparado aos 3Rs, habilidades fundamentais do ensino básico americano que são *reading* – leitura, *writing* – escrita, *arithmetic* – aritmética. Para Peckham (2011), o PC é o 4Rs *programming and/or algorithms*. É visto por Pea e Grover (2013), como o núcleo de todas as disciplinas - STEAM - *science* - ciência, *technology* - tecnologia, *engineering* - engenharia e *mathematics* – matemática.

O Pensamento Computacional pode proporcionar aprender de maneira criativa, sendo que o processo de troca de conhecimento entre mediador e estudante pode deixar de ser somente expositivo, podendo ser trabalhado também em um contexto construcionista. O aprendiz passa a atuar como autor do próprio ambiente de aprendizado, de forma descentralizada passa a produzir seu próprio material didático e ajuda os demais colegas na resolução dos problemas apresentados (BLIKSTEIN, 2009). As competências contidas no termo PC podem ser utilizadas para estimular a capacidade de resolução de problemas em qualquer área do conhecimento e em qualquer fase da vida, explorando a criatividade e a construção do saber.

⁵ Disponível em: <www.ibm.com>.

⁶ Disponível em: <www.google.com>.

⁷ Disponível em: <www.microsoft.com>.

⁸ Disponível em: <www.facebook.com>.

⁹ Disponível em: <<https://code.org/>>. Acesso em: 04/2015.

¹⁰ Disponível em: <<http://hourofcode.com/br>>.

¹¹ Slogan do evento a Hora do Código. Disponível em: <<https://code.org/>>. Acesso em: 04/2015.

¹² Disponível em: <<http://blog.code.org/post/104684466538/hourofcode2014>>. Acesso em: 04/2015.

O termo Pensamento Computacional está sendo discutido, porém ainda sem um consenso e direcionamento em relação a sua definição, ao seu constructo teórico e abrangência no contexto escolar, conforme se pode verificar na discussão apresentada no *Workshop* sobre o alcance e a natureza do PC (NRC, 2010). Fato que justificou a necessidade de investigar no meio acadêmico as origens conceituais e teóricas deste termo, e sua real contribuição para o processo de ensino e aprendizagem.

Entre as direções indicadas no *Workshop*, David Moursund (NRC, 2010) afirma que as ideias do Construcionismo de Papert e o pensamento processual convergem com o PC. Aspecto esse corroborado por Resnick (2010), que indica que o PC é um meio de expressão que desenvolve novas formas de pensar.

É nesta percepção que o Pensamento Computacional é entendido na presente tese, como um adjetivo do modo de pensar. Neste sentido, o PC não se refere apenas a usar ferramentas computacionais com competências e sim ao processo de pensamento que possibilita desenvolver ideias, projetos e/ou construir tecnologias para resolução de problemas. Isso se dá por meio de abstrações que podem ser automatizadas por intermédio de um computador – maquinário ou homem, ao ser mediado por uma linguagem e programação ou por outros processos mecânicos.

Esta ideia vem ao encontro das pesquisas e projetos realizados pelo grupo de pesquisa em Informática na Educação da UNIVALI¹³, que enfoca aprendizagens mediadas por tecnologias. O espaço acadêmico necessita investigar e explorar tais movimentos, principalmente em se tratando de um Doutorado em Educação. A inserção da pesquisadora neste grupo, por meio de leituras, debates, questionamentos e reflexões acerca do termo Pensamento Computacional foram direcionando a problematização a ser investigada, a delimitação do tema, os objetivos e os aspectos metodológicos desta tese.

Evidencia-se, assim, a necessidade de investigar as aprendizagens que relacionam o PC e o Construcionismo. Essas têm como base os elementos objetivos do PC mencionados por CSTA e ISTE (2011) como sendo: características; disposições e atitudes, e habilidades. Além de algumas características da aprendizagem construcionista tais como: protagonismo, resolução de problemas, “objetos para pensar com”, pluralismo epistemológico, entre outras ideias significativas, bem como o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. No meio social, os jovens estão inseridos em um contexto no qual necessitam utilizar diferentes objetos culturais

¹³Maiores informações disponíveis em: <<http://www.univali.br/ensino/pos-graduacao/mestrado/mestrado-em-computacao-aplicada/grupos-de-pesquisa/grupo-de-informatica-na-educacao/Paginas/default.aspx>>.

que os estimulem a desenvolver o seu conhecimento, em um ambiente em que sejam protagonistas no processo de resolução de problemas.

Desta forma, apresenta-se a tese defendida:

Um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista evidencia diferentes aprendizagens nos estudantes do Ensino Médio.

Buscam-se respostas para a seguinte questão de pesquisa:

Quais aprendizagens são evidenciadas nos estudantes – do Ensino Médio - em um programa de introdução ao pensamento computacional com enfoque construcionista?

Assim delimitou-se a tese intitulada:

Pensamento Computacional com enfoque Construcionista no Desenvolvimento de Diferentes Aprendizagens.

Considerando os aspectos descritos foi definido como objetivo geral da presente tese:

Analisar as diferentes aprendizagens evidenciadas pelos estudantes do Ensino Médio em um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista.

Os objetivos específicos para apoiar a investigação são:

1. Estabelecer a relação entre os fundamentos teóricos do Pensamento Computacional e do Construcionismo.
2. Apresentar, por meio de uma revisão sistemática, as evidências empíricas do uso da linguagem Logo associado às melhorias de aprendizagem.
3. Evidenciar diferentes aprendizagens desenvolvidas em atividades empíricas realizadas no LITE - Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação ¹⁴.

Para alcançar os objetivos descritos, esta tese foi organizada em capítulos, sendo o primeiro introdutório, no intuito de apresentar uma visão geral do tema pesquisado e sua relevância, a problemática formulada, os objetivos propostos e a organização do estudo.

O capítulo 2 contextualiza as teorias bases do Pensamento Computacional e do Construcionismo, apresentando posteriormente as categorias e as possíveis abordagens de aprendizagem do PC. Teve-se também como propósito caracterizar a teoria de aprendizagem construcionista e seus fundamentos, diferenciando-a do Instrucionismo, tecendo considerações no sentido de estabelecer a relação entre o PC e o Construcionismo.

¹⁴ Maiores informações disponível em: <lite.acad.univali.br/pt/>.

No 3^a capítulo, foram apresentados os parâmetros que guiaram a revisão sistemática da literatura, como se procedeu à investigação sobre o uso da linguagem de programação Logo realizada por meio de atividades empíricas, em língua portuguesa, no Brasil, e inglesa, disponíveis em repositórios *online*. Foram expostos os resultados estatísticos por meio da metanálise e as considerações obtidas em relação às melhorias de aprendizagem. Também foram apresentadas as entrevistas com dois especialistas do Construcionismo e foram apresentadas considerações sobre o que se pode aprender com os resultados do uso da linguagem Logo em atividades empíricas.

No capítulo 4, são apresentados os caminhos metodológicos que foram trilhados para identificar as aprendizagens evidenciadas em um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista, por meio de um estudo de caso realizado com aprendizes do Ensino Médio de uma escola pública e privada da cidade de Itajaí no ambiente de aprendizagem LITE. Capítulo em que foi exposta a caracterização do estudo de caso; o ambiente de aprendizagem construcionista – micromundo LITE; os desafios propostos; a aplicação das atividades; as técnicas e instrumentos de coleta de dados; a população e amostra e os procedimentos de análise dos resultados.

No 5^o capítulo foram apresentados os resultados obtidos no referido estudo de caso, sendo esses analisados tendo como referência as categorias elaboradas com base nos elementos objetivos do PC e em algumas características do Construcionismo. Foi estabelecida uma triangulação entre as aprendizagens evidenciadas, o referencial teórico e a revisão sistemática da literatura por meio da metanálise.

Nas Considerações finais buscou-se avaliar se os objetivos propostos foram alcançados apresentando possíveis respostas ao problema de pesquisa, apontando sugestões para trabalhos futuros.

2. RELAÇÃO ENTRE OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O CONSTRUCIONISMO

“É a teoria que decide o que podemos observar”.

Albert Einstein

Nesse capítulo serão resgatadas teorias bases para a introdução do tema, posteriormente apresentadas as categorias e as possíveis abordagens de aprendizagem do Pensamento Computacional assim como as dimensões em que se insere, a partir das definições e fundamentos apresentadas por diversos autores. Teve-se também como propósito caracterizar a teoria de aprendizagem construcionista, diferenciando-a do Instrucionismo. Foram tecidas considerações no sentido de estabelecer a relação entre o PC e o Construcionismo.

2.1 A Teoria da Computação e a Produção do Conhecimento

O homem sempre buscou aperfeiçoar sua forma de viver e interagir com o meio social. Para isso, foram criadas linguagens visando à comunicação entre os sujeitos e, entre estes e as máquinas programáveis. Em função do advento dos computadores, foi necessário criar linguagens específicas para o homem se comunicar com este tipo de máquina. O algoritmo é a base da organização da comunicação entre homem-computador, sendo definido como uma sequência de instruções intencionalmente organizadas a fim de expressar a solução de um problema, representando, assim, o pensamento humano. Este pode repetir passos e indicar direções e até realizar uma tarefa por completo, mostrando os procedimentos lógicos necessários para a resolução de uma atividade.

Turing definiu a natureza teórica da “máquina de Turing”, que opera segundo regras, sendo “capaz de calcular tudo para o que houvesse um algoritmo – isto é uma sequência precisa de passos conduzindo a uma conclusão” [...] o procedimento – ou algoritmo – pode ser aplicado de maneira mecânica, ou por uma máquina mental” (STRATHERN, 2000, p. 43:44).

Isto é, pode-se mentalmente executar um algoritmo/procedimento sem a necessidade de uma máquina concreta, mecânica e neste processo de operação mental e abstrata chegar a um mesmo resultado lógico. Os resultados destes procedimentos lógicos - algoritmos são soluções

para problemas que quando transformados em uma linguagem de programação e executados em máquinas concretas, ganham rapidez, segurança e precisão na execução destes processos.

Strathern (2000, p. 46) menciona a importância dos estudos de Turing, em 1936, quando destacou as

[...] noções matemáticas centrais de computabilidade e números computáveis. O cálculo era definido em termos matemáticos precisos – tão precisos que traçavam o projeto teórico de uma máquina que poderia desempenhar a tarefa. Ao mesmo tempo, Turing havia definido os limites de *tudo o que essa máquina poderia fazer*. A máquina de Turing era um computador teórico. É reconhecida hoje como o protótipo teórico do computador digital eletrônico. Turing havia mapeado a teoria dos computadores antes que um só deles (tal como os conhecemos) tivesse sequer sido construído [...] (STRATHERN, 2000, p. 46).

Turing revelou, já naquela época, que era possível executar algoritmos computacionais sobre a teoria dos números em uma máquina em que fossem embutidos os princípios de um sistema formal. A história da computação foi marcada pela criação desta máquina teórica que se tornou o conceito fundador da Teoria da Computação.

A Teoria da Computação está inserida na área da Ciência da Computação e da Matemática. Ela é anterior aos computadores eletrônicos modernos, estuda os modelos e os limites da Computação. Os matemáticos do início do século XX queriam desvendar quais problemas matemáticos poderiam ser resolvidos por métodos simples e quais não e, para isso, precisavam de um modelo formal da Computação. Diferentes ideias foram propostas entre elas a da “Máquina de Turing”, “Máquina de Post”, entre outras. Os modelos sugeridos em termos teóricos eram análogos aos computadores eletrônicos.

Gödel, Alan Turing e Post, em 1936, mesmo trabalhando separadamente, definiram os limites da mecanização e estabeleceram as bases para exploração dos processos algorítmicos (TENORIO, 2001). Os estudos de Turing levaram à criação de computadores digitais nunca imaginados por ele. Este pesquisador conduziu no campo tecnológico a busca por uma máquina que simulasse os processos mentais do conhecimento. Turing “havia começado a refletir sobre o problema de como fazer máquinas imitem a mente humana” (STRATHERN, 2000, p. 96).

A investigação de métodos dedutivos admissíveis para automatização destacados nos fundamentos da lógica matemática (DESCARTES, 2001) constitui a base do conhecimento computacional denominado Teoria da Computação. A Computação realiza, a partir de entradas (*Inputs*), a investigação para uma solução de um problema ou cálculo de uma função e, a partir de saídas (*Outputs*), obtém o resultado depois de processados os dados iniciais, por meio de um algoritmo (DIVERIO; MENEZES, 2000).

A Computação foi inicialmente executada com artefatos simples, objetos inseridos em uma cultura sejam eles físicos como o giz e ardósia, como caneta e papel, ou até mesmo mental

ou virtual. Com o advento dos computadores eletrônicos, a área da Computação marcou sua presença na sociedade, influenciando efetivamente nas mais diversas esferas do cotidiano da população mundial.

As possibilidades das máquinas de simular os processos do conhecimento permitiram aos estudiosos da área tecnológica e da matemática projetarem concepções mais amplas, sistemas de máquinas associadas às diversas áreas de conhecimento da sociedade como da produção, indústria, economia, ciência, ensino e pesquisa. Foi adquirido um caráter científico que associa a atividade produtiva à elaboração de conhecimento científico e tecnológico (TENÓRIO, 1991). Desta forma, foram automatizados os processos produtivos, o que possibilitou o tratamento, armazenamento e compartilhamento dos dados e das informações, obtendo-se assim um método mecânico universal.

Observa-se que os diversos objetos culturais – físicos ou não, tais como a informática e suas tecnologias, a eletrônica, a mecânica, a modelagem/fabricação digital podem contribuir no processo de construção de conhecimento, abrindo caminhos novos para o saber. A Educação pode fundamentar a difusão e ampliação destes novos caminhos, já que a produção do conhecimento acontece também em instituições escolares, locais que deveriam ser privilegiados à dinâmica da produção do saber, entretanto não é isso que se tem verificado. “Quando olhamos a prática do ensino, [...] mesmo em um ensino onde o professor não se considera autoritário, o processo é autoritário porque polariza na reprodução do conhecimento, e não na dialética processo/produto ou produção/produto” (SERPA, 1987, p. 4).

O caráter histórico e sociocultural do conhecimento da informática e da matemática são pontos considerados ainda básicos na produção do conhecimento. A programação de computadores consiste na especificação de algoritmos para soluções de problemas, trechos que podem ser executados repetidamente. A introdução no ensino de conceitos computacionais como o caso dos algoritmos “permitirá às crianças o manuseio do mesmo dispositivo lógico usado por cientistas. [...] Isto aproxima a produção e a reprodução do conhecimento, aproxima a ciência da Educação” (TENÓRIO, 1991, p. 102), podendo se materializar como um elemento pedagógico importante.

Nos últimos anos a informática teve uma evolução significativa no contexto escolar, sendo necessário também considerar a inserção de diversos conhecimentos científicos como as engenharias da computação, mecânica, elétrica, dentre outras áreas. Hoje existem muitas informações disponíveis sobre os fatores e circunstâncias para incorporação de objetos culturais que podem melhorar as práticas existentes em sala de aula. Contudo, não se trata somente de modificar a maneira de ensinar e aprender na escola. A grande contribuição dos objetos

culturais, que podem ser tecnologias físicas ou não, está em transformar comportamentos, formas de pensar, de conversar, de aprender e, a partir destas mudanças, repensar a cultura do seu uso em sala de aula. Para tanto, é importante estudar novas teorias que emergem no meio científico, como o Pensamento Computacional.

Na próxima seção apresentam-se as categorias do Pensamento Computacional baseadas nos seus fundamentos e definições apresentados por diversos autores.

2.2 Pensamento Computacional

O homem prolonga seu corpo desde o início de sua existência, por meio de objetos culturais que se constituem de ferramentas e técnicas por ele criadas. À medida que o sujeito desenvolve novas habilidades e competências, torna-se apto a resolver problemas cada vez mais complexos. E é por meio da linguagem representada nestes objetos que o ser humano materializa o pensa e como pensa, consolidando as formas de pensamento.

É necessário dividir toda esta complexidade da materialização dos pensamentos para então conseguir resolver problemas cada vez mais difíceis. Por meio da área da Computação, na elaboração de algoritmos e sua execução por meios informatizados, é possível dividir abstrações e materializá-las com prontidão e velocidade. Igualmente, pode-se utilizar este processo na criação de outros objetos culturais nas diversas áreas do conhecimento.

O termo Pensamento Computacional, em 2006, surgiu como uma abordagem “uma concepção de sistemas e compreensão de comportamento humano” que se baseia em conceitos que fundamentam a área da Computação, a qual Wing (2006, p.33), definiu como *Computational Thinking – PC* – ou traduzido para a língua portuguesa como Pensamento Computacional.

Apesar deste termo ser usado somente em 2006, alguns autores já exploraram esta ideia anteriormente, como é o caso de Alan Perlis que já na década de 60, afirmou que uma necessidade dos universitários é aprender programação e entender a Teoria da Computação (GUZDIAL, 2008). Na década de 80, Seymour Papert (1980) inseria a Computação no contexto da Educação Básica - K-12¹⁵ e desenvolveu trabalhos com crianças utilizando o pensamento processual com a linguagem de programação denominada Logo¹⁶. Estas ideias e

¹⁵ K-12 é a designação para a educação primária e a educação secundária usada nos EUA e em partes da Austrália e no Canadá.

¹⁶Linguagem de programação voltada para crianças, jovens e adultos. Utilizada com sucesso como ferramenta de apoio ao ensino regular e com aprendizes em programação de computadores. O Logo implementa a filosofia construcionista de Seymour Papert.

conceitos ressurgiram décadas depois com o artigo “*Computational Thinking*”¹⁷ de Jeannette Wing.

Wing, membro ativa em um órgão de fomento à pesquisa nos EUA, incitou pesquisadores a partir desta publicação, motivando a elaboração de artigos e ideias sobre o tema Pensamento Computacional. Um evento importante sobre esse tópico ocorreu em Washington em 2010, foi realizado pela *National Research Council – NRC*¹⁸ um *Workshop*¹⁹ sobre o “Alcance e a Natureza do Pensamento Computacional”, que reuniu pesquisadores das mais variadas áreas do conhecimento para discutir sobre este tema.

Os participantes²⁰ deste *Workshop* e os autores de diversos artigos científicos fundamentaram e definiram de inúmeras maneiras o Pensamento Computacional. Estas deliberações foram interpretadas, comparadas entre si, analisadas e adaptadas nesta tese, pela Autora, convergindo em 5 (cinco) categorias: abstração; pensamento algoritmo; ampliação da inteligência humana; métodos precisos; representações e ainda visto como uma tendência, ou seja, definições que ainda estão sendo discutidas.

Para a elaboração destas categorias, teve-se como referência o *Workshop*, sintetizando informações do referido evento e de artigos científicos sobre o tema, tanto no contexto geral como no âmbito da Educação. Nestas categorias, há pontos que convergem em relação às definições e fundamentos apresentados pelos autores estudados, sendo que estes se sobrepõem e se assemelham em diversos aspectos. No item a seguir será analisada a categoria abstrações.

2.2.1 Categoria Abstrações

Um dos pontos convergentes sobre o Pensamento Computacional é em relação à abstração. Para Wing (2008), a essência do Pensamento Computacional é a abstração, potencial construído socialmente pelo ser humano, que de acordo com Luria (1990) é a chave para lidar com a complexidade. Na Computação, as noções abstratas vão além das dimensões físicas de tempo e espaço, são extremamente gerais, pois são simbólicas.

¹⁷Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>>.

¹⁸ O NRC é o Conselho Nacional de Pesquisa das Acadêmicas Nacionais dos EUA.

¹⁹Maiores informações disponível em: <<http://exploringcs.org/wp-content/uploads/2010/09/NationalResearchCouncil.pdf>>

²⁰Na maioria os pesquisadores participantes desse Workshop são estudiosos com formação em áreas como a Matemática, Ciências da Computação, Física, Engenharias e Educação, áreas que envolvem os fundamentos do Pensamento Computacional que são as abstrações e a automação dessas objetivando a resolução de problemas. Esses estudiosos em seus espaços acadêmicos buscam estimular pesquisas envolvendo aprendizes em atividades que estimulam suas abstrações e a automação dessas para o desenvolvimento e criação de algum tipo de aparato tecnológico, para assim promover a utilização das tecnologias no contexto educacional.

O pensamento lógico é um processo cognitivo, sendo que o ser humano tem o potencial à abstração,

a capacidade de abstração de um indivíduo é dada a partir da possibilidade que ele tem de agrupar alguns objetos de acordo com algumas propriedades, ou então, categorias. A classificação categorial implica pensamento verbal e lógico complexo que explora o potencial da linguagem de formular abstrações e generalizações para selecionar atributos e subordinar objetos a uma categoria geral (LURIA, 1990, p. 65).

A Ciência da Computação teórica dá significado para resolver problemas complexos. Um dos alicerces do PC são as abstrações, que são as ferramentas “mentais” (WING, 2008). Este processo inclui escolher as abstrações adequadas e operá-las simultaneamente em várias camadas para então definir a relação entre elas. Luria (1990) indica que por meio deste processo cognitivo o aprendiz explora e desenvolve o pensamento lógico e crítico agenciado pela linguagem.

O desenvolvimento da capacidade de abstração, de acordo com Vygotsky e Luria (1996, p. 207) ocorre “com o crescimento e com o desenvolvimento cultural da criança; o desenvolvimento desta [a abstração] está intimamente ligado ao início do uso de ferramentas externas e à prática de técnicas complexas de comportamento”. É por meio de relação com os objetos culturais, sejam eles físicos ou não, que o aprendiz consegue demonstrar suas abstrações.

Bill Wulf²¹ (NRC, 2010) sugere que o PC é fundamentado em processos e fenômenos abstratos. Este autor observa que outras áreas da ciência focam em objetos físicos, ao passo que o PC incide sobre processos e fenômenos abstratos que o permitem. Neste sentido, Peter Denning²² (NRC, 2010) expressou uma ideia paralela, argumentando que a própria Ciência da Computação é o estudo dos processos de informação.

A abstração é uma categoria do PC que está presente em outras categorias. Ela incide em processos e fenômenos abstratos; no raciocínio lógico; no processo cognitivo; nos diversos tipos de linguagens; no método de raciocínio das ciências formais, sendo que o aprendiz demonstra suas abstrações por meio de objetos culturais – físicos ou não.

A abstração se insere em todas as atividades do ser humano, inclusive na aprendizagem, pois se trata de um processo intelectual realizado ao ler um texto e resolver um problema em

²¹ Bill Wulf é um cientista da Computação e professor na Universidade de Virginia, membro da ACM. Wulf é ex-presidente da Academia Nacional de Engenharia e já presidiu a Ciência e Telecomunicações Board Computer do Conselho Nacional de Pesquisa. Ele é bacharel em Engenharia Física e mestre em Engenharia Elétrica. Ph.D. em Ciência da Computação pela Universidade de Virginia. Mais informações disponíveis em: <<http://www.cs.virginia.edu/people/faculty/wulf.html>>.

²² Peter J. Denning é um distinto professor da Escola Naval de Pós-Graduação em De Monterrey, Califórnia. Ele preside o Departamento de Ciência da Computação e dirige o Instituto *Cebrowski*, um centro de pesquisa interdisciplinar para a inovação e superioridade da informação. É Doutor pela MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Mais informações disponíveis em: <<http://denninginstitute.com/denning/>>.

qualquer área do conhecimento. Assim, a Educação, como toda atividade que envolve a aprendizagem, contempla diversas possibilidades de abstração nas áreas da linguagem, da matemática, das ciências da natureza e ciências humanas, áreas essas que compõe a matriz curricular do Ensino Médio no Brasil, nível de ensino frequentado pelos aprendizes que fizeram parte da amostra na realização das atividades empíricas desta tese.

Outro ponto em que alguns dos autores convergem é sobre o PC como Pensamento Algoritmo, que está relacionado às noções de pensamento processual de Seymour Papert (1980), abrangendo ainda a automação, a habilidade analítica, o raciocínio heurístico e a Ciência da Computação. Esta categoria será apresentada no tópico a seguir.

2.2.2 Categoria Pensamento Algoritmo

De acordo com David Moursund²³ (NRC, 2010) o pensamento processual inclui o desenvolvimento, os procedimentos de teste e depuração, um conjunto detalhado passo-a-passo de instruções já antevistas por um dos pioneiros no uso de computadores na Educação, Papert. Na década de 1980, este pesquisador propôs estimular o pensamento analítico, por ele chamado de “pensamento processual”, por meio da linguagem de programação Logo no espaço escolar.

Outro alicerce do PC, descrito por Wing (2006), é a automação, que se concretiza por intermédio de um “computador”, seja ele humano ou maquinário, virtual ou físico. É nesta etapa que são dimensionadas as fases da abstração, sendo determinado qual o “computador” mais adequado para processá-las.

Para Wing (2006) e Guzdial (2012), o Pensamento Computacional usa o raciocínio heurístico – a arte de descobrir – como ferramenta para encontrar a solução de um problema. Há ainda o entendimento de Aho (2012, p.832) de que o PC é como “os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas de modo que suas soluções possam ser representadas como os passos e algoritmos computacionais”.

O Pensamento Computacional está sendo percebido com uma habilidade fundamental no século XXI (WING, 2008), assim como a leitura, a escrita e a aritmética, que são as referências da alfabetização americana. Os 3Rs são:

reading – leitura;

²³ David Moursund é professor emérito da Universidade de Oregon. Fundou a Sociedade Internacional de Tecnologia na Educação onde foi diretor. Ele foi seis anos chefe do Departamento de Ciência da Computação na Universidade de Oregon. Autor e coautor de mais de 50 livros e mais de 200 artigos. Atualmente, Moursund dirige uma organização sem fins lucrativos chamada Era da Informação na Educação. Doutor em matemática pela Universidade de Wisconsin-Madison. Mais informações disponíveis em: <<http://darkwing.uoregon.edu/~moursund/dave/vita.htm>>.

writing – escrita;

arithmetic – aritmética.

O PC é uma habilidade analítica, desenvolvida pela programação e/ou algoritmos (*programming and algorithms*), indicado como o “quarto R” (PECKHAM, 2011) que complementa as habilidades básicas no contexto da aprendizagem. O 4R é:

1. *programming and/or algorithms*.

No que se refere às perspectivas para o Pensamento Computacional, Pea e Grover (2013) indicam que a essência do PC é pensar como um cientista da Computação quando o aprendiz se confronta com um problema complexo.

Wing (2006) relata que o PC representa uma atitude e habilidade aplicável, pois o PC “descreve a atividade mental na formulação de um problema, [...] a solução pode ser realizada por um ser humano ou máquina, ou, mais geralmente, por combinações de seres humanos e máquinas” (WING, 2011, p.1). A autora ainda indica que a

Interpretação das palavras ‘problema’ e ‘solução’ é ampla. [...] não apenas problemas matematicamente bem definidos cujas soluções são completamente analisáveis, por exemplo, uma prova, um algoritmo ou um programa, mas também problemas do mundo real cujas soluções podem ser na forma de sistemas de *software* grandes e complexos. Assim, o Pensamento Computacional se sobrepõe ao pensamento lógico e ao pensamento sistêmico. Inclui pensamento algorítmico e pensamento paralelo, que por sua vez envolvem outros tipos de processos de pensamento, como raciocínio composicional, correspondência de padrões, pensamento processual e pensamento recursivo. O pensamento computacional é usado na concepção e análise de problemas e suas soluções, amplamente interpretadas (WING, 2011, p.1, tradução nossa).

O Pensamento Computacional são abstrações e sua automação, que vem influenciando diversas disciplinas, incluindo as ciências exatas e humanas (BUNDY, 2007). Pode-se concluir que este vai atingir direta ou indiretamente o indivíduo nas áreas do conhecimento humano e nas atividades desenvolvidas na sociedade. Indicações que levantam um desafio também na área educacional.

A proposta inicial de Papert (1980) com a ideia de pensamento processual é relacionada à habilidade analítica, ao raciocínio heurístico e à automação, que pode ser representada por uma linguagem algorítmica, demonstrada inicialmente por meio da linguagem Logo. Entretanto, não se limita a essa, uma vez que pode ser aplicada a qualquer objeto cultural. A categoria do pensamento algorítmico abrange a teoria de Aprendizagem Construcionista. Sendo assim, mantém uma relação intrínseca com a educação escolar, possibilitando que o aprendiz crie produtos palpáveis, a partir do seu conhecimento baseado na realização de uma ação concreta que seja de seu interesse, que pode ser um texto, um programa de computador, um artefato físico ou não.

No item a seguir será apresentada a convergência do PC em relação à categoria ampliação da inteligência humana.

2.2.3 Categoria Ampliação da Inteligência Humana

Outra categoria identificada e apontada para o PC é a de Lee²⁴ (NRC, 2010) como sendo o estudo dos mecanismos da inteligência que podem produzir aplicações práticas ampliando a inteligência humana, definição que inclui, mas não é equivalente à inteligência artificial. Para Lee o PC é fundamentalmente sobre a expansão de capacidades mentais humanas por meio de ferramentas abstratas que ajudam a gerenciar a complexidade e permitem a automação de tarefas.

Andrew McGettrick²⁵ (NRC, 2010) apoia a posição de Lee e acrescenta que “pensar computacionalmente” deveria envolver a capacidade real e competência para o uso e produção de artefatos tecnológicos, além de processos de pensamento. Visão que exigiria pensadores computacionais para mergulhar constantemente e investir em permanecer tecnologicamente atual. Wing (2006) complementa incluindo ferramentas mentais que refletem a amplitude da área da Computação.

A visão de Lee e McGettrick (NRC, 2010) é o que a automação faz com as abstrações ao transformá-las, por meio de uma linguagem, observando os passos que devem ser trilhados por uma máquina para conseguir a resolução de algum problema. Oferece ao resultado deste processo, agilidade, precisão e segurança na repetição e no processamento das informações.

Desta forma, o indivíduo que realizar esta operação lógica de transmitir para a máquina o seu raciocínio natural, ao mesmo tempo, está desenvolvendo sua capacidade de pensar e aprender à medida que arquiteta um aparato tecnológico e torna-se competente no seu uso. Assim, em situações em que o aprendiz desenvolve um objeto cultural por meio de uma

²⁴ Lee é o chefe do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Carnegie Mellon. Membro do Conselho de Administração da Associação de Pesquisa de Computação em assuntos governamentais. É responsável pela Microsoft Research novas experiências e tecnologias. Lee é um pesquisador ativo, educador, administrador, e servo para a comunidade acadêmica. Lee tem um Ph.D. em Ciências da Computação e de Comunicação da Universidade de Michigan em Ann Arbor e graus de bacharel em Matemática e Ciências da Computação pela mesma universidade. Mais informações disponíveis em: < <http://research.microsoft.com/en-us/people/petelee/>>.

²⁵ Andrew McGettrick estudou Matemática Pura na Universidade de Glasgow. Em Cambridge obteve seu PhD em Matemática Pura e, mais tarde, Diploma em Ciência da Computação. Ao longo de sua carreira, ele tem sido na Universidade de Strathclyde, foi por muitos o Chefe do Departamento de Ciências da Tecnologia e Informação. Prof. McGettrick é o presidente do Conselho de Administração e da Educação ACM Educação, que fornece diretrizes curriculares para os principais subdisciplinas de Computação. Mais informações disponíveis em: <http://ahpatent.com/team_Andrew_McGettrick.html>.

linguagem de programação ou de outro mecanismo de automação, ele desenvolve diferentes aprendizagens.

Pea e Grover (2013) ainda complementam que o PC está sendo visto como o núcleo de todas as disciplinas STEAM²⁶ e indicam que a Computação em K-12 é uma ideia atual. Wing destaca que a grande visão para este campo é que o “Pensamento Computacional será uma habilidade fundamental utilizada no século XXI” (WING, 2008, p. 33). Os artefatos tecnológicos e os objetos culturais permitirão a propagação do PC. Diversas áreas de conhecimento poderão se beneficiar com tais habilidades, porém é preciso investigar estas possibilidades na prática educacional, para verificar como essas podem beneficiar a Educação. Ainda na categoria da ampliação da inteligência humana, o Pensamento Computacional é visto como uma ferramenta cognitiva. David Moursund (NRC, 2010) indica que o PC é uma forma de pensar em ferramentas, uma visão inspirada por Donald Norman e David Perkins.

É por meio das ferramentas mentais ou físicas que são oportunizadas novas experiências aos aprendizes nos contextos educacionais. Ao possibilitar a utilização ou criação de algum artefato para que o aprendiz aprimore seu conhecimento, esse tem em suas mãos uma ferramenta cognitiva que o auxilia no desenvolvimento de suas abstrações para resolução de algum problema, estimulando e facilitando o processo de aprendizagem.

Moursund (NRC, 2010) identificou três dimensões como: ferramentas que expandem ou estendem as capacidades mentais, como a compreensão de leitura ou matemática; ferramentas que ampliam as capacidades físicas, como um carro, um telescópio ou um anzinho; Educação e formação, que permitem utilizar eficazmente ferramentas. O componente final no modelo deste pesquisador é a equipe de resolução de problema, pois para este autor a resolução de problemas é sempre uma atividade de equipe.

Para Moursund (NRC, 2010, p.13), quando se fala de Pensamento Computacional, há grande quantidade de ferramentas que são apenas parte do cotidiano, e que as pessoas podem aprender a usar a um nível que é pessoalmente gratificante, pois estendem as suas capacidades e o indivíduo não precisa ir à escola para aprender. “Em muitos aspectos da Computação e PC, as pessoas estão aprendendo por conta própria e aprendendo uns com os outros. O foco está em aprender coisas que eles querem fazer e precisam fazer e isso tem relação com o nível mais profundo da aprendizagem”.

Pea (NRC, 2010) indica que quando realmente se olha para as pessoas que estão fazendo o PC, como um etnógrafo, pode-se vê-los imersos como um conjunto de ferramentas, eles estão

²⁶STEAM são as disciplinas básicas de aprendizagem (*Science* – Ciência, *Technology* - Tecnologia, *Engineering* – Engenharia and *Mathematics* - Matemática).

constantemente pensando sobre as coisas que têm propriedades particulares. Os envolvidos na atividade estão trabalhando com seus colegas de uma forma particular e estão recebendo *feedback* de toda uma série de recursos.

Moursund (NRC, 2010) exemplifica que quando é oferecida a todos uma calculadora, a matemática não vai embora, isto é, o aprendiz pode usar essa tecnologia como uma ferramenta com a qual se aprende. Pensar e fazer são ações necessárias para representar e ajudar a resolver problemas. Se houver melhores ferramentas, é possível fazer melhor o que se faz. O que o computador está fazendo é disponibilizar melhores ferramentas para lidar com os problemas mais difíceis.

Uma ferramenta cognitiva não elimina o pensar criticamente, somente auxilia em atividades repetitivas e possibilita acelerá-las. Quando é criada uma nova tecnologia estão sendo transformadas as abstrações em um produto palpável, que poderá ser utilizado para aperfeiçoar e oferecer maior agilidade às novas realizações. Estas ferramentas desenvolvidas ou adaptadas para funcionarem como parceiros intelectuais podem estimular e facilitar a aprendizagem e o pensamento crítico ao apoiar, reestruturar e ampliar o modo como os aprendizes pensam, auxiliando a aprendizagem e o processo de construção de significados.

A Ampliação da Inteligência Humana é uma categoria que envolve a inteligência artificial, a capacidade real, as competências com artefatos tecnológicos, a concepção de sistemas e compreensão do comportamento humano, incluindo ainda as ferramentas mentais e cognitivas. Caracteriza-se como uma habilidade fundamental, núcleo de todas as disciplinas. A ideia de ampliação da inteligência humana inclui a categoria do Pensamento Algoritmo ao ser utilizado como uma ferramenta como para realizar automação de tarefas, dentre outras possibilidades. Na Educação, de uma maneira geral, a ampliação da inteligência humana abrange a capacidade de compreender e utilizar as tecnologias computacionais de forma a atribuir fluência ao processo, respeitando os valores sociais.

O entendimento de como o computador e as tecnologias funcionam e, principalmente, a percepção do que ele é capaz de fazer, acaba transformando a forma do indivíduo aprender, sua noção do que é possível fazer, o que é possível automatizar, que tipos de problemas são resolvíveis a partir da automatização e com isso ele pode explorar o mundo de forma diferente. Pode-se aprender por meio de um teste construindo um algoritmo para esse, pode-se construir uma simulação para testar uma hipótese e não apenas coletar dados e observar ou ainda, construir um modelo e testar a partir desse. Este procedimento empodera os aprendizes ao desenvolver o Pensamento Computacional.

DiSessa (2001) se refere ao letramento ou fluência digital como uma nova forma de inteligência material, que assim como a escrita oportuniza ao aprendiz o poder não apenas de se comunicar, mas também de estudar, aprender a partir do que lê, fazer esquemas, diagramas, dentre outras possibilidades. Assim, o PC acrescenta este poder de acessar um conjunto de signos e artefatos representados no pensamento, como é o caso de um programa de computador. Isso permite estudar de uma forma diferente, pelo uso da máquina como uma extensão do corpo. No tópico a seguir será apresentada a categoria métodos precisos.

2.2.4 Categoria Métodos Precisos

Outra categorização analisada na presente tese foi a do Pensamento Computacional como uma maneira de formular métodos precisos que, na definição de Sussman²⁷ (NRC, 2010), refere-se aos procedimentos e à análise para realizar tarefas rigorosas. O autor enfatiza a importância de uma linguagem precisa de métodos e conceitos, por esta razão, argumenta que o PC tem uma "estrutura linguística subjacente".

Wing e Sussman (NRC, 2010) afirmam que o PC é uma ponte entre a ciência e a engenharia, é uma Metaciência por estudar formas e métodos de pensamento aplicáveis, sendo o Pensamento Computacional o elemento central do raciocínio. Nessa mesma direção, Fox²⁸ (NRC, 2010) afirma que o PC é como o núcleo, é movimentação e manipulação de abstrações intangíveis para fins de resolução de problemas. É o que os humanos fazem ao se aproximarem do mundo considerando a manipulação de representações digitais e, portanto, pode envolver todos os seres humanos.

Os fundamentos de Descartes (2001) e Russell (2006) envolvem o raciocínio dedutivo utilizado na matemática e na lógica, que se assemelham ao PC por ser um tipo de pensamento analítico. É a configuração de um pensamento que objetiva explicar as ocorrências por meio da decomposição em partes, de forma que sejam mais facilmente explicadas e solucionadas, tornando possível a compreensão do todo. Assim como o campo da Matemática, a Engenharia e a Ciência, o Pensamento Computacional compartilha o desejo de aprimorar a resolução dos problemas que o homem e a sociedade vivenciam.

²⁷ Gerald Jay Sussman é professor de Engenharia Elétrica no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Trabalha também na pesquisa de inteligência artificial do MIT. Companheiro da Association for Computing Machinery (ACM). Bacharel e Doutor em Matemática pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Mais informações disponíveis em: < <http://groups.csail.mit.edu/mac/users/gjs/>>.

²⁸ Edward Fox ensina na Virginia Tech, desde 1983. Ele é diretor executivo da Biblioteca Digital em Rede de Teses e Dissertações. Fox completou seu bacharelado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação no MIT (Massachusetts Institute of Technology), pós-graduação na recuperação de informação em Cornell. Mais informações disponíveis em: < <http://fox.cs.vt.edu/>>.

Ele compartilha com o pensamento matemático das formas gerais em que poderíamos abordar a solução de um problema. Ele compartilha com o pensamento de engenharia nas formas gerais em que poderíamos abordar a concepção e avaliação de um sistema grande e complexo que opera dentro das limitações do mundo real. Ele compartilha com o pensamento científico nas formas gerais em que poderíamos abordar a compreensão da computabilidade, a inteligência, a mente e o comportamento humano (WING, 2008, p. 3717).

O relatório do *Workshop* acerca da possível definição do que seja o Pensamento Computacional é aderente ao pensamento de Sussman (NRC, 2010) indicando que o PC é um raciocínio cuidadoso sobre os métodos precisos. É claramente relacionado, mas não idêntico ao raciocínio matemático. Ambos [Pensamento Computacional e pensamento matemático] estão envolvidos com a abstração e o raciocínio usando modelos simplificados.

A Computação faz a combinação entre as abstrações e a automação, sendo que o processo de raciocínio lógico é o fundamento do PC. Para automatizar os processos há diversas tecnologias que são consequências do sonho de Turing concretizado nas máquinas universais. A seguir apresenta-se a categoria representações do PC.

2.2.5 Categoria Representações

Brian Blake²⁹ (NRC, 2010) acrescenta a ideia de Wing e Sussman de que o PC deve incluir uma categoria de representações, visualizações de modelagem, ou meta-modelagem. Wilensky³⁰ (NRC, 2010) acrescenta o poder histórico de mudanças de representação e argumenta que, como outras mudanças, as representações computacionais permitem maior poder de modelagem e acesso mais amplo aos modelos científicos. Kolodner³¹ (NRC, 2010) observa que o Pensamento Computacional desempenha um papel na manipulação do *software* de apoio à resolução de problemas.

²⁹ M. Brian Blake é um professor de ciência da Computação e diretor associado de engenharia na Universidade de Notre Dame. Blake conduz experimentos nas áreas de educação em engenharia de software. Ele obteve seu doutorado em tecnologia da informação e ciência da Computação pela George Mason Universidade. Mais informações disponíveis em: <<http://www.cs.miami.edu/~blake/>>.

³⁰ Uri Wilensky é professor de Ciências da Aprendizagem e Ciência da Computação na Universidade Northwestern. Estuda a utilização de ferramentas, como StarLogoT e NetLogo, entre outras, que permitem aos aprendizes a explorar e criar simulações de fenômenos complexos em muitos domínios da ciência natural e social. Dr. Wilensky fez seus estudos de graduação e pós-graduação em matemática, filosofia e ciência da Computação na Brandeis e Harvard. Realizou o doutorado em Mídia, Artes e Ciências do Instituto de Massachusetts. Mais informações disponíveis em: <<http://www.sesp.northwestern.edu/profile/?p=89>>.

³¹ Janet L. Kolodner é professor regente na Escola de Computação Interativa na Georgia Institute of Technology. Janet é Bacharel pela Universidade Brandeis em Matemática e Ciência da Computação, mestre e doutora em Ciência da Computação pela Universidade de Yale. Mais informações disponíveis em: <<https://home.cc.gatech.edu/jlk>>.

Abrahamson³² (NRC, 2010) caracteriza o PC como o uso de sistemas relacionados à Computação (sistemas semióticos) articulados ao conhecimento explícito e visa ao conhecimento tácito, para manifestar este conhecimento em formas computacionais concretas e gerir os produtos gerados por tais esforços intelectuais. O Autor argumentou ainda que uma abordagem semiótica tem incorporado uma filosofia da relação entre compreensão e significado pessoal e ajuda a orientar a construção de significado pessoal para estes símbolos.

A categoria de representações inclui visualização de modelagem e meta-modelagem, representações computacionais que desempenham um papel de manipulação de *software* para apoio à resolução de problemas, fazendo uso de sistemas relacionados à Computação. Na Educação é possível visualizar as representações que os aprendizes realizam por meio de palavras, números, gráficos, mapas, mídias e textos, dentre outros artefatos que constroem utilizando ou não uma tecnologia computacional. Um programa de computador é uma representação computacional das ideias abstratas do aprendiz que estão apresentadas por meio de uma linguagem específica. Ao realizar pesquisas na internet, pode ser encontrada uma extensa gama de exemplos de representações criadas para facilitar atividades cotidianas. Ao pensar, utilizar e criar representações, o aprendiz está pensando sobre essas e assim entende e desenvolve seu processo de pensamento.

Outras ideias e definições que não podem ser incluídas em somente uma das categorizadas ou ainda que não possuem categorização serão apontadas no item a seguir.

2.2.6 Outras possibilidades de caracterização do Pensamento Computacional

Uma das ideias que pode ser incluída em mais de uma das categorias é a de Pea e Grover (2013), que em suas pesquisas indicam que os elementos amplamente aceitos para compreender o Pensamento Computacional e formar a base dos currículos que visam apoiar sua aprendizagem, bem como avaliar o seu desenvolvimento são: abstrações e generalizações de padrões; processamento sistemático de informações; sistemas de símbolos e representações; noções de algoritmos de fluxo de controle; decomposição de problemas estruturados – modularização; iterativo, recursivo e pensamento paralelo; lógica condicional; limitações de eficiência e desempenho, depuração e detecção de erros.

³² Dor Abrahamson é especializada no estudo da matemática intuição, raciocínio e aprendizado com as perspectivas de sinergia da teoria cognitivo e sociocultural. Mestrado em Psicologia Cognitiva pela Universidade de Tel Aviv, Israel, e o Ph.D. em Ciências, em 2004, na Northwestern University. Mais informações disponíveis em: < <http://edrl.berkeley.edu/content/dor-abrahamson>>.

Estes elementos indicados por Pea e Grover (2013), encontram-se presentes em quase todas as categorias, pois estão relacionados aos conceitos fundamentais da matemática e mais diretamente às atividades que direcionam o desenvolvimento de aplicativos e *hardwares* contidos na área da Ciência da Computação. Estão intimamente relacionados à linguagem, ao raciocínio lógico e ao processo cognitivo. São abstrações que possibilitam a resolução de problemas e que podem ser automatizadas.

O PC foi apresentado por Constable³³ (NRC, 2010) como termo que sua definição ainda está em aberta, pois abrange uma lista de conceitos que refletem a natureza dinâmica da tecnologia e da aprendizagem humana. O que torna o PC especialmente relevante é que os computadores executam os “pensamentos computacionais” e se tornam parceiros e colaboradores.

A indicação de Constable, ao comentar que o PC é uma definição em aberto, devido à dinâmica da natureza humana e das tecnologias que desenvolvemos, vai ao encontro das ideias de Moursund, ao relacionar o Pensamento Computacional com as noções de “pensamento processual” de Papert. Ambos os pensamentos são vistos como um modo de pensar que se utilizam das abstrações humanas para solucionar problemas e a automatização desses, refletindo a natureza da tecnologia e da aprendizagem humana.

A partir da categorização realizada foram observados indícios de que o PC está relacionado às atividades que envolvem a área da Matemática e a Computação, pois auxiliam na resolução de problemas (objetivo central do PC), por meio de abstrações e do pensamento algoritmo, possibilitando a ampliação da inteligência humana, automatizando por meio de um computador – maquinário ou homem - métodos precisos e representações nas diversas áreas do conhecimento. As categorias mencionadas no Quadro 1 estão interligadas entre si, por meio de suas definições e fundamentos.

Diversos mecanismos da área da Computação, como por exemplo, a web possui características matemáticas que passam despercebidas. O Quadro 1 apresenta conceitos da Matemática e da Ciência da Computação como fundamentos e definições do PC. O reflexo desta associação pode propiciar motivação para o aprendizado escolar, como a identificação de padrões (conteúdo matemático), que pode ser explorado em experiências de aprendizagem para o entendimento de sequências numéricas associadas a recursos computacionais. As categorias analisadas estão apresentadas e descritas no quadro apresentado a seguir.

³³Robert Constable é professor da Faculdade de Computação e Ciência da Informação. Foi presidente do Departamento de Ciência da Computação por 6 anos. Constable é um graduado da Universidade de Princeton, é doutor pela Universidade de Wisconsin. Mais informações disponíveis em: <<http://www.cs.cornell.edu/home/rc/>>.

Quadro 1 - Categorias do Pensamento Computacional baseadas nos seus fundamentos e definições

Categorias	Fundamentos e/ou Definições
Abstração	-Incidem sobre processos e fenômenos abstratos que os permitem.
	-A própria Ciência da Computação é o estudo dos processos de informação.
	São as abstrações – linguagem – método de raciocínio das ciências formais - processo cognitivo.
Pensamento Algorítmico	-Inclui o pensamento processual, desenvolvimento, procedimentos de teste e depuração, um conjunto detalhado passo-a-passo de instruções – Linguagem Logo.
	-Relação com a Ciência da Computação – pensar como um cientista da Computação.
	-Habilidade analítica desenvolvida por algoritmos no contexto da aprendizagem.
	-Inclui Raciocínio Heurístico – arte de descobrir.
	-Inclui automação – humana ou maquinário – virtual ou física.
Ampliação da Inteligência Humana	-Inclui, mas não é equivalente à inteligência artificial, consiste em esforços para imitar os processos mentais humanos, expansão das capacidades mentais por meio de ferramentas abstratas que ajudam a gerenciar a complexidade e permitem a automação de tarefas.
	-Pensar computacionalmente teria de envolver a capacidade real e competência com artefatos tecnológicos que possibilitem a ampliação da Inteligência humana, além de processos de pensamento que incluem ferramentas mentais.
	-Envolve a concepção de sistemas e compreensão do comportamento humano baseados na Ciência da Computação.
	-Visto como ferramenta cognitiva, uma forma de pensar em ferramenta.
	-É uma habilidade fundamental como os 3Rs. O PC seria o 4R, essência do PC que é pensar como um cientista da Computação - núcleo de todas as disciplinas STEAM.
	-PC como uma ferramenta cognitiva. - Uma forma de pensar em ferramenta que expandem ou estendem as capacidades mentais; ferramentas que ampliam a capacidade física; na Educação e formação permitem utilizar eficazmente ferramentas.
	-Refere-se ao Letramento ou fluência digital como uma nova forma de inteligência material.
Métodos Precisos	-É análise e procedimentos para realizar tarefas rigorosas, indicando a importância de ter uma linguagem precisa de métodos e conceitos, por essa razão, argumenta que o PC tem uma “estrutura linguística subjacente”.
	-É uma ponte entre a ciência e a engenharia, de uma meta-ciência, por estudar formas e métodos de pensamento aplicáveis, sendo o PC o elemento central do raciocínio.
	-É como o núcleo, é movimentação e manipulação de abstrações intangíveis para fins de resolução de problemas. - É o que os seres humanos fazem ao se aproximar do mundo considerando a manipulação de representações digitais e, portanto, todos os seres humanos podem ser engajar.
	-Compartilha com pensamento de engenharia e com pensamento científico
	-É um processo de resolução de problemas - Auxilia na Resolução de problemas.
	- É o raciocínio cuidadoso sobre os métodos de fazer as coisas. É relacionado, mas não idêntico ao raciocínio matemático. PC e pensamento matemático estão envolvidos com a abstração e raciocínio com modelos simplificados.
	Relação com o Pensamento Matemático – lógica – linguagem - método dedutivo - processo cognitivo.
Representações	-Deve incluir representações, visualizações de modelagem, ou meta-modelagem.
	-As representações computacionais permitiria maior poder de modelagem e acesso mais amplo aos modelos científicos.
	-Desempenha um papel na manipulação do software de apoio à resolução de problemas;
	-O uso de sistemas relacionados com a Computação (sistemas semióticos) articulados ao conhecimento explícito e objetivo ao conhecimento tácito, para manifestar esse conhecimento em formas computacionais concretas, e gerir os produtos que saem de tais esforços intelectuais.
Inserido em diversas categorias	Inclui conceitos fundamentais da matemática e da ciência da Computação como: generalizações de padrões; processamento sistemático de informações; sistemas, símbolos e representações; noções de algoritmos de fluxos de controle; decomposição de problemas estruturadas – modularização; iterativo, recursivo e pensamento paralelo; lógica condicional; limitações de eficiência e desempenho; depuração; detecção de erros sistemáticos.

Categorias	Fundamentos e/ou Definições
	Pautada em elementos objetivos, incluindo características, aprimoradas por disposições, atitudes e habilidades.

Fonte: Adaptado pela Autora, a partir dos fundamentos e definições do PC.

Outra definição que surgiu em 2011, após a realização do *Workshop* sobre o PC, que abrange as diversas categorias apresentadas no Quadro 1, foi elaborada pela *Computer Science Teachers Association*³⁴ – CSTA – juntamente com a *International Society for Technology in Education* - ISTE. Estas comunidades indicam que a definição para o PC possibilita a discussão pautada em elementos objetivos. Para a CSTA e ISTE (2011) o PC é um processo de resolução de problemas que inclui (não somente) as seguintes características:

- i. Formular problemas de forma que se possa usar um computador ou outras ferramentas para ajudar a resolvê-los;
- ii. Organizar e analisar logicamente os dados;
- iii. Representar dados por meio de abstrações, como modelos e simulações;
- iv. Automatizar soluções por meio do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas);
- v. Identificar, analisar e implementar possíveis soluções com o objetivo de alcançar uma combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos;
- vi. Generalizar e transferir este processo de resolução de problemas para uma grande variedade de situações.

Para o CSTA e ISTE (2011) estas características são suportadas e aprimoradas por uma série de disposições ou atitudes que são dimensões essenciais do PC e incluem:

- i. Confiança em lidar com a complexidade;
- ii. Persistência no trabalho com problemas difíceis;
- iii. Tolerância pela ambiguidade;
- iv. A capacidade de lidar com problemas abertos;
- v. A capacidade de se comunicar e trabalhar com outros para atingir um objetivo ou solução comum.

As habilidades da definição operacional apresentam os conceitos implícitos ao PC:

- i. Coletar dados: o processo de obtenção de informações;
- ii. Analisar dados: dar sentido às informações, encontrar padrões e tirar conclusões;

³⁴ A associação de professores da Ciência da Computação – CSTA – é uma organização que apoia e promove o ensino da Ciência da Computação e outras disciplinas da Computação. A CSTA oferece oportunidades para professores e aprendizes da educação K-12 compreender melhor as disciplinas desta área e para se prepararem com mais sucesso para ensinar e aprender. Disponível em: < <http://www.csta.acm.org/>>.

- iii. Representar dados: organizar informações em gráficos, mapas, palavras ou imagens;
- iv. Decompor problemas: dividir tarefas em partes menores e gerenciáveis;
- v. Abstrair: reduzir a complexidade para definir a ideia principal;
- vi. Algoritmos e procedimentos: Série de etapas ordenadas tomadas para resolver um problema ou conseguir algum fim;
- vii. Automatizar: ter computadores – maquinário ou humano - que fazem tarefas repetitivas ou tediosas;
- viii. Simular: representar ou modelar um processo. Também envolve a execução de experiências usando modelos;
- ix. Paralelização: organizar recursos para executar simultaneamente tarefas para alcançar um objetivo comum.

Os elementos indicados por Pea e Grover (2013), são similares às características indicadas pela CSTA e ISTE (2011), ambos estão inseridos na maioria das categorias apresentadas no Quadro 1 e foram deliberadas posteriormente à realização do *Workshop*.

A *Royal Society* (2012, p. 29) também ofereceu uma definição sucinta, que capta a essência do PC como sendo “processo de reconhecer os aspectos da Computação no mundo que nos rodeia e aplicação de ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para entender a razão sobre ambos os sistemas, processos naturais e artificiais”.

Pode-se encontrar na CSTA e na *Royal Society* uma relação direta do PC com a área da Ciência da Computação. Ambas as definições vêm ao encontro das características e aspectos que envolvem as atividades realizadas nesta área, utilizando as abstrações e também a automação dessas para resolução de problemas complexos de forma ágil, precisa e segura.

No item a seguir serão traçadas as considerações sobre estas categorias.

2.2.7 Considerações sobre as Categorias do Pensamento Computacional

As características que fundamentam o PC indicam que este conceito não é um constructo definido em termos precisos, apresentando diferentes compreensões. A expressão Pensamento Computacional introduzida por Wing em 2006 surpreende pelo impacto que causou na comunidade da Ciência da Computação e no meio acadêmico. Apesar de não estar fundamentado em resultados de pesquisas acadêmicas, foi amplamente difundido. Esta popularidade de certa forma reflete o anseio da comunidade de pesquisadores de Educação e Ciência da Computação, Tecnologia Educacional, Informática na Educação e áreas afins pela

conquista de espaços e de argumentos que possam renovar e aprofundar o uso das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

As teorias apresentadas, até o momento, estão sendo relacionadas ao PC no contexto escolar, indicando o seu potencial no desenvolvimento de aprendizagens diferenciadas dos aprendizes. Porém, para confirmar as reais contribuições da inserção do PC no processo ensino e aprendizagem se faz necessário validar tais teorias e para isso apresentar evidências baseadas em atividades realizadas na prática.

Em um panorama geral, o PC não se refere apenas a usar ferramentas computacionais com competência, mas também ao processo de pensamento para resolução de problemas que possibilitem desenvolver projetos como também construir objetos culturais.

É possível encontrar nas definições apresentadas, elementos também presentes nas características que baseiam os fundamentos da Ciência da Computação, tais como as abstrações, a resolução de problemas, a linguagem e o raciocínio lógico. Como também a relação que Moursund (NRC, 2010) faz entre o PC e o “pensamento processual”, a linguagem Logo e as ideias construcionistas de Papert.

Para efeitos desta tese, o Pensamento Computacional é caracterizado como um modo de pensar. Trata-se de abstrações que podem ser automatizadas por intermédio de um computador - maquinário ou homem - com o objetivo de solucionar problemas com base nos elementos objetivos: características; disposições e atitudes, e habilidades.

Estes elementos objetivos serão apresentados nesta tese como aprendizagens³⁵, relacionadas ao desenvolvimento pessoal dos aprendizes e contribuirão na análise dos dados coletados no estudo de caso, a partir da interação do aprendiz com os diversos objetos culturais no seu processo de aprendizagem.

Para uma melhor compreensão destas categorias, foi necessário analisar também as abordagens práticas do PC, abordadas na próxima sessão.

2.2.8 Abordagens Práticas para o Pensamento Computacional

Nessa seção são apresentadas as categorias em relação às abordagens práticas que estão relacionadas ao Pensamento Computacional expostas por diversos autores. Para a elaboração destas categorias foram sintetizadas informações sobre como o PC pode ser estimulado por meio de atividades práticas. O Quadro 2 apresenta as 3 (três) dimensões do PC: linguagem e

³⁵Aprendizagem como um método pelo qual as “competências, habilidades, conhecimentos, comportamento ou valores são adquiridos ou modificados, como resultado de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação” (APRENDIZAGEM, 2017).

programação; automatização de abstrações; atividades sem programação de computadores (desplugadas), bem como a dimensão colaborativa e a relação com computadores e/ou tecnologias, que são incluídas nas abordagens práticas mencionadas.

O próximo tópico apresenta a abordagem de aprendizagem por meio da linguagem e programação.

2.2.8.1 Linguagem e Programação

Um dos tópicos constantes no *Workshop* do NRC foi o do Pensamento Computacional como linguagem e programação. Foi discutida a ideia de que o Pensamento Computacional pode ser entendido como uma habilidade intelectual fundamental comparável a ler, escrever, falar e utilizar a aritmética. “Estas habilidades fundamentais são todos os meios de descrever e explicar problemas complexos e situações para os outros, tendo o PC a mesma finalidade [...] é comparável a outras habilidades cognitivas básicas que se espera que as pessoas na sociedade moderna possuam” (NRC, 2010, p. 11).

A programação, para Pea³⁶ (NRC, 2010), tem merecido ênfase na definição, assim como as abstrações que são criadas como passo-a-passo para os procedimentos algorítmicos. Wolz³⁷ (NRC, 2010) complementa esta ideia afirmando que a programação é uma linguagem para expressar pensamentos e que o aprendiz deve ser capaz de pensar nesta língua.

Resnick³⁸ diz que o “CT é mais que a programação, mas apenas da mesma forma que o letramento da linguagem é mais do que escrever. A programação, como a escrita, é um meio de expressão que desenvolve novas formas de pensar” (NRC, 2010, p. 11). Para este autor, PC significa expressar-se, ser capaz de criar, construir e inventar apresentações e representações usando a Computação, o que exige fluência com as mídias computacionais. O PC envolve a capacidade de criar uma linguagem bem adaptada para propósitos pessoalmente relevantes, conforme Kay³⁹ (NRC, 2010), sendo uma capacidade intelectual que pode ser ensinada.

³⁶ Roy Pea é professor da Stanford University de Ciências da Aprendizagem e diretor do Centro de Stanford para a Inovação na Aprendizagem. Mais informações disponíveis em: <<http://web.stanford.edu/~roypea/>>.

³⁷ Ursula Wolz é do Colégio de Nova Jersey. Professora associada da Ciência da Computação e Multimídia interativa. Wolz tem formação em Linguística Computacional, com um Ph.D. em Ciência da Computação pela Universidade de Columbia, um mestrado em Informática na Educação de Columbia Teachers College, e um diploma de bacharel na MIT, onde ela fazia parte do grupo de Seymour Papert Logo no início da pesquisa em ambientes de Computação construtivistas.

³⁸ Mitchel Resnick é professor de aprendizagem da pesquisa no Laboratório de Mídia do MIT, desenvolve novas tecnologias para envolver as pessoas (especialmente crianças) em experiências de aprendizagem criativas. Resnick é bacharel em física pela Universidade de Princeton, Mestre e Doutor em Ciência da Computação do MIT. Mais informações disponíveis em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/>>.

³⁹ Alan Kay é bacharel em Matemática e Biologia pela Universidade do Colorado. Tem mestrado e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade de Utah. Mais informações disponíveis em: <http://amturing.acm.org/award_winners/kay_3972189.cfm>.

A sugestão de Fox (NRC, 2010) no contexto do PC como uma linguagem, considerando que este tem uma longa trajetória histórica, é por meio “da contação de histórias que os antepassados modelaram e representaram realidade e passaram isso para outras pessoas, enriquecendo estes modelos para realizar, explorar, descobrir e sustentar a vida” (p. 12). Fox completa dizendo que hoje em dia, “a exploração de descoberta e de informações digitais são atividades centrais da vida humana”.

Os estudiosos indicam divergências sobre o Pensamento Computacional como uma linguagem e programação. DiSessa⁴⁰ (NRC, 2010, p. 11) enfatiza a “noção de letramento como uma construção social” e observou que “há um esforço para ensinar o Pensamento Computacional”. Para ele, o “letramento computacional” deve ser acessível a todos, o que não ocorre, configurando-se como um problema social. Por isso, é necessário que esse se torne um meio da sociedade encorajar ou exigir que os cidadãos tenham uma nova perspectiva sobre a prática social do uso das tecnologias.

DiSessa (2001) indica que o letramento computacional se refere a uma nova forma de pensar que deve ser parte do conhecimento básico e comum a todos. Está relacionado aos componentes incluídos na informática, nas mídias e no mundo digital, incluindo a linguagem de programação, que são decorrentes do desenvolvimento tecnológico. O letramento computacional é uma abordagem que objetiva modificar as formas como as estudantes aprendem e como pensam, buscando introduzir na tradição cultural da escola a era tecnológica.

Para DiSessa (2001), o uso de tecnologias e computadores tem o potencial de ser a base para uma nova “alfabetização” que empodera os indivíduos, podendo mudar a forma como as pessoas pensam e aprendem. Por isso, esta prática precisa ser considerada dentro de um contexto social. Sendo assim, entender o letramento significa compreender como as pessoas usam as tecnologias, habilidades e conhecimento em contextos sociais específicos.

Tais tecnologias e computadores podem ser o alicerce técnico de uma nova alfabetização, conforme indica DiSessa (2001), explicando que esses atuarão de maneiras diferentes como a alfabetização atual. Isso pode implicar em influências comparáveis às que já foram experimentadas para alcançar uma alfabetização em massa baseada em texto. Caso o letramento computacional vier a existir, este processo poderá ser empregado pelos estudantes constantemente em seu percurso no ensino, nas diversas atividades científicas e expressivas.

⁴⁰ DiSessa é o Professor e membro Nacional da academia da Educação. Seu trabalho atual concentra-se em ideias dos aprendizes em matéria de padrões e teoria Behaviour de sistemas de controlo-aka dinâmico. Ele recebeu seu Ph.D. em física pelo MIT. Mais informações disponíveis em: <<http://gse.berkeley.edu/people/andrea-disessa>>.

Sendo assim, fora do espaço escolar, permitirá que os indivíduos pensem e desenvolvam atividades inovadoras para a sociedade.

Para DiSessa (2001), o letramento computacional deve ser uma infraestrutura, da mesma forma que a atual alfabetização está nas escolas. Infraestrutura significa que o letramento não será apenas um resultado do processo educacional, mas a força motriz dentro dele. Os indivíduos devem ser aprendizes e se envolverem com estes conhecimentos computacionais em fases e atividades distintas do percurso escolar. Desta forma, desenvolverão novos tipos de competências que terão implicações transformadoras para suas vidas e para a sociedade. Porém, para que ocorram estas modificações se faz necessária uma mudança cultural no contexto escolar.

O letramento integra a vida social dos indivíduos muito antes dele frequentar o ensino regular, pois se utiliza da linguagem para se comunicar, para conseguir realizar tarefas com o auxílio de outros objetos, sejam eles físicos ou não. Ao ensinar a língua materna a uma criança, é apontada a ela a forma como deve exteriorizar os seus pensamentos e abstrações. Da mesma maneira, ela pode aprender e utilizar outras línguas e outras linguagens, sendo que estas expressarão seu raciocínio lógico, fundamental para seu desenvolvimento intelectual.

Existem diversos tipos de linguagens e configurações diferenciadas e entre essas estão os algoritmos e diversas linguagens de programação que possibilitam a comunicação entre homem-objeto e entre objeto-objeto. Por meio de atividades relacionadas à programação de um aparato tecnológico, é possível desenvolver o pensamento abstrato que pode ser materializado em um conjunto de pensamentos lógicos apresentados por meio de linguagens de programação digitais criadas e aprimoradas pelo homem. Indícios de que são atividades da vida humana e que possibilitam o desenvolvimento e o progresso da humanidade.

É possível ensinar a utilização destas linguagens de programação que podem estimular o raciocínio lógico por meio da dedução e da decomposição em partes de pensamentos e ideias. Estas abstrações materializadas em uma forma de comunicação permitem a automação destes processos por meio de equipamentos tecnológicos, indícios da importância da programação. Esta abordagem de aprendizagem por meio da linguagem e programação é um dos recursos computacionais utilizados nas atividades empíricas realizadas por aprendizes nesta tese.

No item a seguir será apresentada a abordagem de aprendizagem automatização de abstrações mecânicas.

2.2.8.2 Automatização de Abstrações Mecânicas

Outro t3pico analisado em rela33o 3s abordagens 3 o Pensamento Computacional como automatiza33o de abstra333es mec33nicas⁴¹. Neste tema, os pesquisadores indicam que o PC 3 centrado no processo de cria33o, no gerenciamento de abstra333es e na defini33o das rela333es entre as camadas de abstra33o. Neste sentido, Constable (NRC, 2010) aponta que a preocupa33o do Pensamento Computacional com as abstra333es 3 diferente nas ci33ncias naturais, pois os m33todos computacionais adicionam outra dimens33o para gerenciar e controlar a complexidade que 3 a automa33o.

No que se refere 3 automatiza33o de abstra333es mec33nicas, o PC 3 uma ferramenta para explicar e representar a complexidade do pensamento humano, por meio da automa33o, controlando a complexidade destas abstra333es. O Pensamento Computacional apresenta ter uma liga33o direta com as abstra333es e oferece um poder maior a essas por meio da automa33o das camadas de abstra333es. Desta forma, pode oferecer maior agilidade nos processos automatizados, fato que j33 ocorre em grandes corpora333es. Tamb33m pode ser agenciado por pessoas em contextos educacionais e com inten333es mais singulares.

A automa33o das abstra333es para resolu33o de um problema n33o ocorre somente por meio de uma linguagem, pois 3 poss33vel automatizar os pensamentos por meio de processos mec33nicos, como por exemplo, um motor de um carro, ou a fechadura de uma porta, entre outros. Esta abordagem de aprendizagem do PC 3 outra possibilidade oportunizada aos aprendizes no estudo de caso realizado nesta tese.

No pr33ximo t3pico ser33 apresentada a abordagem sem programa33o de computadores, ou seja, desplugada.

2.2.8.3 PC sem Programa33o de Computadores

Foi apresentada tamb33m uma abordagem para o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio de atividades desplugadas, ou seja, em contextos sem programa33o de computador. Estas atividades trabalham com os aspectos constantes no PC por meio de jogos, quebra-cabe33as atraentes, entre outros recursos⁴². Apresentam os aprendizes ao PC por meio de conceitos como n33meros bin33rios, algoritmos e compress33o de dados, separados das distra333es

⁴¹ Entende-se nesse estudo a automotiza33o de abstra333es mec33nicas como aquelas que s33o realizadas sem o uso de uma linguagem de programa33o.

⁴² Atividades desplugadas do computador podem ser verificados no site da *Unplugged* ou em trabalhos cient33ficos sobre o tema. Dispon33vel em: <<http://csunplugged.org/>>. Podem ser verificados trabalhos com esse enfoque na tese de doutorado denominada “Desenvolvimento do Pensamento Computacional atrav33s de atividades desplugadas na Educa33o B33sica” de Christian Puhlmann Brackmann

e detalhes técnicos de ter que usar computadores. Nenhuma programação é necessária para se envolver com estas ideias.

Em toda e qualquer atividade do ser humano são utilizadas abstrações para resolver situações, inclusive em atividades desplugadas. Este raciocínio lógico é concretizado sem o uso de um computador ou qualquer tecnologia digital, ao serem realizadas tarefas simples, como fazer uma lista de compras de supermercado ou até mesmo brincar com uma criança de esconde-esconde, acionando as percepções e utilizando criatividade e inteligência. A abordagem desplugada não será abordada no estudo de caso desta tese.

No tópico a seguir será exposta a abordagem de aprendizagem com uso de computadores e/ou tecnologias que se relacionam com o PC.

2.2.8.4 Computadores e/ou Tecnologias

Outro tema discutido e que está relacionado às três abordagens já mencionadas foi sobre como os computadores e/ou a tecnologia se relacionam como o PC, lembrando que o computador pode se referir a um processo que pode ser automatizado por um maquinário ou homem. Sendo assim, é um aspecto essencial do PC, à medida que é um agente que pode interpretar um conjunto de instruções sem ambiguidades.

A capacidade de desenvolver facilidades com as novas tecnologias é uma parte do PC. Diversos autores indicam que o PC é relevante, pois os computadores e as tecnologias são os agentes para a execução de “pensamentos computacionais”, e se tornam parceiros e colaboradores na descoberta. O fato de pensar em tecnologias e poder se referir a agentes humanos, torna o PC relevante para os indivíduos também fora do contexto mecânico. Aprender a utilizar e criar tecnologias de forma assertiva para resolver problemas é uma habilidade útil em qualquer área da vida humana, contribuindo para o letramento computacional. No item a seguir trata da abordagem colaborativa.

2.2.8.5 Colaborativa

No que se refere à abordagem colaborativa do Pensamento Computacional, que também abrange as demais categorias, a discussão dos participantes indica que o PC deve ser considerado como um fenômeno de grupo, bem como de um único indivíduo. Os grupos também podem engajar-se em PC para desenvolver representações, processos de depuração e assim por diante, resultando em uma atividade coletiva de descoberta que é mais rica do que aquela realizadas por um único indivíduo.

Ao referenciar à colaboração no PC Wolz (NRC, 2010, p. 19) argumenta que as descobertas sempre aconteceram coletivamente e nunca por um indivíduo só. “Há uma enorme quantidade de literatura emergente [...] não se trata de propriedade. É sobre a comunidade e a cultura que está à sua volta que lhe permite ter as ideias”.

Collins⁴³ (NRC, 2010, p. 20) relaciona colaboração à noção de PC como uma habilidade fundamental análoga à leitura e à escrita no letramento. Ele ressalta que o desenvolvimento de leitura e escrita não é simplesmente uma questão de habilidades técnicas, mas também implica uma comunidade social. Complementa ao relacionar o Pensamento Computacional com a colaboração que “aprendemos com a companhia que temos [...] as pessoas vão aprender a ler e escrever, se os indivíduos que elas admiram se preocupam com a comunidade a que pertencem”. Conseguir um letramento comparável em relação ao PC exigirá a promoção e o desenvolvimento de comunidades que o valorizem.

O trabalho coletivo propicia a integração de ideias que aceleram os avanços de uma sociedade. A colaboração no desenvolvimento do saber invoca novas posturas, Desta forma, são obtidos resultados inovadores e em benefício de grupos maiores. O trabalho colaborativo permite o desenvolvimento de redes, o intercâmbio de informações e novas formas de compartilhamento e acesso. A colaboração gera o envolvimento, a cooperação e o comprometimento, apresentando-se como elemento essencial da inteligência coletiva e da vida em sociedade.

Partir das abordagens expostas serão tecidas considerações sobre estas práticas.

2.2.8.6 Considerações: abordagens práticas de aprendizagem

Ao analisar os resultados das dimensões apresentadas, é possível perceber convergências nos enfoques atribuídos pelos autores. Essas dimensões nos remetem às possibilidades de abordagens práticas do PC.

Quadro 2 - Abordagens de aprendizagem do Pensamento Computacional

Categorias		
Linguagem e Programação	Computadores e/ou Tecnologias	Colaborativa
Automatização de abstrações Mecânicas		
PC sem Programação de Computadores – Atividades desplugadas		

Fonte: Adaptado pela Autora a partir das definições e fundamentos de diversos autores

⁴³ Allan Collins é professor de Educação e Política Social da universidade Northwestern. Ele estuda o ensino e a aprendizagem e escreve muito sobre esse tema. Mais informações disponíveis em: <<http://allancollins.northwestern.edu/>>.

As abordagens apresentadas no Quadro 2 sugerem diversas possibilidades de uso no contexto educacional pelo seu potencial de contribuição à aprendizagem dos estudantes. Wing (2012) indica que na área biológica o PC pode se beneficiar com estruturas de dados e de algoritmos, que representem proteínas elucidando suas funções. Modelos e linguagens que expressam processos computacionais indicam a dinâmica da biologia. Áreas como Astronomia, Medicina, Meteorologia, Neurociências, Estatística, Física, Química, Matemática, Geociências, Engenharia, entretenimento, esporte e muitas outras podem se beneficiar com o desenvolvimento do PC, para capacitar os aprendizes a trabalharem com problemas complexos na busca de soluções, transformando os diversos campos de conhecimento.

Estas ideias podem ser exploradas na abordagem colaborativa, pois as descobertas acontecem de uma maneira em geral, coletivamente implicando em uma comunidade social; na abordagem computadores e/ou tecnologias, uma vez que envolvem objetos culturais que podem ser desenvolvidos de forma automatizada, incluindo assim a automatização de abstrações mecânicas ou uma linguagem e programação.

A pesquisa empírica desta tese tem enfoque principal à abordagem de aprendizagem do PC linguagem e programação, porém não se limita a essa. A dimensão colaborativa e computadores e/ou tecnologias se incluem nas demais abordagens que serão também utilizadas.

Nesta seção foram apresentadas as 3 (três) abordagens de aprendizagem do Pensamento Computacional na prática educacional e as dimensões que nelas se incluem: linguagem e programação; automatização de abstrações mecânicas; atividades desplugadas; computadores e/ou tecnologias e colaborativa. As atividades práticas que consideram estas categorias podem contribuir para estimular o desenvolvimento do PC, conseqüentemente do letramento computacional. Estratégias essas que podem ser utilizadas em ambientes instrucionistas ou construcionistas.

Tendo em vista a importância do Construcionismo enquanto uma abordagem de aprendizagem, serão apresentados a seguir os seus principais fundamentos e características.

2.3 Fundamentos do Construcionismo

Nessa seção serão descritos e analisados os fundamentos do Construcionismo enfatizando suas características, com base nas ideias de Papert, Valente, Resnisk, Blikstein, Moursund, dentre outros autores de expressão no estudo deste tema. Esta teoria foi introduzida com base nas ideias da linguagem de programação Logo e posteriormente aplicada a outros objetos culturais. Também foram apontadas divergências do Construcionismo em relação à teoria instrucionista.

Para desenvolver uma abordagem aprofundada do Construcionismo, ambiente foco da presente tese, faz-se necessária uma breve distinção entre esta teoria de aprendizagem e o Instrucionismo, abordagens principais para o uso da tecnologia na Educação.

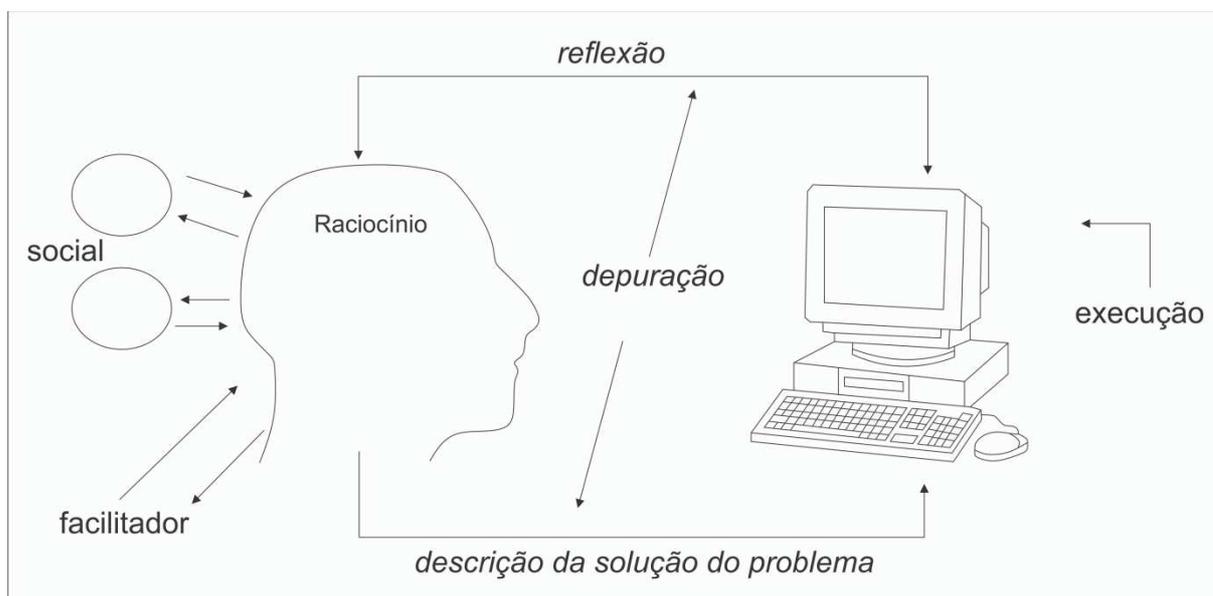
A abordagem de aprendizagem instrucionista é baseada na teoria tecnicista, valoriza a estrutura curricular, a repetição de informações com assimilação mecânica. Neste ambiente o computador tem a tarefa de ensinar o aprendiz, “máquina de ensinar” em uma visão tecnocentrista, que coloca as tecnologias como centro de reflexão e facilita o trabalho do professor. O papel central é do professor, repassador de conteúdo, o aluno é um receptor passivo do conhecimento (PAPERT, 1987, 1994; VALENTE, 1997). Esta abordagem apresenta características opostas as da aprendizagem construcionista, como veremos a seguir.

A teoria Construcionista de Seymour Papert foi fortemente influenciada pela obra de Jean Piaget⁴⁴ em relação à Epistemologia genética. Tal influência teórica é decorrente do convívio de Papert com Piaget na Universidade de Genebra durante sua formação intelectual como PhD em matemática. Papert foi pioneiro da Inteligência artificial e criador da linguagem de programação Logo (1967), em um período que não existia internet, nem mesmo os computadores pessoais.

Almeida (2000) indica que as bases da proposta de Papert foram inspiradas em uma rede de teorias de outros pensadores como, por exemplo: Dewey (1979) e o Método da Descoberta; Paulo Freire (1979, 1995) em relação à Educação Progressista e Emancipatória e Vygotsky (1989) sobre Zona de Desenvolvimento Proximal. Ideias essas que se “contrapõem, mas se inter-relacionam, em um diálogo que as incorpora a um processo de descrição-execução-reflexão-depuração” (ALMEIDA, 2000, p.27), em uma proposta educacional que busca integrar contribuições teóricas.

⁴⁴ Jean William Fritz Piaget investigou a teoria do conhecimento com base no estudo da gênese psicológica do pensamento humano. A importância na educação das crianças foi o foco de Piaget, pioneiro da teoria Construtivista do conhecimento. Maiores informações disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jean_Piaget>. Acesso em: 01/07/2015.

Figura 1 - Ciclo descrição-execução-reflexão-depuração



Fonte: Valente, 1993.

O matemático Seymour Papert também é um dos criadores do *Media Lab*⁴⁵, que expandiu o Construcionismo com a publicação dos seminários “*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*”, livro com o título traduzido no Brasil para “*LOGO: Computadores e Educação*” (PAPERT, 1980). Em *Mindstorms*, Papert atraiu pesquisadores para a combinação da psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget e o uso de tecnologias na Educação, trazendo experiências aos aprendizes no contexto da programação e robótica. Estas experiências transformaram muitas das ideias teóricas de Papert em produtos sob o título de “*Lego Mindstorms*⁴⁶”, os primeiros brinquedos infantis denominados atualmente de brinquedos programáveis (RAABE et al., 2015a).

A preocupação de Papert é em como a Educação pode atingir seus objetivos mais amplos. Este educador acredita na potência das ideias e para ele o computador e os diversos objetos culturais podem catalisá-las e, desta forma, revolucionar o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando mudanças no sistema educacional. É responsabilidade da escola contribuir efetivamente para a Educação das crianças e cabe às pessoas dedicadas ao ensino este compromisso. Espera-se que seus “beneficiários sejam capazes de usar o conhecimento existente e se tornem pensadores ativos e críticos. [...] que eles sejam capazes de conhecer o

⁴⁵ Media Lab é um laboratório de pesquisas da MIT que está situada na cidade Cambridge, Estados Unidos - EUA. Algumas das pesquisas desenvolvidas tratam de tecnologias pensando no desenvolvimento do mundo e da “adaptabilidade humana”. Maiores informações em: <<https://www.media.mit.edu/>>. Acesso em: 01/07/2015.

⁴⁶ Lego Mindstorms é uma série de kits que contém software e hardware para criar robôs programáveis. Maiores informações em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms>>. Acesso em 03/07/2015.

seu potencial intelectual, e utilizá-lo no desenvolvimento de suas habilidades e aquisição de novos conhecimentos” (PAPERT, 1980, p. 9).

O Construcionismo, para Kafai e Resnick (1996), defende duas ideias: a primeira é que a aprendizagem é um processo ativo, por meio do qual o indivíduo constrói ativamente o seu conhecimento a partir das experiências do mundo que o cerca. A segunda ideia indica que as pessoas constroem um conhecimento novo, de forma efetiva, quando estão envolvidas ativamente na construção de um produto que possui significado para elas ou para pessoas que as rodeiam.

Segundo Valente (1999), o Construcionismo “significa a construção de conhecimento baseada na realização concreta de uma ação que produz um produto palpável (um artigo, um projeto, um objeto) de interesse pessoal de quem produz” (p. 141). O Construcionismo é outro nível de construção do conhecimento e que estende a ideia do Construtivismo “a construção do conhecimento que acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador” (VALENTE, 1991, p.30).

A seguir será apresentada a linguagem de programação Logo que deu início às ideias construcionistas, indicando que o Construcionismo foi além desta linguagem.

2.3.1 Linguagem de programação Logo

A filosofia educacional de Papert, o Construcionismo, é ilustrada pela linguagem de programação Logo⁴⁷, projetada por Papert, Cynthia Solomon, Wally Feurzeig, Daniel G. Bobrow em 1967 com o objetivo original de ensinar os conceitos de programação relativos aos LISP⁴⁸. Somente mais tarde passaram a oferecer às crianças uma tecnologia interativa que permitisse programar e criar⁴⁹. Neste processo de interação com a tartaruga⁵⁰, Papert acredita que o aprendiz pode entender, prever e raciocinar sobre o movimento dela, em uma terra da matemática – Matelândia, na qual as crianças brincam com palavras e frases.

⁴⁷É utilizada como ferramenta de apoio ao ensino básico e por aprendizes em programação. Envolve uma tartaruga gráfica interativa, que incentiva o aprendizado. A Linguagem Logo implementa a filosofia construcionista.

⁴⁸LISP é uma linguagem de programação concebida por John McCarthy em 1958 no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). É a segunda mais velha linguagem de programação de alto nível, a primeira é Fortran. Foi projetada para processamento de dados simbólicos, sendo uma linguagem formal matemática. É uma linguagem multi-paradigma, pois possui paradigmas de orientação a objetos, programação procedural, programação funcional e reflexiva. LISP introduziu muitas ideias em ciências da Computação, como estruturas de árvore de dados, gerenciamento de armazenamento automático, tipagem dinâmica, condicionais, funções de ordem superior, recursão, entre outras. Maiores informações disponível em: < <http://lisp-br.org/>>.

⁴⁹ Informações disponíveis no link: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Logo_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Logo_(programming_language))>. Acesso em 03/07/2015.

⁵⁰ A tartaruga é a representação gráfica que identifica a posição em que se encontra o cursor no ambiente Logo.

As raízes intelectuais do Logo estão na inteligência artificial, na lógica matemática e na psicologia do desenvolvimento (FEURZEIG, 1984). O aprendiz interagindo com este ambiente, desenvolve outros conhecimentos “que propiciam à criança as condições de entrar em contato com algumas das mais profundas ideias em ciência, matemática e criação de modelos” (PAPERT, 1980, p. 9). O aprendizado ocorre quando a criança, que é inteligente, ensina o computador, que é burro. Assim é invertido o papel do computador na escola, ao contrário de ideias instrucionistas já existentes.

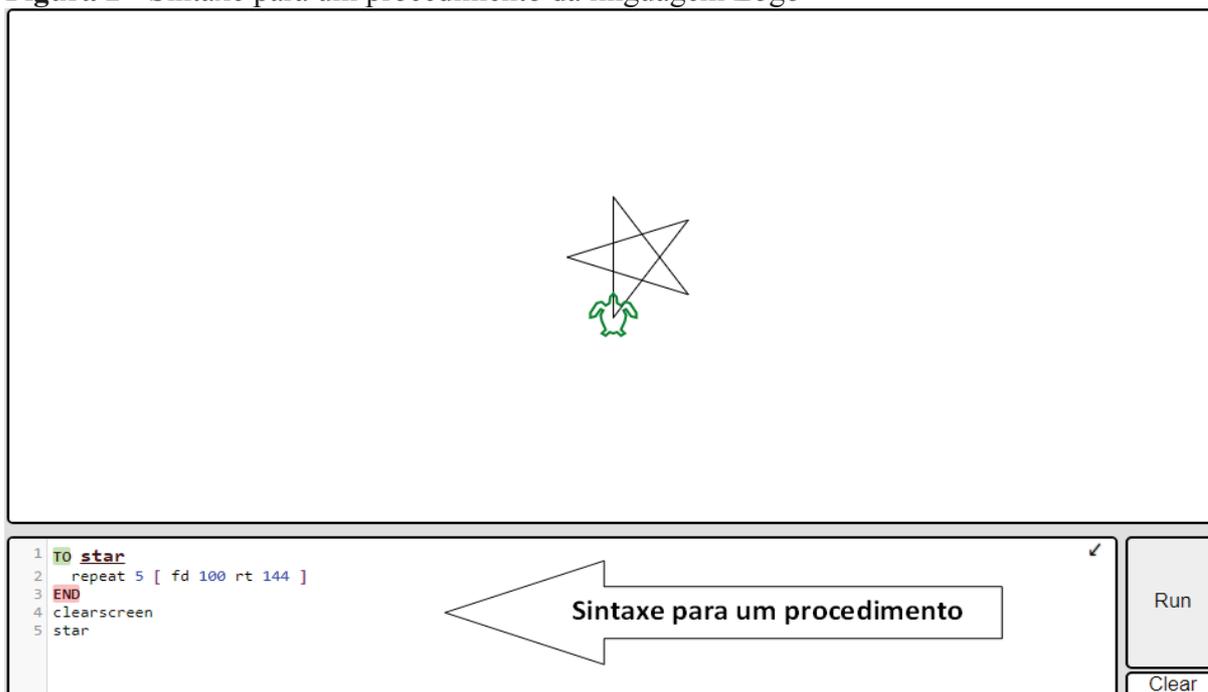
O Logo é uma linguagem de programação educacional que propicia atividades construcionistas, sendo acessível também a novatos. Atividades com um número pequeno de aprendizes do ensino fundamental foram realizadas, por pesquisadores da MIT⁵¹ nos Estados Unidos, em escolas locais de *Cambridge* na década de 1970. A linguagem Logo foi concebida como uma ferramenta à aprendizagem e a programação realizada com esta linguagem não é um fim em si mesmo. Um evento importante para o uso da linguagem Logo foi a publicação do livro *Mindstorms* de Papert, o potencial intelectual e criativo do Logo, que despertou interesse de pesquisadores no início de 1980 (LOGO FOUNDATION⁵², 2015).

O Lisp, linguagem de programação que fundamenta o Logo, segundo Brian Harvey é “a linguagem mais utilizada nos projetos de pesquisa mais avançadas em ciência da Computação e, especialmente, na inteligência artificial” (1997, p.XV). O Logo se baseia, assim como o Lisp, na ideia de composição de funções e tem como conceito central procedimentos. Em Logo há somente uma sintaxe, aquela que invoca um procedimento.

⁵¹ Massachusetts Institute of Technology é um centro universitário de educação e pesquisa privado, localizado na cidade de Cambridge no estado de *Massachusetts*, Estados Unidos. Disponível em: <<http://web.mit.edu/>>.

⁵²A Logo Foundation foi projetada para ser um ambiente de aprendizagem no qual a aprendizagem piagetiana pode ocorrer e é suportada, para informar as pessoas sobre esse projeto e para apoiá-los na utilização de ambientes de aprendizagem baseados na linguagem Logo à aprendizagem e ensino. <www.logofoundation.com>.

Figura 2 - Sintaxe para um procedimento da linguagem Logo



Fonte: Disponível em: <<http://www.calormen.com/jslogo/>>

Para Harvey (1982), algumas das características principais Logo é o modo interativo, recursividade, decomposição dos programas em procedimentos, processamento de listas, ausência de variáveis específicas que são projetadas em torno de ideias matemáticas. Outra característica do Logo é *Turtle Graphics* – gráficos da tartaruga – termo da Computação gráfica que usa um aparente cursor em cima de um plano cartesiano (Figura 2).

Todo mundo trabalha com procedimentos na vida diária. Brincar com um jogo ou dar instruções a um motorista perdido são exercícios de pensamento usando procedimentos. [...] no ambiente Logo, um procedimento torna-se uma coisa que recebe nome, pode ser manipulada e reconhecida à medida que as crianças adquirem a ideia de procedimento (PAPERT, 1980, p. 185).

O termo “pensamento usando procedimentos” foi uma tradução do livro de origem “*Mindstorms*” do termo “*procedural thinking*”, que pode também ser traduzido por pensamento processual, que Moursund (2015) descreve como um dos adjetivos de modos de pensar. Pensamento processual representa, para este pesquisador, ideias que fundamentam a área da Ciência da Computação, pois o computador de forma automática, rápida e com precisão executa certos tipos de procedimentos.

Atividades de programação, particularmente as que possuem os princípios educacionais do Logo, promovem o pensamento processual, que é extremamente importante aos aprendizes, pois o ensina como resolver problemas em componentes simples e a partir destas partes menores solucionar os *bugs* quando algo está incorreto. Esta capacidade é valiosa para um programador, pois se aplica em todos os aspectos da vida do estudante, oportunizando o aprimoramento das

suas capacidades. “Os programadores de computador pensam em termos de resolução de problemas e realização de tarefas por meio do uso de procedimentos. Os procedimentos podem ser algorítmicos ou heurísticos, ou uma combinação destas duas abordagens” (MOURSUND; RICKETTS, 2015).

Novas versões do Logo foram implementadas em diversas linguagens e podem ser visualizadas no *link* do projeto *Logo Tree Project*⁵³, que contém o texto explicativo redigido em 2014 e que ainda está à espera de colaboração para manter esta árvore atualizada. O projeto apresenta uma árvore genealógica, até o momento com 303 derivações do Logo, para demonstrar a evolução, a diversidade e vitalidade desta como uma linguagem de programação.

Conforme os aspectos descritos, várias linguagens de programação foram desenvolvidas a partir das ideias do Logo e do Construcionismo. Entre estas derivações ocorreram mudanças significativas como a inclusão de multitarefas e do processamento paralelo. Uma inovação foi a LEGOLogo, desenvolvida por Mitchel Resnick e Steve Ocko da MIT, que conecta um robô a um computador e depois transfere o programa para o robô e pode funcionar de forma autônoma. Há a linguagem de programação NetLogo desenvolvida por Uri Wilensky, que é baseada em agentes e ambiente de modelagem integrada. A StarLogo também é baseada em agentes e pode ser usada para modelar comportamento de sistemas descentralizados, desenvolvida por Mitchel Resnick do MIT (LOGO FOUNDATION, 2015).

Em 2004 emergiu o Scratch⁵⁴, um novo ambiente de programação Logo desenvolvido pela MIT *Media Lab*, que usa paradigmas de blocos de programação e que foi originalmente implementado como *Logo Blocks*. O Logo tem uma crescente família de linguagens de programação e ambientes de aprendizagem, bem como, uma comunidade mundial de pessoas reunidas por um compromisso compartilhado com a filosofia educacional construcionista. Algumas das características construcionistas estão apresentadas a seguir.

2.3.2 Características Construcionistas

No Construcionismo há duas ideias que diferem do Construtivismo de Piaget na construção do conhecimento: “primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer, do ‘colocar a mão na massa’, “de aprender fazendo” – *Hands-on*. Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa”, a ênfase

⁵³ Disponível em: <<http://elica.net/download/papers/LogoTreeProject.pdf>>. Acesso em: 01/07/2015.

⁵⁴ Maiores informações disponível em: <<https://scratch.mit.edu/>>.

no Construcionismo “está na aprendizagem ao invés de estar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução” (VALENTE, 1993, p.30), que era o pensamento até então vigente na aprendizagem instrucionista.

Piaget estudou as fases de desenvolvimento do educando em estágios, defendendo a ideia de que, em cada uma destas etapas, determinadas características são identificadas em todos os indivíduos da mesma faixa etária. Por sua vez, Papert argumenta que o aprendiz pode avançar estes estágios, independentemente de sua faixa etária, por meio do envolvimento em atividades que estimulem seu protagonismo, e conseqüentemente a sua aprendizagem.

O Construtivismo foca nos interesses e nas habilidades dos aprendizes em diferentes estágios de desenvolvimento para alcançar metas específicas, não visa às diferenças individuais e o contexto. O Construcionismo tem como base o construtivismo, porém centra-se na arte de aprender por meio de objetos culturais que pode concretizar o pensamento formal, enfatizando o protagonismo dos aprendizes, no contexto e nas diferenças individuais, diferentemente da teoria instrucionista, que o foco central está no papel do professor que é repassador de conhecimento.

Além do jogo de palavras entre a nomenclatura das duas teorias, que é válido, as integrações de ambas as visões enriquecem o entendimento de como as pessoas aprendem e crescem. Integrar as perspectivas mencionadas ilumina os processos pelos quais os indivíduos conseguem dar sentido à sua experiência e ao seu aprendizado, aperfeiçoando gradualmente suas interações com o mundo.

Como Papert mostra em seus textos, existe uma íntima relação entre a filosofia Logo e a presença do computador. Valente (1996) indica que:

Entretanto, as ideias incorporadas no Logo não se limitam ao uso de um computador. Ele nasce com o computador, mas se torna interdependente e aplicável a inúmeras atividades diárias. Como por exemplo, Papert ressalta, similaridades entre o processo de aprendizagem em Logo e as relações entre sambistas experientes e novatos em ensaios de escolas de samba nos morros brasileiros. Cabe, portanto, a cada indivíduo a tarefa de conhecer a filosofia, avaliá-la, e, se for o caso, determinar como melhor implementá-la (VALENTE, 1996, p. 10).

A ideia do que muda neste procedimento é explicada por Piaget, quando diferencia o pensamento “concreto” do pensamento “formal”. O concreto já se encontra em formação no primeiro ano escolar, sendo consolidado nos próximos anos. E o formal somente se desenvolve por volta dos 12 anos, porém existem pessoas que nunca o desenvolvem de maneira completa. Papert diz que as tecnologias que uma cultura oferece como, por exemplo, o computador e outros objetos culturais, podem concretizar o pensamento formal. São estes materiais que permitem os meios para abordar o que Piaget e muitos outros pensadores identificam como o

obstáculo que deve ser transposto para a “passagem do pensamento infantil para o pensamento adulto”. Desta forma, mudam os “limites entre o concreto e o formal”, já que conhecimentos que só “eram acessíveis através de processos formais podem agora ser abordados concretamente” (PAPERT, 1980, p.37).

Na filosofia Logo, o estudante é quem ensina o computador, invertendo o papel desse na escola, ao deixar de transferir a informação e formalizar os conhecimentos intuitivos do aprendiz. O computador, ao ser “usado como objeto de reflexão, se torna uma poderosa fonte de aprendizagem”. A filosofia Logo nasce com o computador, mas não se limita a esse, pois “se torna independente e aplicável a inúmeras atividades da vida diária” (PAPERT, 1980, p. 9:10).

As ideias muito abstratas precisam de modelos mentais para torná-las amigáveis e de um componente afetivo para que seja relevante a compreensão de um novo assunto e realmente ocorra o aprendizado. “Qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos; caso contrário tudo pode ser extremamente difícil”. Papert desenvolve uma maneira de pensar semelhante à de Jean Piaget, no que se refere à gênese do Conhecimento, “a compreensão da aprendizagem deve ser genética” (PAPERT, p. 13).

Os modelos disponíveis são o que definem o que um indivíduo aprende e como aprende. “As leis da aprendizagem devem estar em como as estruturas intelectuais se desenvolvem a partir de outras e em como, neste processo, adquirem as formas lógica e emocional” (PAPERT, 1980, p. 13). Papert amplia a ênfase cognitiva de Piaget com o intuito de incluir uma nova perspectiva educacional, que evidencia a preocupação com o afetivo.

Papert pensa o computador como uma máquina para ensinar, de forma a mudar a maneira de pensar e aprender das pessoas. A presença do computador na vida dos estudantes pode contribuir para os seus processos mentais, de maneira conceitual, mesmo que eles não estejam fisicamente próximos dos computadores, como uma máquina de produção do conhecimento.

Os computadores podem ser os portadores de inúmeras ideias e de sementes de mudança cultural, como podem ajudar na formação de novas relações com o conhecimento de maneira a atravessar as tradicionais barreiras que separam a ciências dos seres humanos e esses do conhecimento que cada indivíduo tem de si mesmo.[...] desafia crenças difundidas a respeito de quem entende o que e em que idade. [...] é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos (PAPERT, 1980, p.16:17).

Na perspectiva do aprendiz, ensinar o computador faz com que ele adquira um sentimento de domínio no uso das tecnologias e “estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais”

(PAPERT, 1980, p.18). O estudante passa a ser "capaz de pensar como um cientista", que significa "ter uma compreensão intuitiva destes assuntos epistemológicos [...], trabalhando com a tartaruga as crianças podem ter a oportunidade de conhecê-los" (p.145).

A teoria de Piaget (1971) indica que os indivíduos podem construir suas estruturas intelectuais e isso acontece antes mesmo de irem à escola, parecendo serem aprendizes inatos, já que o aprendizado acontece sem o ensino, pois aprende a falar, a geometria intuitiva para se deslocar no espaço, a retórica e a lógica para conviver e se relacionar com sua família sem a necessidade de serem ensinadas.

Mas devemos perguntar por que alguns tipos de aprendizado ocorrem tão cedo e espontaneamente enquanto outros ficam mais atrasados ou jamais acontecem sem que sejam submetidos deliberadamente a uma instrução formal (PAPERT, 1980, p.20).

Ao olhar "a criança como um construtor" que necessita de materiais para construir suas obras, Papert (1980) apresenta o caminho para esta resposta que é "quanto ao papel atribuído ao meio cultural como fonte destes materiais", no caso dos objetos culturais, ponto de discordância com Piaget.

Em alguns casos, o meio cultural oferece os materiais em abundância, facilitando assim o aprendizado construtivo piagetiano. [...] Mas em muitos casos em que Piaget explicaria o desenvolvimento mais lento de um conceito através da sua maior complexidade ou formalidade, eu vejo o fator crítico como sendo a relativa pobreza do meio cultural em materiais que tornariam o conceito simples e concreto. Em outros casos, ainda, o meio cultural pode fornecer materiais mas bloquear o seu uso. No caso da matemática formal há tanto uma falta de materiais quanto um bloqueio cultural (PAPERT, 1980, 20:21).

Ao utilizar uma linguagem de programação, o programador se habitua a isolar e corrigir *bugs*, que são as partes do programa que impedem o seu funcionamento e somente se executam depois de serem eliminados. A importância não é em determinar se o programa está certo ou errado, mas de se questionar para torná-lo executável. A mudança da ideia das ações de sucesso e fracasso pode fazer o aprendiz "refletir sobre a aprendizagem por analogia, o desenvolvimento de um programa é uma maneira acessível e poderosa de começar a ser mais articulado em suas próprias estratégias de *debugging* e mais deliberado em aperfeiçoá-las" (PAPERT, 1980, p.40).

O Construcionismo concentra-se na arte de aprender, ou "aprender a aprender", e no significado de fazer as coisas aprendendo. Está interessado em como os aprendizes se envolvem em uma conversa com os seus próprios artefatos ou de outras pessoas e como estas conversas aumentam a aprendizagem autodirigida e facilitam a construção de novos conhecimentos. Ele ressalta a importância dos artefatos, ferramentas, mídias – objetos culturais - e contextos no desenvolvimento humano. O meio cultural é a fonte destes materiais, pois a disponibilidade de material no meio cultural torna o desenvolvimento de um conceito mais simples e concreto.

No item a seguir será comentado sobre os micromundos e o papel do professor na teoria de aprendizagem construcionista.

2.3.2.1 Micromundos e o Papel do Professor

Para trabalhar no ambiente Logo, Papert criou um ambiente de aprendizagem denominado de *microworld* - micromundo - que teve sua primeira definição formal como um,

[...] subconjunto da realidade ou uma realidade construída cuja estrutura corresponde à de um determinado mecanismo cognitivo de modo a proporcionar um ambiente em que o último pode operar eficazmente. O conceito leva ao projeto de inventar micromundos estruturados de forma a permitir que um aluno humano exerça ideias especiais poderosas ou habilidades intelectuais (PAPERT, 1980, p. 204).

Micromundo “é um modelo de como a aprendizagem de uma ideia pode ser semelhante à maneira como conhecemos uma pessoa”. Os aprendizes que interagem “nestes ambientes certamente descobrem fatos, fazem generalizações e aprendem habilidades”. A principal experiência é explorar o que a tartaruga “pode e o que ela não pode fazer” (PAPERT, 1980, p. 166:167).

Para Wilson (1995), os micromundos são ambientes nos quais ocorre a aprendizagem e que exigem dos aprendizes um grau de iniciativa e escolha, tornando o ensino eficaz. Nesta concepção, a aprendizagem é promovida e apoiada, mas não controlada ou ditada, como acontece em um ambiente instrucionista. Ao contrário, caracteriza-se como um lugar onde os aprendizes podem trabalhar juntos e apoiar uns aos outros, por meio de uma variedade de ferramentas e recursos de informação em busca de objetivos de aprendizagem e atividades de resolução de problemas.

O termo micromundo, pode ser também programas de computador que representam modelos do mundo real e permitem que os aprendizes explorem, manipulem e experimentem, por meio destes modelos. São ambientes de aprendizagem, físicos ou virtuais, que implementam um modelo construcionista. Um micromundo rico e sofisticado é um incubador de conhecimento.

Um micromundo [...] visa à incorporação de ideias importantes em uma forma que os alunos podem facilmente explorar. Os melhores micromundos facilitam o entendimento do conjunto de operações que os alunos usam, desta forma, podem envolvê-los em tarefas significativas. Ao fazer isso, compreendem os poderosos princípios subjacentes (DISESSA, 2001, p.47)

Característica importante dos micromundos é seu potencial para motivar e fornecer *feedback* imediato ao seu usuário, bem como a sua flexibilidade para gerar uma multiplicidade de situações difíceis e uma variedade de ligações dinâmicas entre símbolos, representações gráficas e numéricas. Estes ambientes permitem desenvolver simulações de fenômenos do

mundo real, como também oferecem a funcionalidade exploratória (ferramentas de observação, de manipulação e de objetos de teste) necessária para examinar estes fenômenos (EDWARDS, 1995). Nesta perspectiva, o domínio dos micromundos consiste em conjuntos de objetos culturais que modelam as propriedades matemáticas ou físicas. Como também, na capacidade de combinar objetos ou operações de formas complexas, sendo o estudante desafiado a resolver problemas e atingir uma meta. Desta forma, os micromundos permitem que as pessoas compreendam conceitos e princípios altamente significativos e aplicáveis subjacentes aos sistemas complexos.

Os micromundos são ambientes que ampliam as capacidades intelectuais dos aprendizes, sendo o ambiente de aprendizagem Logo um exemplo, pois se torna uma forma de seu usuário lidar com ideias matemáticas geralmente consideradas difíceis e abstratas. E o papel principal da linguagem Logo é a maneira com que “concretiza” ideias “abstratas” (EDWARDS, 1995). A ideia de depuração, no caso a possibilidade de alterar erros em tarefas de resolução de problemas, torna-se uma fonte rica de informações, sem a qual não poderia ser encontrada uma solução correta.

O papel do professor/facilitador e a prática de sala de aula são fundamentais nos micromundos. Nesta cultura de aprendizagem, os aprendizes perguntam, testam e justificam a sua compreensão. Estão ativamente engajados na construção e avaliação de seus trabalhos, em contextos de problemas desafiadores e reflexivos (SALOMON, et al. 1991). Esta visão é oposta ao papel do professor e do aprendiz em um contexto instrucionista.

O professor é o facilitador no ambiente construcionista e media o processo de desenvolvimento da aprendizagem do estudante. Ele desempenha diversas funções para que isso ocorra, como por exemplo: conhecer o estudante, como ele pensa suas capacidades e limitações; incentivar diferentes níveis de representação para solução de problemas; trabalhar diferentes níveis de abstrações reflexivas; esclarecer o problema que o aprendiz está resolvendo; facilitar a reformulação das ideias dos aprendizes verificando sua efetividade; incentivar as relações sociais entre os envolvidos e servir de modelo colocando-se na posição do aprendiz com prática e atitudes (VALENTE, 1996).

O papel do professor neste ambiente pressupõe mudança de atitude, já que o protagonista é o aprendiz, implicando em mudança em relação ao paradigma instrucionista. O professor construcionista realiza cada uma das funções apresentadas ao mediar e facilitar o processo descrição-execução-reflexão-depuração que o aprendiz realiza por meio do desenvolvimento de suas ideias, projetos e construção de aparatos tecnológicos – físicos ou digitais, nos diversos tipos de micromundos.

Estes ambientes construcionistas em que os aprendizes podem exercer um controle significativo sobre suas criações, contém um conjunto de instruções que fornecem aos seus estudantes os meios necessários para executar diferentes tipos de representações interativas do mundo real. Eles agem como cientistas e inventores, já que planejam projetos completos desde a exploração de ideias, da construção de modelos e o desenvolvimento e criação de um produto final.

Como numa boa aula de Educação artística, a criança está aprendendo conhecimentos técnicos como um meio de realizar um objetivo criativo e de sua própria escolha. Haverá um produto. E tanto o professor quanto a criança podem ficar entusiasmados com ele. [...] A espiral feita no micromundo da Tartaruga é uma nova e excitante criação da criança. [...] Aqui elas podem levar seu trabalho a sério. [...] A verdade ou a falsidade da teoria é secundária ao que ela contribui para a aprendizagem (PAPERT, 1980, p. 163:4).

Os micromundos possibilitam a criação de objetos culturais, podendo transformar o processo educacional, de forma mais natural e espontânea, semelhante à maneira como as crianças aprendem uma língua. São ambientes de aprendizagens semelhantes à maneira como se conhece uma pessoa, como se faz um bolo de areia ou outras atividades da infância, pois são conhecidos conceitos sem a percepção de que se está aprendendo, uma aprendizagem com a qual o aprendiz já está familiarizado. O uso dos mais diversos tipos de tecnologias deve estimular uma mudança cultural, uma vez que a aprendizagem é associada à vida cotidiana dos envolvidos.

O próximo tópico apresenta o interesse construcionista por engrenagens, “objetos para pensar com”.

2.3.2.2 Objetos para Pensar Com

Para Papert (1985), a linguagem Logo faz com que o aprendiz tenha um “objeto-para-pensar-com”. A tartaruga é a base do Logo e desempenha o papel de “suporte de pensamento” do aprendiz,

Nesse sentido, a tartaruga inerente ao sistema Logo desempenha um papel de extrema importância, pois, apresenta-se frente a frente com o aluno, na tela computador, é através de comandos simples de posição e direção, usando as primitivas ou os comandos básicos da Linguagem Computacional Logo, que o aluno "comandar" a tartaruga para tentar resolver os seus problemas (*"object to think with"*) (MISKULIN; BARANAUSKAS, 1991, p. 218).

O Logo é um instrumento educacional que serve de modelo para objetos a serem inventados pelos seus aprendizes. O interesse de Papert está no processo que esses realizam para invenção destes “objetos-para-pensar-com”,

[...] em que há uma interseção de presença cultural, conhecimento implícito, e a possibilidade de identificação pessoal. A Tartaruga é um animal cibernético controlado pelo computador. Ela existe dentro das miniculturas cognitivas do

‘ambiente LOGO’, sendo LOGO a linguagem computacional que usamos para nos comunicar com a Tartaruga. Essa Tartaruga serve ao único propósito de ser fácil de programar e boa para se pensar (PAPERT, 1986, p.26).

Papert e a teoria de aprendizagem construcionista objetivam desenvolver projetos com objetos e engrenagens culturais, como a linguagem Logo, para que os aprendizes “possam se apropriar à sua própria maneira” (1985, p.25) usando-os para pensar sistemas formais, desenvolver seu próprio conhecimento, bem como se relacionar com o mundo. Com isso, mostra como as engrenagens podem servir como “objeto-para-pensar” para desenvolver o raciocínio lógico dos aprendizes na solução de problemas, “como instrumento educacional válido”.

Estender o micromundo da tartaruga Logo para espaços mais amplos, ao incorporar a dimensão espacial, implicou em um "salto" qualitativo significativo na concepção da tartaruga como "objeto sobre o qual se pensa" (MISKULIN; BARANAUSKAS, 1991, p. 272). Incorporação que ampliou os movimentos da tartaruga que passaram a alcançar uma complexidade mais abrangente, integrando o Logo no mundo real, ao mesmo tempo permitindo “associar os movimentos da tartaruga com os verdadeiros movimentos corporais”.

As engrenagens que surgem no meio cultural podem fazer com que o indivíduo se relacione com outras pessoas e que possa construir seu próprio conhecimento. Papert (1980) visualizou desde sua infância estas peças na sua imaginação, fato que possibilitou usar seu corpo para pensar nestes sistemas de engrenagens. Por isso seu objetivo foi projetar outros objetos para que os aprendizes, cada um à sua maneira, se apropriassem para pensar com.

Papert (1987) parte da hipótese de que, muito do que é considerado "formal" ou "muito matemático" pode ser aprendido quando os estudantes se envolvem em um ambiente rico de tecnologias. É por isso que ele concentra seu interesse no processo de invenção de “objetos para pensar com” dentro de um novo tipo de ambiente de aprendizagem, que envolve a interação entre crianças, tecnologias e computadores. Deste modo, afirma que "podemos nos libertar da tirania das considerações superficiais e pragmáticas que ditaram no passado em relação a que conhecimento deveria ser aprendido e com que idade" (PAPERT, 1987, p.69).

O que Papert (1987) chama de "objeto para pensar com" é um objeto que pode ser usado por um aprendiz, para pensar sobre outras coisas, por meio da própria construção deste objeto. Papert tem um interesse especial no papel desempenhado pelos objetos físicos no desenvolvimento do pensamento. Ele diz que a compreensão do mundo é criada quando o aprendiz cria algum artefato, experimentando-o, modificando-o e verificando o seu funcionamento.

“Objetos para pensar com” são artefatos cognitivos "que fornecem conexões entre o conhecimento sensorial e o conhecimento abstrato, e entre o mundo individual e o mundo social" (OSTWALD, 1996, p. 45). Um exemplo do que é um "objeto para pensar com" citado por Papert são as engrenagens, que lhes deram quando criança um modo concreto de pensar sobre proporções matemáticas abstratas.

Ostwald (1996) explica que há duas maneiras de interagir com artefatos cognitivos, que correspondem aos modos sensoriais e abstratos de Papert: experiência e reflexivo. No modo de experiência, a informação é percebida e manipulada sem esforço ou atraso aparente. O modo reflexivo requer um esforço mental para pensar e contrastar os vários cursos de ação. No modo experiência, objetos e conhecimento são tomados como certos, enquanto no modo reflexivo, o mundo está disponível para inspeção. Artefatos de experiência permitem interagir com o mundo, fornecendo informações que permitem interpretar situações por meio das percepções. O perigo é que eles contêm informações tácitas que nem sempre podem ser reconhecidas. Os artefatos reflexivos são muito mais explícitos no conhecimento que contêm.

O uso adequado de "objetos para pensar com" pode levar o aprendiz ao desenvolvimento de capacidades intelectuais, como a aquisição de habilidades de busca e resolução de problemas, capacidades de raciocínio e representação formal, desenvolvimento de modelos de conhecimento, treinamento e aprendizagem, aperfeiçoamento de estilos cognitivos, aspectos sociais e afetivos (RODRÍGUEZ-ROSELLÓ, 1987).

O que um estudante pode aprender e como ele aprende depende dos modelos que possui. Isso levanta, por sua vez, a questão de como ele os aprendeu. Desta forma, as "leis da aprendizagem" devem se referir ao modo pelo qual as estruturas intelectuais se desenvolvem e como elas adquirem, no processo, tanto a forma lógica quanto a emocional (PAPERT, 1987). Neste sentido, “os objetos para pensar com” não podem ser separados do próprio processo de aprendizagem, nem do conteúdo aprendido, tornando-se parte inerente da construção do conhecimento.

“Objetos para pensar com” são objetos criados por um sujeito e usados para pensar em outras coisas e, assim, expandir seu horizonte cognitivo. O processo de construção é fundamental, pois ao criar artefatos, experimentar com eles, testá-los e modificá-los desenvolve a compreensão do próprio mundo.

O interesse construcionista por engrenagens vem ao encontro da ideia de que não se pode pensar sobre o pensamento sem pensar pensando em alguma coisa, em algum objeto que sirva de modelo para o pensamento do aprendiz facilitando o seu acesso a alguma ideia muito abstrata. Estas ideias, inicialmente abstratas, se concretizam em modelos do mundo físico, que

são as engrenagens modeladoras da aprendizagem construcionista. A primeira engrenagem criada para modelar as ideias construcionistas foi a Linguagem Logo, porém é possível projetar novas engrenagens, mídias, tecnologias digitais ou não, todo tipo de objetos culturais, propiciando assim diferentes tipos de formas de pensar sobre os sistemas formais e de diferentes tipos de aprendizagem.

A seguir serão apresentadas algumas das ideias significativas, indicadas por Papert.

2.3.2.3 Outras Ideias Significativas

A aprendizagem construcionista valoriza a discussão entre os participantes das atividades, pois essa leva os aprendizes a refletir sobre outras formas de pensar e de expressar suas ideias, propiciando uma visão mais objetiva e descentralizada da realidade (PAPERT, 1980; 1994).

O princípio do poder, segundo Papert (1980) propicia ao aprendiz desenvolver projetos significativos que não podem ser criados sem o apoio de ambientes de aprendizagem como os micromundos. Burd (1999, p.78) indica que “o aprendizado é influenciado pelo ambiente. Algumas dinâmicas e contextos facilitam a percepção e a construção de determinados conhecimentos, atitudes e procedimentos”.

A aprendizagem construcionista opera como portadora de ideias significativas e poderosas, eliminando barreiras intelectuais. Atua sobre o prazer emocional e intelectual e não apenas sobre o domínio puro de habilidades e conteúdos, que acontece por meio do ensino oposto do princípio do poder – Instrucionismo.

Certas ideias podem ser usadas como ferramentas com as quais podemos pensar ao longo da vida. Aprende-se a apreciar e respeitar o poder das ideias poderosas; aprende-se que a mais poderosa ideia entre todas é a ideia de ideias poderosas (PAPERT, 1980, p.102).

Para Papert (1980, p.87), no Construcionismo um princípio fundamental é fazer com que o conhecimento aprendido tenha sentido para o aprendiz, que tenha “ressonância com o que eles acham que é importante”, pois “para aprender algo, primeiramente faça com que isto tenha algum sentido para você”.

Os computadores e os objetos culturais inseridos no contexto educacional podem ser apresentados como elementos que introduzem “ideias poderosas e de mudanças culturais profundas que podem levar as pessoas a estabelecer uma nova relação com o conhecimento” (MISKULIN; BARANAUSKAS, 1991, p. 240).

Papert indica que “muitas crianças imaginam estruturas complexas que elas poderiam construir com blocos ou têm fantasias de como poderiam organizar seus amigos em complexos

empreendimentos”, porém ao tentar realizar tais projetos descobrem “as limitações ininteligíveis da matéria e das pessoas”. Mas aos poucos, ao conviverem em ambientes de aprendizagem que possibilitam interação com diversos objetos culturais passam a compreender o funcionamento interno destas tecnologias, desta forma os aprendizes passam a entender que estes objetos se comportam “exatamente como são previstos, eles podem ser combinados com maior segurança em sistemas complexos. Assim, as crianças são capazes de adquirir um sentimento em relação ao conceito de complexidade” (PAPERT, 1980, p.145).

Para Papert (1980) os computadores e os diversos objetos culturais ajudam de dois modos. Primeiramente os objetos culturais permitem que os aprendizes externalizem expectativas intuitivas, pois quando as intuições são concretizadas de alguma forma, sendo por meio de um programa de computador ou ainda por outros mecânicos de automação, “ela se torna mais evidente e acessível à reflexão” (p.176). Ou ainda, “as ideias computacionais podem ser tomadas como materiais para o trabalho de remodelação do conhecimento intuitivo”, estes dois modos “ajudam a fechar a brecha entre o conhecimento formal e a compreensão intuitiva”.

A interatividade, que acontece por meio de uma linguagem de programação ou ainda ao criar outros mecanismos de automação, fornece ao aprendiz um *feedback* imediato das instruções inseridas, auxiliando assim na depuração e no processo de aprendizagem. O contato com a programação Logo dá uma sensação de poder ao aprendiz, pois quando percebe que o erro oferece oportunidade para a revisão dos conceitos aplicados, ele reflete sobre o seu pensar e realiza o *debugging*. Os erros são benéficos, pois levam a estudar e entender o que aconteceu de errado e por meio deste entendimento corrigi-los. Por meio do *debugging* – estratégia de depuração de erros, processo que integra a compreensão do programa desenvolvido, o criador do programa é encorajado a estudar o *bug* – o erro, pois somente conseguirá executá-lo por completo após a depuração de todos os conflitos. O estudante observa os progressos e percebe que não existe situação completamente certa ou errada, mas que estas situações são um contínuo no processo de criação de um programa representando o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.

Papert (1980, p.85) indica que no “processo de *debugging*” o aprendiz não é criticado por ter feito algum erro, é parte integrante do processo de compreensão de um determinado problema. O aprendiz “é encorajado a estudar o *bug* ao invés de esquecê-lo. [...] valerá a pena. Há muitas maneiras de corrigir um *bug*. [...] A criança vê progressos, e também percebe que as coisas não são sempre completamente certas ou erradas, mas que estão num contínuo”.

“O pensamento em procedimento é uma ferramenta intelectual poderosa” para Papert (1980). Comenta que “devemos pensar como um computador”, não de forma restritiva ou

limitada, mas sim “fazendo um poderoso acréscimo à coleção de ferramentas mentais. [...] Um aspecto proeminente da inteligência humana é sua habilidade em operar com muitas maneiras de conhecimento” em paralelo, para que desta forma, o aprendiz entenda algo em vários níveis, “abrindo novos caminhos para abordar a reflexão” (p.186-187). Sendo assim, o aprendiz não saberá apenas usar os objetos culturais, mas também saberá “quando é apropriado fazê-lo”.

Valente (2017, p.1) comenta que ao se utilizar de “procedimentos definidos” para automação de algum processo, o aprendiz, por meio desta interação, ensina os objetos culturais a seguirem procedimentos para resolução de um problema. A “ideia é passada [...] na forma de sequências de comandos”. Sendo assim, o aprendiz “age sobre o objeto”, implicando “na descrição da solução do problema ao usar procedimentos, realizando uma reflexão sobre essas informações”.

O Construcionismo possibilita diferentes aprendizes se envolverem em atividades reflexivas usando objetos culturais em um ambiente de aprendizagem que lhes favoreça aprender a pensar com tecnologias e suas engrenagens, construindo um produto que tenha significado para o aprendiz, de modo que ele se envolva afetivamente e cognitivamente com o produto que está desenvolvendo.

Na sequência, a ênfase é dada ao pluralismo epistemológico outra característica construcionista.

2.3.2.4 Pluralismo Epistemológico – Diversidade Cultural

Papert, já na década de 1960, apoiava mulheres, jovens e a maior diversidade possível em fluência tecnológica, sendo para ele o pluralismo epistemológico uma condição necessária para uma cultura mais inclusiva. A visão de inclusão no uso de computadores marcou a obra *Mindstorms*⁵⁵, que incluiu atividades para ambos os sexos poderem realizar, sem limitações específicas de estilos e particularidades. Na busca de mudanças no processo de aprendizagem foi utilizada também a adaptação de tecnologias, para interesses e formas de perceber a realidade, de grupos marginalizados e comunidades economicamente desfavorecidas, como um veículo para a mudança social mais ampla.

Uma das ideias que integram o pluralismo epistemológico é que o concreto não é um estágio, mas um estilo. Turkle e Papert (1992) indicam que o concreto e o abstrato coexistem, porém, alguns aprendizes usam mais do estilo concreto para raciocinarem e outras usam mais do abstrato. Estes autores indicam que o concreto é um estilo epistemológico de raciocínio,

⁵⁵ Obra de Seymour Papert publicada em 1971.

não necessariamente somente um estilo de passagem para chegar ao abstrato, como prioriza a educação atual.

Papert e Turkle (1992) formalizaram estes pensamentos com o “pluralismo epistemológico” que apresenta estilos e vozes profundamente influentes em tecnologias culturais. Reivindicam igualdade de acesso aceitando a validade das múltiplas formas de conhecer e pensar, como veículo para ideias pluralistas. Assim, os diversos objetos culturais são engrenagens para catalisar mudanças dentro da cultura em geral em relação a grupos excluídos socialmente.

E nesta linha de pensamento muitos pesquisadores realizaram diversos projetos buscando alcançar o pluralismo epistemológico, a aprendizagem criativa e o empoderamento. O *Media Lab*⁵⁶, laboratório da MIT, liderou projetos em que jovens assumem papel ativo apoiado na mudança social, realizando pesquisas sobre gênero, igualdade e diversidade. Durante os últimos 25 anos, dezenas de membros do corpo docente e aprendizes que integram este laboratório têm realizado uma variedade de projetos para avançar na compreensão do gênero e apoiar a igualdade na sociedade.

Como exemplos destes projetos, têm-se o de Resnick e o grupo *Lifelong Kindergarten*⁵⁷ que realizaram trabalhos com meninas e tecnologia, nos quais o subsídio original para o MIT *Scratch* centrou-se na compreensão de como grupos sub-representados em tecnologia incluem meninas e jovens de comunidades economicamente desfavorecidas.

Para Turkle e Papert (1992, p. 3) a tese central “é que a igualdade de acesso até mesmo aos elementos mais básicos da Computação exige um pluralismo epistemológico, assumindo que existem diferentes formas de conhecer e pensar”. A inserção de novos artefatos no contexto cultural promove o reconhecimento da diversidade e incentiva a aceitação da conexão humana com novas ferramentas. Ao elevar o pluralismo epistemológico para compreender os novos tempos, valorizam-se e respeitam-se as diversas formas de conhecimento.

Na prática, observa-se que aprendizes desenvolvem seu conhecimento com apropriações diferenciadas uma das outras. Um estudante que possui “sensibilidade intelectual” para a área artística cria sua própria forma para aprender, utilizando seu estilo intelectual próprio sem seguir regras convencionais. Desta forma, fica livre para explorar suas ideias para construção de um objeto cultural, sem preconceitos sobre o caminho certo a seguir, demarcações do pluralismo epistemológico.

⁵⁶ Maiores informações disponíveis em: < <https://medium.com/mit-media-lab/30-years-of-research-on-gender-and-equality-at-the-mit-media-lab-3ec534fc52a9#.9al0kacxf>>.

⁵⁷ Maiores informações disponíveis em: <<https://www.media.mit.edu/groups/lifelong-kindergarten/overview/>>.

A ideia de pluralismo epistemológico é central na teoria de aprendizagem construcionista, pois trata de igualdade e diversidade, aceitando múltiplas formas de conhecer, pensar e aprender. A “sensibilidade intelectual” de cada aprendiz é percebida e instigada no processo educacional, estimulando a criatividade para desenvolver as atividades cotidianas propostas.

A seguir serão tecidas considerações em relação aos fundamentos e às características da teoria construcionista.

2.3.3 Considerações sobre o Construcionismo

Informações sobre os fundamentos e as características construcionistas apresentadas nas seções anteriores estão sintetizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Fundamentos e características da teoria de aprendizagem construcionista

Construcionismo
Fundamentos e Características
Teoria de Aprendizagem baseada no Construtivismo
Inspirada: Método da descoberta; Educação Progressista e Emancipatória e Zona de desenvolvimento proximal.
Raízes na inteligência artificial, lógica matemática, psicologia do desenvolvimento.
Linguagem de programação Logo.
Incorpora o processo descrição-execução-reflexão-depuração.
Tecnologias na Educação: programação; robótica; brinquedos programáveis; objetos culturais.
Aprendizes pensadores ativos e críticos.
Resolução de problemas
Envolvimento afetivo.
Interesse pessoal
Ação que produz um produto palpável.
Colocar a Mão na massa – <i>hands-on</i> .
Envolve Interatividade, recursividade, decomposição em procedimentos, processamento de listas, ausências de variáveis que são projetadas em torno de ideias matemáticas.
Pressupõe pensamento em procedimentos – algorítmicos ou heurísticos.
Envolve Linguagens de programação.
Trabalha com Bugs e Debugging.
O aprendiz é o Protagonista.
Concretiza o pensamento formal.
É a arte de aprender – aprender a aprender.
Micromundos – ambientes de aprendizagem.
O professor/facilitador é o mediador.
Usa de “objetos para pensar com”.
Promove ideias poderosas; valoriza a discussão; micromundo; fazer sentido; interatividade com objetos culturais; externalizar expectativas; Feedback – debugging; pensamento em procedimento; princípio do poder, entre outras ideias significativas.
Possibilita o pluralismo epistemológico: diversidade cultural; Estilo Concreto.

Fonte: Adaptado pela Autora a partir das definições e fundamentos de diversos autores

A linguagem Logo introduziu as primeiras ideias construcionistas no processo educativo e a partir destas experiências o Construcionismo se expande e se aprimora. Segundo esta teoria, o desenvolvimento de objetos tecnológicos no meio cultural pode oferecer mecanismos para

concretizar o pensamento formal. Parte-se do pressuposto de que a aprendizagem e suas ressignificações acontecem ao aprender-fazendo, com atividades em que o estudante coloca a mão na massa – *hands-on*, tendo o professor como mediador. Ao realizar uma ação reflexiva com afetividade, sensibilidade e interação, os aprendizes conseguem alcançar o objetivo traçado. Papert, devido a sua visão de educador e suas experiências com a matemática teorizou e aplicou pesquisas que mostraram a importância do uso de tecnologias –objetos culturais - no meio acadêmico.

Papert valoriza o pensamento concreto e o considera um estilo, pois este fortalece o funcionamento da mente, sendo as abstrações ferramentas que o intensificam. Ideia que traz contribuições significativas à Educação e fundamenta as práticas educativas baseadas no fazer e no protagonismo dos estudantes envolvidos.

Os avanços tecnológicos nessas últimas quatro (4) décadas marcaram o progresso da sociedade. Novos tipos e tamanhos de computadores foram inseridos nos mais diversos níveis culturais e sociais. O acesso às tecnologias foi ampliado, a internet introduziu novas possibilidades de comunicação e interação. Novos micromundos e “objetos para pensar com” foram criados e com interações mais modernas e atrativas. Fatores que contribuem cada vez mais para a aplicação das ideias construcionista incentivando seu resgate e aprimoramento, não como um produto acabado e inquestionável, mas o início de um projeto.

O Construcionismo está relacionado à aprendizagem na qual o estudante é o protagonista, e que a realiza de acordo com seu interesse e motivação. Os aprendizes constroem seu conhecimento a partir da ação, enfatizando a importância do concreto, que fundamenta a ideia da aprendizagem *hands-on*. A interação do estudante com ferramentas tecnológicas, para que consiga representar seu pensamento, está na raiz da teoria construcionista, tendo como produto a representação do pensamento abstrato do aprendiz. Porém a cultura mão na massa não envolve somente a Computação, ela pode estar desplugada das tecnologias computacionais.

As tecnologias desenvolvidas pelo ser humano durante seu processo de formação e ao longo da evolução histórica são frequentemente retomadas como uma ferramenta que auxilia na qualidade de vida de cada indivíduo, porém com menor ênfase nos processos de aprendizado. Recursos disponíveis como brinquedos programáveis, softwares educacionais, ambientes de aprendizagem inovadores, estímulo da criação de novos produtos, fazem parte da aprendizagem criativa e torna o aprendiz protagonista do seu conhecimento, capaz de vivenciar novas descobertas e despertar o sentimento de domínio do saber.

Papert é um dos intelectuais que há décadas pesquisa tais possibilidades e nos apresenta estas ideias com a teoria de aprendizagem Construcionista. É necessário retomar as ideias e

concepções dos estudos e pesquisas realizadas pela equipe de Papert e a partir dessas avançar com novas teorias, práticas e contribuições para o contexto educacional.

Na seção a seguir serão analisadas as ideias relacionadas ao Pensamento Computacional e ao Construcionismo, discutindo a relação entre estas teorias sintetizadas no Quadro 4.

2.4 Considerações: Pensamento Computacional e Construcionismo

Para Blikstein (2013), a existência de meio século de contribuições de Papert e da teoria de aprendizagem construcionista muitas vezes é esquecida. Fato que se percebe pela ausência de citações sobre os estudos teóricos e pesquisas realizadas por este teórico no meio acadêmico, demarcando um retrocesso nos avanços científicos sobre o tema. Sendo assim, faz-se necessária a investigação sobre uma possível relação entre as novas abordagens que estão sendo incorporadas na sociedade e as que já foram abordadas no passado.

Enquanto Wing e seus colaboradores concentraram suas pesquisas na área da Ciência da Computação, os estudos realizados por Papert sobre a teoria construcionista foram baseados na linguagem de programação Logo, que tem seus fundamentos na Ciência da Computação, na matemática, no pensamento abstrato, na resolução de problemas, na automação, na aprendizagem por meio do fazer e na arte de aprender. Anos antes de Papert introduzir o termo Construcionismo, o Logo foi desenvolvido com o propósito de utilizá-lo com crianças, estimulando o seu desenvolvimento intelectual, considerando a pluralidade epistemológica. Os estudos deste educador e teórico foram desenvolvidos tendo como um dos princípios o uso do computador e de tecnologias, objetos culturais, no contexto educacional.

Considerando os aspectos descritos, pode-se entender que Papert e Wing possuem agendas intelectuais diferentes, tendo em vista que o foco central de Papert é a arte de aprender, uma teoria de aprendizagem. Wing, por sua vez, enfatiza na programação e o uso de ferramentas visando à automatização, sendo um modo de pensar que pode ser desenvolvido tanto em uma abordagem construcionista quanto instrucionista.

O mundo moderno apresenta uma diversidade cultural e requer a capacidade de aprender novas formas de pensar. Neste sentido, é necessário reconhecer e adaptar-se às tendências tecnológicas e epistemológicas. As novas tecnologias possibilitam oportunidades para concretizar objetivos que visam melhorar o processo de ensino e aprendizagem. As áreas científicas, podem se beneficiar com a aplicação de atividades que estimulem o Pensamento Computacional. Esse é para Wing, percussora nas discussões sobre o tema, um desafio das ciências da educação e das comunidades de aprendizagem.

O Pensamento Computacional é um dos adjetivos do modo de pensar, que está associado às abstrações com o propósito de solucionar problemas que um computador – humano ou máquina – possa realizar por meio da automação. Nesta perspectiva, pode-se entender que a capacidade de abstração pode interferir em outras áreas, por meio do letramento computacional, que traz benefícios aos processos de aprendizagens, oferecendo possibilidades mais amplas de leitura do contexto.

O PC pode ser introduzido no contexto educacional por meio de diferentes agendas de pesquisa, que oferecem aos aprendizes possibilidades de aprendizagem. Neste sentido ele pode ser aplicado de uma forma disciplinar, com conteúdo da Ciência da Computação e a programação, ou como uma ferramenta para aprender conteúdos de diferentes disciplinas como a matemática, a biologia, história dentre outras. Outra forma de aplicação é por meio de atividades extraclasse, nas quais o aprendiz apresenta seu interesse em participar se inscrevendo no projeto.

Os fundamentos do Pensamento Computacional e do Construcionismo são resultantes do processo cognitivo do ser humano, que estimulado por suas necessidades, busca possibilidades para explorá-los e expandi-los, criando classificações para melhor compreensão e utilização.

A relação entre a teoria de aprendizagem Construcionista e o Pensamento Computacional, defendida nesta tese, está sintetizada no Quadro 4.

Quadro 4 - Relação entre a teoria de aprendizagem construcionista e o Pensamento Computacional

Construcionismo		Pensamento Computacional				
Características		Definição	Categorias	Abordagens de Ensino		
É uma Teoria de	-Utiliza Linguagem de programação	É um Adjetivo do modo de pensar , que está associado às abstrações com o propósito de solucionar problemas que um computador – humano ou máquina – possa realizar por meio da automação.	Envolve abstrações	-Por meio da Linguagem e Programação	Computadores e/ou Tecnologias	Colaborativa
	-Possibilita a automatização de abstrações		Abrange o Pensamento Algoritmo			
	-Pressupõe a colaboração		Amplia a inteligência humana	-Sem o uso da Programação de Computadores –		
-Envolve Computadores e/ou tecnologias						
-Relação com a Ciência da Computação; matemática; procedimentos algoritmo e						

Construcionismo		Pensamento Computacional				
Características		Definição	Categorias	Abordagens de Ensino		
	heurístico; resolução de problemas; objetos culturais; inteligência artificial, Educação, entre outros.	Também pode ser desenvolvido em um ambiente de aprendizagem Construcionista.	Inclui representações	Atividades desplugadas		
	-Estimula o processo cognitivo -Envolve o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração		Formula métodos Precisos			

Fonte: Autora

Para efeitos desta tese, o Pensamento Computacional é caracterizado como um modo de pensar. Trata-se de abstrações que podem ser automatizadas por intermédio de um computador - maquinário ou homem - com o objetivo de solucionar problemas com base nos elementos objetivos: características; disposições e atitudes, e habilidades mencionadas por CSTA e ISTE (2011).

Os elementos objetivos do PC e as características do Construcionismo identificados como aprendizagens serão considerados como categorias de análise no estudo de caso realizado no micromundo LITE.

Dentre as abordagens de aprendizagem do PC, para fins do presente estudo de caso realizado em um ambiente construcionista, foram utilizadas a linguagem e programação e a automatização de abstrações mecânicas, bem como as dimensões que nelas se inserem, colaborativa, computadores e/ou tecnologias. A opção se deu devido aos recursos disponíveis no ambiente utilizado para as práticas de aprendizagem e a necessidade de delimitação das atividades a serem analisadas.

O Pensamento Computacional pode ser incorporado na Educação como um assunto geral, um tópico específico de uma disciplina, um tema transversal, ou ainda em atividades realizadas extraclases, como a que foi desenvolvido no estudo de caso da presente tese.

Existe um debate instigante em relação ao PC com indicações da necessidade de investigações empíricas há serem realizadas no contexto educacional, para que desta forma, seja possível delimitar os aspectos e características contidas na aprendizagem do Pensamento Computacional como também delinear questões mais práticas de como promover e avaliar o seu desenvolvimento.

Nas abordagens de aprendizagem do PC com enfoque construcionista, o aprendiz pode se apropriar do conhecimento quando processa, compreende e analisa por meio do ciclo, indicado por Valente, descrição-execução-reflexão-depuração de erros, transformando estas

informações em saberes, que podem apoiá-lo na resolução de problemas e concretizar o pensamento formal. Ao transformar a informação pelo jogo da linguagem e programação, e da automatização de abstrações mecânicas, o indivíduo passa a ter o domínio do saber, do conhecimento científico, conseqüentemente terá formação mais sólida, podendo influenciar a sociedade em que vive.

A indicação de que o PC é parte importante no desenvolvimento cognitivo de qualquer ser humano e que possibilita estimular o raciocínio lógico aponta a necessidade de se pensar na introdução de atividades que envolvem o PC. E que essas possam ser oferecidas em um contexto extraclasse, podendo ser aplicadas por meio de projetos que envolvam o uso de objetos culturais. Para isso, é necessário o uso de espaços de aprendizagem – micromundos - que vão além da sala de aula.

Ao analisar os fundamentos destas duas teorias, é possível identificar características comuns entre elas tais como: Ciência da Computação; matemática, procedimentos algoritmo e heurístico; resolução de problemas; linguagem de programação; objetos culturais e inteligência artificial, dentre outros. Estas similaridades possibilitam que o Pensamento Computacional seja caracterizado como um dos adjetivos de modo de pensar que pode ser desenvolvido, também, em um ambiente construcionista.

O uso de termos padronizados que auxiliam no processo de organização do pensamento, geralmente chamado de linguagem; o raciocínio lógico matemático presente na resolução de problemas; segmentação de um processo em forma de algoritmo, abstração e método dedutivo; modularidade, interatividade, extensibilidade e flexibilidade, geralmente presentes em linguagens de programação ou automação mecânica utilizada para potencializar a produtividade, seja na concepção de funções, como pensamento formal ou para definição de procedimentos heurísticos estão associado tanto ao PC quanto ao Construcionismo.

Elementos construcionistas, como protagonismo, resolução de problemas, micromundos, objetos culturais, pluralismo epistemológico, ideias poderosas entre outras ideias significativas, devem inspirar a criação de diferentes tipos de experiências de aprendizagem, pois são portadores de ideias que oportunizam a arte do aprender, foco central do Construcionismo. Fato esse que justifica a ênfase desta tese no aprendiz e não no professor, pois esse é o mediador enquanto o aprendiz é o protagonista da própria aprendizagem.

Na próxima seção será apresentada a revisão sistemática do uso da linguagem Logo em atividades empíricas e a entrevista realizada com dois dos precursores do Construcionismo, bem como serão tecidas as considerações sobre os resultados obtidos.

3. CONSTRUCIONISMO NA PRÁTICA

“Pensar o passado para compreender o presente e idealizar o futuro”.

Heródoto

Neste capítulo será apresentado o caminho metodológico percorrido para a realização da revisão da literatura sobre o uso da linguagem de programação Logo e sistematização destas informações por meio da metanálise. Foi realizado o processo de busca e a seleção dos dados, foram analisados os resultados obtidos e identificadas as melhorias de aprendizagem evidenciadas. Foi descrita a análise das entrevistas realizadas com percussores brasileiros do Construcionismo e apresentadas as considerações dos resultados obtidos.

3.1 Do Logo ao Pensamento Computacional: o que se pode aprender com os resultados do uso da linguagem Logo em atividades empíricas

O ensino de Pensamento Computacional e de conceitos de programação são temas que vêm sendo discutidos em várias pesquisas em diferentes países ao longo dos últimos anos. Estas investigações buscam identificar estratégias para inserir este tema na educação básica (BRACKMANN, 2017; VALENTE, 2016; GROVER e PEA, 2013; BERRY, 2013). No entanto, ainda existem muitas questões em aberto que se referem à forma de ensinar, ao currículo necessário, aos benefícios cognitivos e ao processo de avaliação.

Valente (2016, p.867) argumenta que vários países têm apresentado mudanças para o currículo da Educação Básica, em relação à “programação ou a Ciência da Computação [...], em que a ideia é reavivar a programação por meio de atividades como *coding computer science* ou *computer programming*, objetivando a criação de condições para o desenvolvimento do Pensamento Computacional”.

Para Valente (2016, p.868), “a ideia de que a programação ajuda a pensar melhor não é nova”, desde que o Logo foi apresentado, na década de 1960, já se discutia a importância da fluência em tecnologia para a construção do conhecimento. A ideia da programação estimular ideias poderosas (*Powerful ideias*) e conhecimento procedural (*Procedural Knowledge*) já era evidenciada no livro *Mindstorms* de Seymour Papert ao expor suas ideias construcionista.

A utilização do Logo permitiu entender que o processo de criação de um programa para a resolução de um problema acontece por intermédio de um ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração. [...] As ações do ciclo [...] têm sido úteis para explicitar as atividades que o aprendiz realiza na interação com as tecnologias digitais e ajudam a entender como a interação com as tecnologias digitais contribuem para o desenvolvimento do Pensamento Computacional (VALENTE, 2016, p.871-2).

No Brasil, existem iniciativas que buscam auxiliar a adoção do Pensamento Computacional nas escolas (RAABE *et al.* 2015b, p.6), por meio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), visando influenciar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para inserir conteúdos relacionados à Computação.

Além disso, diversos projetos com a linguagem Logo foram realizados na década de 1980 com o objetivo de levar para as escolas não apenas uma linguagem de programação, mas também uma filosofia de utilização desta linguagem que mais tarde veio a ser identificada como o Construcionismo.

Papert, influenciado pelas ideias de Piaget, buscou promover o uso de tecnologias para estimular o desenvolvimento cognitivo e criou, juntamente com outros pesquisadores, a linguagem de programação Logo, beneficiando-se das possibilidades de interação que permitem programar e criar por meio do computador.

Valente (1996) indica que projetos empíricos realizados a partir do Construcionismo permitem promover mudanças no processo de ensino e aprendizagem, por meio do empoderamento do aprendiz. Resgatar tais experiências e a partir delas realizar um movimento de mudança amplia as possibilidades de estimular e desenvolver a cognição dos estudantes de hoje.

A história da programação Logo e seu ensino no Brasil foi bastante ativa na década de 1980 e aproximadamente em 1996 foi realizada uma das últimas publicações relacionadas ao projeto, com o Livro “O Professor no Ambiente Logo” (VALENTE, 1996).

Raabe (2015a) aponta para a importância de conhecer o que já foi realizado no Brasil, resgatando as premissas do Construcionismo que possam servir de inspiração e de referência para a tomada de decisão, evitando repetir erros e aprimorando acertos realizados no passado. A partir desta premissa, foram mapeadas as evidências existentes acerca dos projetos realizados com o Logo no Brasil que estivessem publicadas em veículos de divulgação científica e acessíveis *online*.

A escolha por bases *online* se dá pela dificuldade de acesso a textos da época e também para evidenciar o que existe e que pode ser usado como referência para pesquisadores interessados no tema.

Desta forma, realizou-se uma revisão sistemática da Literatura – RSL, em bases *online*, de trabalhos acadêmicos que utilizaram a linguagem Logo no contexto escolar, para identificar os principais resultados do Logo em textos científicos em língua portuguesa e em língua inglesa e compreender como afetaram o contexto escolar. Assim, teve-se o propósito de apresentar conhecimentos à comunidade de jovens pesquisadores que não vivenciaram aquele período, com o intuito de contribuir com o tema Pensamento Computacional.

Na sequência do estudo é apresentada a RSL, detalhando os processos de busca e a sistematização da metanálise.

3.1.1 Caminhos Metodológicos da Revisão Sistemática da Literatura

Para atingir o segundo objetivo específico (2) desta tese foi efetuada uma revisão sistemática (ANTMAN, 1992; OXMAN, 1993) sobre o uso da linguagem de programação Logo em contexto de aprendizagem. Para agregar estes resultados foi realizada uma metanálise, como método estatístico (CLARKE; HORTON, 2001).

A revisão sistemática se justifica, pois foi necessário mapear na literatura as evidências de melhorias na aprendizagem associadas aos estudos com o maior empreendimento construcionista, que é a linguagem Logo. Assim, foi possível realizar o diálogo empírico destas evidências com as informações que foram obtidas nas entrevistas com os especialistas do Construcionismo no Brasil.

Com o objetivo de evidenciar experiências empíricas do Construcionismo, buscou-se resgatar atividades práticas desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem com o uso do Construcionismo, mais especificamente da linguagem de programação Logo no contexto escolar. Para isto, realizou-se uma RSL (ANTMAN, 1992; OXMAN, 1993) de trabalhos que utilizaram a linguagem Logo em atividades empíricas com aprendizes dos diversos níveis de ensino e faixas etárias.

A revisão sistemática demandou perguntas claras que direcionou a pesquisa com a definição de critérios de inclusão e exclusão. A delimitação de uma estratégia de busca serviu para realizar uma análise criteriosa dos trabalhos científicos selecionados (ANTMAN, 1992; OXMAN, 1993). Para reunir as evidências empíricas se fez necessário coletar dados em publicações de periódicos relevantes sobre o tema, para então aplicar a metanálise (CLARKE; HORTON, 2001). Esse é um procedimento estatístico especialmente desenvolvido para integrar os resultados de dois ou mais estudos, sobre uma mesma questão, combinando, em uma medida resumo, os resultados de tais estudos (MARTINEZ, 2007).

A pesquisa quantitativa utilizada na etapa da RSL, conforme Rauen (2006) proporcionou uma abordagem direta sobre a realidade, ocorrendo mensuração e comparação do *corpus* coletado, sendo oportunizada a visualização dos dados, sua sistematização e análise lógica. A construção de tabelas e gráficos possibilitou apresentar a filtragem das informações analisadas, quantificando as ocorrências obtidas na análise de dados coletadas, o que será possível por intermédio da categorização de algumas perguntas na coleta de dados e da revisão da literatura.

A pesquisa quantitativa, para Godoy (2001, p. 21), “tem um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais”. Este modelo de verificação é identificado como uma opção para compreensão da abrangência das características e significados do objeto de estudo, indo além das medidas qualitativas de características ou comportamentos. Oportuniza ao pesquisador, do ponto de vista lógico, a ampliação das experiências em relação a um determinado objeto e problema, possibilitando maior familiaridade e assim tornando-os mais explícitos.

A teoria de aprendizagem construcionista e o uso da linguagem da programação Logo instigaram muitos pesquisadores a realizarem projetos empíricos no contexto educacional. Estas contribuições empíricas precisam ser investigadas, pois os seus resultados podem apontar características, possibilidades, limitações e informações reais do Construcionismo e do micromundo Logo para o processo de ensino e aprendizagem.

O levantamento de dados que envolve o Construcionismo e a linguagem de programação Logo pode manifestar situações de ensino e aprendizagem que, muitas vezes, só se apresentam e são reveladas por meio de estudos desenvolvidos empiricamente.

Essa RSL de cunho histórico (RICHARDSON, 1999), investigou eventos que já ocorreram e os registros desses, que precisam ser preservados. Para selecionar os artigos analisados nesta RSL foi necessário definir um protocolo de busca para saber sobre o uso do Logo no Brasil. A pesquisa foi realizada em fontes com acesso via *web* (apenas as obras indexadas, em formato documento e em alta resolução), com o intuito de sistematizar o mapeamento dos dados coletados. O foco foram as bases de dados disponibilizados em repositórios *online*, por conta da dificuldade de acessar material físico, limitação que se deu devido à distância e custos para acessar possíveis repositórios. Esta limitação restringiu o alcance em relação aos resultados encontrados na RSL, fato que ocorreu por se tratar de pesquisas realizadas em períodos em que o acesso e a disponibilização em meios digitais eram restritos.

Em uma revisão sistemática da literatura é necessário reunir toda a evidência empírica que se encaixe em critérios de elegibilidade pré-especificados. Métodos explícitos e sistemáticos precisam ser definidos com o objetivo de minimizar erros, fato que proporciona resultados mais confiáveis, sendo possível extrair conclusões (ANTMAN, 1992; OXMAN, 1993). Para integrar e interpretar os resultados desta RSL foi utilizada a metanálise, método estatístico aplicado à revisão sistemática e que agrega os resultados de duas ou mais pesquisas (CLARKE; HORTON, 2001).

De acordo com estes autores, ao realizar uma revisão sistemática é necessário coletar dados em publicações de periódicos que sejam relevantes para o estudo do tema analisado. A coleta de dados foi realizada por meio de uma busca em espaços *online* de indexação na área. Entre as publicações coletadas foi preciso identificar as que atendem aos critérios de seleção determinados por meio da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves dos artigos científicos.

Com base nas leituras das publicações que retornaram das pesquisas realizadas foi necessário, em etapas distintas e com rigor de seleção cada vez maior, selecionar ou não os artigos de acordo com os objetivos definidos na revisão sistemática. Ao realizar as primeiras pesquisas sobre o uso da linguagem de programação Logo em atividades empíricas no processo ensino e aprendizagem, não foram encontrados trabalhos que apresentassem uma revisão sistemática com metanálise sobre o tema.

Com o objetivo de identificar a existência de pesquisas científicas com resultados de “metanálise” e/ou “revisão sistemática” sobre a linguagem Logo em base de dados confiáveis e com rigor científico, foi realizada pela Autora uma busca por estes termos e sobre o tema. Desta forma, foi possível responder qual o volume de pesquisas realizadas contendo os termos “metanálise” e/ou “revisão sistemática” sobre a utilização da Linguagem Logo. O processo realizado com este intuito está apresentado na próxima seção.

3.1.2 Filtragem: Processo de Busca e Seleção dos Dados

Apresentam-se, no Quadro 5, as definições do processo de busca que objetivou responder à questão apresentada anteriormente. Foi utilizado o buscador *Google.com* para pesquisar especificamente o conteúdo das bases de dados mais relevantes na área. As *strings*⁵⁸ de busca definidas foram utilizadas para pesquisas realizadas em bases de dados de referência

⁵⁸ Uma *string* é uma seqüência de caracteres, geralmente utilizada para representar palavras, frases ou textos.

no Brasil e também para as desenvolvidas em uma língua universal, no caso o inglês, em bases de dados de referência mundial na área.

Quadro 5 - Definições do processo de busca Revisão Sistemática

Características	Descrições
Strings de Busca	Português “logo gráfico” AND (metanálise OR metanálise OR “revisão sistemática”) "linguagem Logo" AND (“metanálise” OR metanálise OR "revisão sistemática") “Tartaruga gráfica” AND (metanálise OR metanálise OR “revisão sistemática”) “metanálise sobre a tartaruga gráfica logo” "meta-analise sobre tartaruga gráfica logo" "revisão sistemática sobre a tartaruga gráfica logo" "revisão sistemática da tartaruga gráfica logo"
	Inglês “Turtle graphics” AND (“meta-analysis” OR “systematic review”) (Logo OR "turtle graphics") AND (meta-analysis OR "systematic review") “Logo Language” OR “turtle graphics” AND (meta-analysis OR “systematic review”) "meta-analysis about logo turtle graphics" "meta-analysis on logo turtle graphics" "systematic review about logo turtle graphics" "systematic review on logo turtle graphics"
Bases de Dados	Português – Brasil (online) CEIE - http://www.br-ie.org/pub - Portal de Publicações da Comissão Especial de Informática na Educação Base da CAPES - www.periodicos.capes.gov.br - Brasil Google Scholar - https://scholar.google.com.br/ - Brasil Google – www.google.com.br
	Inglês – (online) ACM Digital Library < http://dl.acm.org/ > - Association for Computing Machinery IEEE Xplore < http://ieeexplore.ieee.org/ > - Institute of Electrical and Electronics Engineers ERIC < http://eric.ed.gov/ > - Institute of Education Sciences Logo Foundation < http://el.media.mit.edu/logo-foundation/ >* ScienceDirect < http://www.sciencedirect.com/ >
Documentos de Interesse	Artigos em Periódicos e Conferências; Dissertações de Mestrado; Teses de Doutorado.

Fonte: Autora.

Um aspecto importante a destacar é que o termo “logo” tem diferentes significados e classificação na língua portuguesa, fato que gerou resultados não coerentes para esta revisão. “Logos” do grego pode significar uma palavra escrita ou falada – o verbo -, mas para alguns filósofos possui um conceito filosófico significando razão, conhecimento⁵⁹. É uma terminação que dá origem a outras palavras, sendo usada como prefixo ou sufixo e ainda possui três diferentes classificações gramaticais: advérbio; conjunção ou uma forma reduzida da palavra logotipo.

⁵⁹ Informações disponíveis em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Logos>>.

Além disso, foi possível verificar que o Logo, ao longo dos tempos, serviu como base para o desenvolvimento de outras linguagens que implementaram versões com fundamentos semelhantes ao Construcionismo. Foi criado o “*Logo Tree Project*” (BOYTCHEV, 2011) com o objetivo de construir uma árvore genealógica, para demonstrar a evolução, diversidade e vitalidade do Logo como uma linguagem que desenvolve o potencial cognitivo de seus usuários. Outros projetos e pesquisas foram desenvolvidos no contexto escolar, com estas novas implementações e estes resultados podem também contribuir para a legitimação da teoria construcionista, porém nesta RSL a ênfase está na linguagem Logo.

Ao pesquisar na base de dados do portal dos periódicos da CAPES/MEC⁶⁰, a Autora acessou o “meu espaço” para conseguir o maior número de publicações possíveis disponíveis neste ambiente.

Nas 14 (quatorze) pesquisas realizadas, conforme as definições do processo de busca apresentadas no Quadro 5, não foram obtidos resultados em nenhuma das bases consultadas. Realizaram-se as mesmas pesquisas utilizando os filtros avançados do *Google.com* e confirmou-se a ausência de resultados. Desta forma, entendeu-se que não há uma pesquisa de revisão sistemática acessível e decidiu-se realizá-la.

Para conduzir a revisão sistemática, o protocolo de busca definido objetivou identificar se existem evidências empíricas do uso do Logo associado às melhorias de aprendizagem. Esta etapa foi norteada pelas seguintes questões: qual o volume de pesquisas que promovem a utilização da Linguagem Logo? O que mostram os resultados destas pesquisas? Estas pesquisas contribuem para uma melhor compreensão sobre o Pensamento Computacional? Quais métodos de avaliação (quantitativo e/ou qualitativo) têm sido aplicados nestas pesquisas?

Ao efetuar o processo de busca foi utilizado o software *Mendley*⁶¹ para armazenar os artigos selecionados que foram identificados a partir da busca pelas definições que são apresentadas no Quadro 6. E com as características expostas nas “bases de dados” e “documentos de interesse” contidos no Quadro 5.

Quadro 6 - Definições do processo de busca

Características	Descrições
Palavras-Chave	Brasil Linguagem Logo Logo Gráfico Tartaruga Gráfica Informática na Educação Empírico OR Quantitativo OR Qualitativo

⁶⁰ Disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br/>.

⁶¹ Mendeley é um gerenciador livre de referências e citações. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/>>.

Características	Descrições
	Inglês <i>Logo Language</i> <i>Turtle Graphics</i> <i>Education</i> <i>Psychology</i> <i>Computer</i> <i>Informatic</i>
Strings de Busca	Português – Brasil (online) ("Linguagem Logo" OR "Logo Gráfico" OR "Tartaruga Gráfica") AND (Empírico OR Quantitativo OR Qualitativo) AND "Informática na Educação"
	Inglês (online) "Logo Language" OR "turtle graphics" AND (Education OR Psychology OR Computer OR Informatics)
Base dos Eventos – Inglês	Eurologo - http://www.eurologo.org/ - 1997 - http://eurologo.web.elte.hu/ - 1999 - http://iea.fmi.uni-sofia.bg/eurologo99/ - 2001 - http://www.eurologo.org/eurologo2001/ - 2003 - http://www.eurologo.org/eurologo2003/ - 2005 - http://eurologo2005.oeizk.waw.pl/ - 2007 - http://www.eurologo2007.org/ <i>Construcionism and Creativity</i> - 2010 - www.aup.edu/news/special_events/constructionism2010.htm - 2012 - http://constructionism2012.etl.ppp.uoa.gr/ - 2014 - http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/ >

Fonte: Autora.

Na busca conduzida nas bases de dados acima mencionadas foram obtidos 2919 (dois mil novecentos e dezenove) resultados nas bases de dados brasileiras e nas bases de dados da língua inglesa, conforme constam apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das buscas realizadas

Base de Dados	Total de Artigos
BRASIL	
CBIE	26
CAPES/MEC	18
<i>Google Scholar</i>	668
<i>Google</i>	1520
Total Brasil	2232
INGLÊS	
<i>ACM Digital Library</i>	124
ERIC	24
<i>IEEE Xplore</i>	191
<i>Logo Foundation</i>	135
ScienceDirect – Elsevier	213
Total Inglês	687
Total Lidos	2919

Fonte: Dados obtidos na RSL realizada pela Autora.

A partir destes resultados, procedeu-se a filtragem daqueles artigos que possibilitaram responder as perguntas da revisão sistemática. Os critérios de inclusão selecionaram: todos os níveis de ensino; artigos de relatos de atividades empíricas, com uso da Linguagem Logo no apoio à aprendizagem; os artigos com resultados relacionados à cognição e/ou aprendizagem e em qualquer ano de publicação.

Foram excluídos da pesquisa relatos de atividades técnicas com a linguagem Logo, estudos comparativos com o Logo e pesquisas que não focalizavam o uso pedagógico da linguagem Logo. Os critérios de inclusão e exclusão estão apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão	Exclusão
1. Todos os níveis de ensino.	1. Relato de experiências técnicas com o Logo
2. Atividades empíricas, com o uso da linguagem Logo no apoio à aprendizagem.	2. Estudos comparativos com o Logo
3. Resultados relacionados à cognição e/ou aprendizagem com o uso do Logo.	3. As pesquisas que não focalizavam o uso pedagógico do Logo.
4. Qualquer ano de publicação	

Fonte: Autora

Os artigos nas bases de dados da CAPES/MEC foram eliminados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão ou ainda por não estarem disponíveis na íntegra *online* e os resumos não possuírem dados suficientes para sua seleção. Dentre os artigos do CBIE restaram 6 (seis) após aplicados os critérios. Esta base tem disponíveis anais anteriores, porém a mais antiga edição é do ano de 2001. A da CAPES/MEC possui um repositório lançado em novembro de 2000. Estas ocorrências podem justificar o total de material científico nestas bases de dados, já que as pesquisas com o uso do Logo, no seu auge, ocorreram na década de 1980 e 1990.

Ao pesquisar no *Google Scholar* a opção “pesquisa na *web*” foi acionada para que desta forma fosse obtido um maior número de resultados. Mesmo assim, logo após as primeiras páginas que continham a lista de resultados no buscador, observou-se a inexistência de artigos que continham mais de uma ou duas palavras da *string* de busca.

Alguns dos *links* resultantes das pesquisas apresentavam mensagem de erro ao acessá-los, indicando que não estavam mais disponíveis na *web*. Mesmo ao fazer uma nova busca, agora com o título do texto, não foi obtido o acesso a estes arquivos. Outro problema que ocorreu durante o processo de busca pelas *strings*, foi apresentado na mensagem: “sua conexão não é particular”. Desta forma, fez-se a busca de outro local no qual estivesse disponível uma rede particular.

Destes 2232 (dois mil duzentos e trinta e dois) artigos retornados da pesquisa na base de dados brasileira, 2216 (dois mil duzentos e dezesseis) foram eliminados após a leitura de seus títulos, resumos, introduções e conclusões, restando 16 (dezesseis) artigos nas bases brasileiras para tabulação dos dados (Tabela 4). Resultado decorrente também do fato de que muitos dos trabalhos resultantes das *strings* de busca citavam a linguagem Logo ou o Construcionismo, pois estes termos são referências nas pesquisas e projetos desenvolvidos na área da Informática da Educação. Porém, muitos eram excluídos ao serem analisados com base nos critérios de inclusão e exclusão.

A existência de muitos resultados com o termo “Logo” também pode ser decorrente do fato de que esta linguagem de programação possuiu uma árvore genealógica bastante extensa conforme se pode verificar no “Logo Tree Project”, fato que foi confirmado ao serem analisados os artigos das diversas bases de dados investigadas nesta RSL.

Durante a organização e leitura dos textos (título, resumo, introdução e conclusão), foi observada a ausência de trabalhos de alguns dos autores de referência em pesquisas construcionista no Brasil como “José Armando Valente⁶²”, “Lea da Cruz Fagundes⁶³”. Decidiu-se realizar uma pesquisa pelo nome destes autores na Plataforma Lattes⁶⁴, buscando identificar trabalhos que desenvolveram e que poderiam contribuir diretamente com o propósito desta RSL. Porém, nenhum material destes estudiosos disponível na internet apresentava-se dentro dos critérios de inclusão.

Dos seiscentos e oitenta e sete (687) artigos retornados nos periódicos de língua inglesa, muitos com datas anteriores a 1990, não continham informações suficientes no resumo para que fosse possível a aplicação destes critérios. Desta forma, foi necessário realizar a leitura dos títulos, introduções e conclusões e, em alguns casos, foi preciso avançar para uma leitura mais detalhada dos textos.

Durante as leituras dos artigos em inglês, observou-se que muitos destes textos estavam disponíveis em formato PDF, porém como imagem e não como documento. A versão imagem não possibilita a pesquisa por “*full text*”, somente por meio da leitura do texto, fato que se justifica por serem artigos da década de 1990, período em que o formato PDF não existia.

Como o número de pesquisas restantes nas bases de dados de referências no Brasil, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foi 8 (oito) (Tabela 4), houve um aprofundamento realizando uma pesquisa em todo *Google.com.br* e incluindo a *string*

⁶²Disponível em: <<http://Lattes.cnpq.br/8919503255281132>>.

⁶³Disponível em: <<http://Lattes.cnpq.br/3381371209712524>>.

⁶⁴ Disponível em: <Lattes.cnpq.br/>.

(“Linguagem Logo” OR “Ambiente Logo”). Desta forma, foi possível selecionar mais 8 (oito) artigos que foram analisados e que cumpriram os critérios.

Por meio da técnica de levantamento de dados bibliográficos *Snowball* (BIERNACKI, WALDORF, 1981), que encontra referências contidas em outras referências, também conhecida como técnica de bola de neve, foram realizadas novas buscas ampliando o escopo de análise. Assim, a partir dos textos selecionados nas bases indicadas na Tabela 1, foram realizadas novas buscas por meio do referencial teórico contido nestes textos. Muitas vezes não foi encontrada a bibliografia referenciada disponível na *web*, ou ainda a publicação não se encaixou nos critérios de inclusão, como também havia textos já selecionados anteriormente. Quando não foi encontrado o texto na *web* foram enviados *e-mails* por meio da Plataforma *Lattes*, opção contato, para tentar localizá-lo. A Plataforma só permite o envio de 6 (seis) *e-mails* por dia, assim foram necessários alguns dias para enviar a todos.

Outra pesquisa no *Lattes* foi realizada por meio dos nomes dos autores que produziram artigos que constavam no livro “O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação”, organizado por José Armando Valente publicado em 1996.

A Plataforma *Lattes* foi acessada também para a busca pelo currículo *Lattes* de cada um dos autores dos artigos do livro “O professor no Ambiente Logo: formação e atuação”. Ao encontrar o *Lattes* de um determinado autor, foi acessado o resumo do seu perfil para identificar formas de contato. Após a pesquisa realizada no *Lattes* pelas produções acadêmicas publicadas por estes autores sobre o uso da linguagem Logo no Brasil foram realizadas novas buscas na internet para obter os textos referenciados.

Para complementar esta RSL, foram feitas novas pesquisas com as mesmas definições do processo de busca, porém em bases de dados do Evento Eurologo e “*Construcionism and Creativity*”⁶⁵. As conferências sobre Eurologo aconteceram entre os anos de 1997 a 2007 e os encontros do Construcionismo e Criatividade entre anos de 2010 a 2014, ambos ocorreram a cada dois anos e em diferentes países da Europa. Com a ferramenta avançada de busca do *Google.com* nos sites destas conferências, foram realizadas novas pesquisas conforme apresentado na Tabela. A partir do site da conferência do Construcionismo de 2014 foi possível encontrar *links* que reencaminharam para a conferência de 2010 e 2012. Na busca no site do Eurologo encontraram-se disponíveis os *links* para todos os eventos desta conferência. Nas páginas das conferências não estava disponível a opção de pesquisa, fato que levou a pesquisadora a acessar cada um dos *links* separadamente para encontrar os conteúdos. Após

⁶⁵ Esses dois eventos apresentam pesquisas realizadas sobre o Construcionismo e o uso da Linguagem Logo no ensino.

esta etapa também foi realizada uma busca com as mesmas *strings* utilizando a pesquisa avançada do *Google.com*.

Ao inserir o *link* da conferência do ano de 2010 na barra de endereço do navegador e realizar a busca, apareceu uma mensagem indicando que a página requisitada não existia. Nos eventos dos anos de 2012 e 2014, como não havia mecanismo de busca disponível, foi acessado cada um dos *links* existentes nas páginas.

Os sete (7) artigos selecionados nas conferências do “*Construcionism and Creativity*” não apresentaram pesquisas sobre o uso da linguagem Logo em atividades empíricas, conforme está apresentado no Quadro 16 (APÊNDICE 4). Em todos os textos os trabalhos foram realizados com o uso de softwares que integram o “*Project Tree Logo*”, porém não com o próprio Logo, objeto desta RSL.

Tabela 2 - Resultados das buscas nos eventos do “*Construcionism and Creativity*”

ANO	Total de Artigos	Artigos Eliminados	Artigos Analisados
2010	0	0	0
2012	2	2	0
2014	5	5	0
TOTAL	7	7	0

Fonte: Autora.

Ao tentar acessar a página principal do evento Eurologo e dos eventos que ocorreram nos anos de 1999, 2001, 2003 aparece uma mensagem indicando que estes *links* não estão mais disponíveis na *web*. O *link* do evento do ano de 2007 apresenta uma página que não possui relação com estas conferências. Somente o Eurologo que aconteceu no ano de 1997 e 2005 apresentaram suas páginas disponíveis e com possível acesso, nestas páginas constavam alguns *links* que poderiam interessar a esta RSL e estes *links* também foram percorridos e analisados pela pesquisadora, porém não foram encontrados artigos com pesquisas que estavam relacionadas com os critérios de inclusão.

Tabela 3- Resultados das buscas nos eventos do Eurologo

ANO	Total de Artigos	Artigos Eliminados	Artigos Analisados
1997	16	16	0
1999	0	0	0
2001	0	0	0
2003	0	0	0
2005	19	19	0
2007	0	0	0
TOTAL	35	35	0

Fonte: Autora.

Os eventos do “*Construcionism and Creativity*” e o Eurologo apresentam em suas publicações a utilização de diversos softwares que integram a árvore genealógica do Logo, porém em nenhuma destas pesquisas realizadas do ano de 1997 a 2014 foi utilizada a linguagem de programação Logo.

Foi também realizada a técnica *Snowball* para pesquisar por nome dos autores que participaram dos eventos “*Construcionism and Creativity*” e Eurologo. Destes autores, encontramos publicações no espaço virtual do Professor Roy Pea⁶⁶ da universidade de Stanford, com *links* para artigos produzidos por esse autor sobre o uso do Logo em situações de aprendizagem, textos que estão disponíveis em formato PDF, porém alguns como imagens.

Dos 7 (sete) trabalhos analisados de Roy Pea, dois (2) continham breves resumos de trabalhos realizados por ele, porém sem maiores detalhes das atividades e dos resultados. Somente 1 (um) trabalho foi selecionado para compor esta RSL, pois correspondia com os critérios de inclusão.

Após a aplicação dos critérios de inclusão dos 736 (setecentos e trinta e seis) artigos em língua inglesa filtrados inicialmente, foram eliminados 721 (setecentos e vinte e um) trabalhos, restando 15 (quinze) artigos para tabulação dos dados.

Na Tabela 4 é apresentado o resultado dos 31 (trinta e um) artigos selecionados para esta revisão sistemática da literatura, estes dados são o resultado da aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão que estão descritos no Quadro 7.

Tabela 4 - Resultado após aplicação dos critérios

Base de Dados	Total de Artigos	Artigos Eliminados	Artigos Analisados
Brasil			
CBIE	26	20	6
CAPES/MEC	18	18	0
Google Scholar	668	666	2
Google	1520	1512	8
Total Brasil	2232	2216	16

⁶⁶ Disponível: <http://web.stanford.edu/~roypea/HTML1%20Folder/logo.html>

Base de Dados	Total de Artigos	Artigos Eliminados	Artigos Analisados
Inglês			
<i>ACM Digital Library</i>	124	121	3
ERIC	24	18	6
IEEE <i>Xplore</i>	191	191	0
<i>Logo Foundation</i>	135	135	0
<i>ScienceDirect</i> - Elsevier	213	208	5
Total Base de dados Inglês	687	673	14
<i>Construcionism and Creativity</i>	7	7	0
Eurologo	35	35	0
Roy Pea – SnowBall	7	6	1
Total Inglês	736	721	15
TOTAL GERAL	2968	2937	31

Fonte: Autora

Para tabulação dos dados dos artigos selecionados foram extraídas as informações apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Características filtradas dos textos científicos

Características	Descrição
ID	Identificação definida pelo autor da revisão
Autores	Sobrenome e nome do autor do artigo;
Título	Identificação do documento analisado
Objetivo da pesquisa	Descrição do objetivo da pesquisa
Nível de Ensino	Identificação do nível de ensino
Faixa Etária	Idade dos aprendizes pesquisados
Resultados empíricos	Descrição dos resultados empíricos da pesquisa
Estratégia de pesquisa	Identificação da abordagem de pesquisa
Instrumentos de Pesquisa	Identificação dos instrumentos de pesquisa
Disciplina/área publicação	Identificação das disciplinas que foi aplicado o projeto
Jornal/Evento	Identificação da referência do evento
Base de Dados	Identificação da base de dados
Instituição dos autores	Identificação da Instituição que os autores estavam alocados
Idioma	Identificação da Língua escrita do artigo
País da pesquisa	Identificação do país que foi realizada a pesquisa
Ano	Ano de publicação do artigo

Fonte: Autora

Ao iniciar a tabulação dos 31 (trinta e um) artigos finais, verificou-se que algumas das características indicadas no Quadro 8 não foram encontradas mesmo depois da leitura dos textos na íntegra. Tais informações não constavam nos textos analisados, sendo assim, estas informações se apresentam (APÊNDICE 4) como “não informada”.

Uma das limitações de algumas das bases de dados pesquisadas é o fato do acesso a elas ser restrito a usuários associados. Desta forma, os artigos não estavam disponíveis na íntegra, sendo visualizados somente o título, o resumo e as palavras-chave. Em outras pesquisas, ao

acessar os *links*, esses não estavam mais disponíveis na *web* ou, quando disponíveis, somente de forma parcial. Estas situações estão apresentadas no Quadro 16 (APÊNDICE 4) como “não disponível”.

Outras bases desta RSL também possuíam acesso restrito, porém por meio de redes de contatos com outros grupos de pesquisa e universidades conseguiu-se acesso a estes textos.

Quando as características “faixa etária” e “estratégia de pesquisa” não estavam informadas no texto e esse continha dados que forneciam subsídios para sua inferência, essas foram preenchidas.

A partir da definição das informações a serem filtradas (Quadro 8), foi realizada a seleção dos dados que se encontram apresentados no Quadro 16 (APÊNDICE 4). A sistematização dos referidos resultados será apresentada na seção a seguir.

3.1.3 Sistematização da Revisão da Literatura por meio da Metanálise

Esta RSL se limitou ao material disponível *online*, pois os textos impressos são de difícil acesso e possuem pouca ou nenhuma descrição completa das experiências e resultados de atividades empíricas realizadas com o uso da linguagem Logo no processo de ensino e aprendizagem. Esta ocorrência é um dos legados que os avanços tecnológicos deixam à sociedade.

Muitos dos trabalhos encontrados nas bases disponíveis na *web* não foram selecionados, pois não se encaixaram nos critérios de inclusão ou exclusão. Linguagens que derivam do Logo eram utilizadas nos projetos apresentados nestas bases de dados, porém o Logo foi utilizado apenas como referência e não como objeto de análise.

Em todas as ocorrências das informações não disponíveis os artigos eram da base de dados do ambiente ERIC, somente um dos artigos desta base foi acessado na íntegra. Esta situação também limitou alguns dos resultados obtidos na RSL.

Dos *Snowball* que foram realizadas no decorrer da revisão sistemática obteve-se 1 (um) resultado que se relacionou aos critérios de inclusão, que foi a pesquisa realizada por Roy Pea.

As pesquisas realizadas no evento Eurologo e “*Construcionism and Creativity*” não resultaram em pesquisas selecionadas. Linguagens de programação que derivam da linguagem Logo estavam presentes nos projetos apresentados nestes eventos, porém o Logo era citado como referência do Construcionismo ou ainda como a linguagem que originou a linguagem objeto de estudo daquelas pesquisas, não como objeto a ser analisado.

Após os dados coletados, buscou-se analisar informações que pudessem contribuir com esta pesquisa. Ao verificar o período de publicação dos artigos, observou-se que em 1985 foram publicados 4 (quatro) artigos e nos anos de 1986, 1987 e 1990 foram localizados 3 (três) artigos em cada um destes anos. Nos anos de 1988, 1993, 1998 e 2013 foram identificados 2 (dois) artigos e nos demais anos somente um artigo foi encontrado com o uso da linguagem Logo em pesquisas empíricas associadas a melhorias de aprendizagem e que estavam disponíveis na internet.

Não foi delimitado um período exato na busca dos artigos, porém pode-se observar no Gráfico 1, que apresenta a distribuição temporal dos artigos analisados, que o maior número de pesquisas publicadas foi nos anos de 1985, 1986, 1987 e 1990, fato que se explica, pois foi na década de 1960 que Papert e um grupo de pesquisadores da MIT⁶⁷ desenvolveram a linguagem Logo e na década de 1980 foi disseminada a teoria da aprendizagem construcionista.

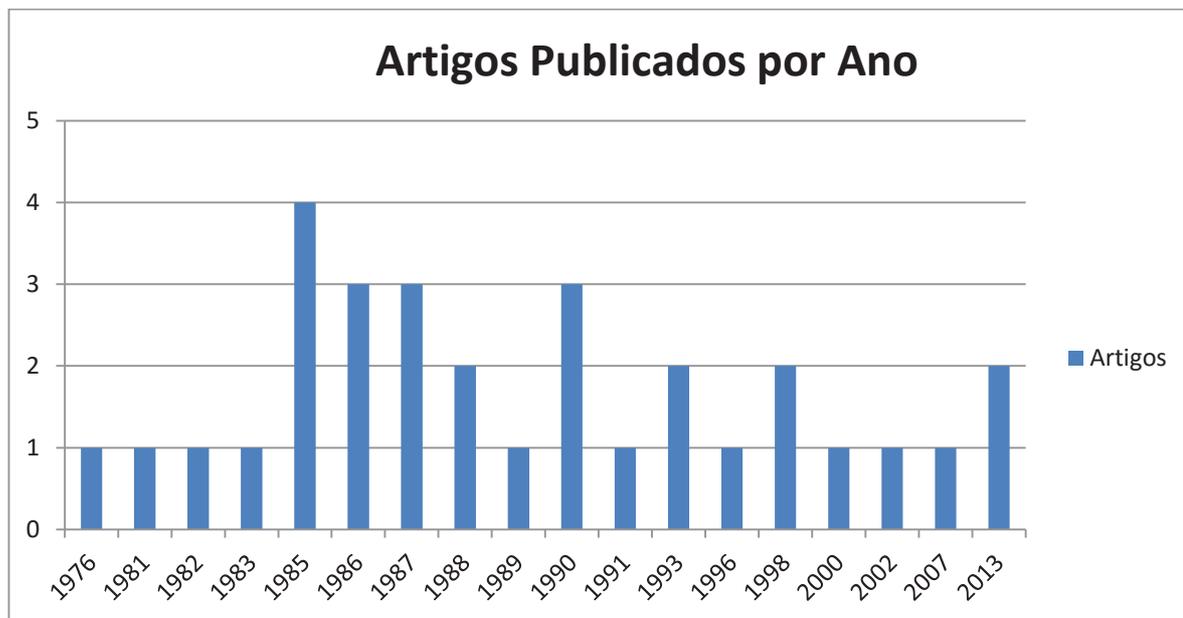


Gráfico 1 – Distribuição temporal das pesquisas analisadas

Fonte: Autora.

Em relação ao cenário das pesquisas por nível de ensino, foi no ensino fundamental, que atende a faixa etária entre 7 a 15 anos, que foram encontradas 58% das pesquisas realizadas. No ensino superior, incluindo pesquisas com formação de professores identificaram-se 16%, no Ensino Médio foram registradas 13%, e na pré-escola 10%. Também foi identificada 1 (uma) pesquisa com a utilização do Logo no mercado de trabalho, que visou estimular os níveis de operações formais de chefes de sessão. Este cenário demonstra a preocupação de educadores, nos diversos níveis de ensino, em potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

⁶⁷ Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <<http://web.mit.edu/>>.

O menor número de pesquisas foi realizado na educação infantil, nível de ensino no qual os aprendizes ainda estão em fase de alfabetização, fato que pode justificar esta ocorrência. Outro aspecto que pode ter influenciado o menor uso de uma linguagem de programação nesta faixa etária é ausência de tecnologia para este público alvo, principalmente nas pesquisas realizadas anteriormente à década de 1990. Neste período os computadores pessoais ainda não existiam no mercado e as tecnologias existentes eram muito caras e restritas, de acordo com Papert (1986).

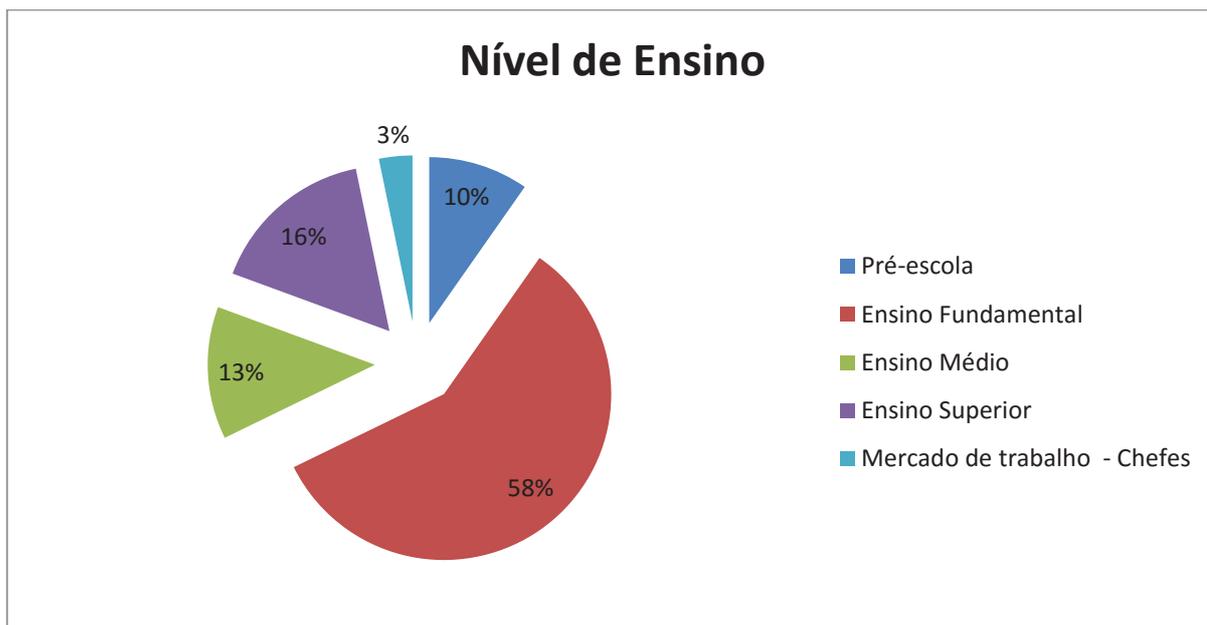


Gráfico 2 - Artigos por nível de ensino

Fonte: Autora.

O Gráfico 2 indica a inclusão de todos os níveis de ensino nas pesquisas com o Logo, ficando no cenário do ensino fundamental a maior concentração. Porém, o panorama geral destes dados aponta a importância de explorar o desenvolvimento cognitivo com uma linguagem de programação nas mais diversas fases do desenvolvimento humano, potencializando o processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de pensadores ativos e críticos e fortalecendo os fundamentos construcionista.

Em 2 (dois) dos projetos aplicados no ensino superior, as atividades realizadas com o Logo foram aplicadas a professores em formação e em 1 (uma) outra pesquisa um professor em formação do curso de matemática em seu trabalho de conclusão de curso (TCC) aplicou atividades usando o Logo para alunos do ensino fundamental. Sabe-se que existe a necessidade de preparar o professor desde sua formação para o uso de tecnologias, para que ocorra uma mudança cultural. Existe a necessidade de experiências realizadas no contexto escolar e que essas sejam contínuas criando-se multiplicadores. Porém, esta RSL não encontrou experiências

deste gênero, indícios da ausência da preocupação com os professores e sua formação, fato que pode ter interferido no sucesso da filosofia Logo.

Em uma das pesquisas realizadas com o Ensino Médio, a atividade foi aplicada a aprendizes levemente deficientes, porém como esse foi um dos trabalhos disponíveis na base de dados ERIC, não foi possível obter informações sobre os tipos de deficiências, nem mesmo se a atividade foi realizada em um formato diferenciado. Estavam indisponíveis as características “faixa etária”, “resultados empíricos”, “estratégia de ensino” e a “disciplina do projeto”. A pesquisa com grupos diferenciados e com inclusão social já era uma preocupação daquele período, indicação importância do pluralismo epistemológico e da diversidade cultural.

O mesmo interesse foi demonstrado em atividades realizadas com o Logo no Brasil, sendo aplicadas para aprendizes com deficiência auditiva, crianças com dificuldades para ler, escrever e calcular, de escolas públicas com comunidade de baixa renda e com moradores de orfanatos. Também foram desenvolvidas atividades com o uso do Logo que exploraram o desenvolvimento cognitivo de adultos que ainda não haviam atingido o nível das operações formais, desta forma contribuindo com a diversidade cultural existente.

Outra característica constante em 2 (dois) dos trabalhos coletados foi a questão do gênero dos participantes da pesquisa - feminino e masculino - indícios da importância de pesquisar questões que estão relacionadas ao pluralismo epistemológico no contexto educacional com uso de uma linguagem de programação. A preocupação com as diferentes formas de conhecer e pensar é uma característica construcionista, que foi identificada nesta revisão.

A faixa etária foi uma característica que se objetivou coletar. Em 8 (oito) dos trabalhos selecionados, a pesquisadora, com base nas demais informações do texto, inferiu a faixa etária. No ensino superior não havia menção em relação à idade dos aprendizes. Nas pesquisas que continham descritas a faixa etária, essas estavam dentro do padrão para o nível de ensino que correspondia ao recorte, somente nos trabalhos com crianças com deficiência isso não ocorria.

Em alguns dos trabalhos constaram mais de um instrumento de pesquisa como foi o caso da observação, gravação, pré e pós-teste, entrevista, resultados da linha de comando, mediação e análise microgenética. Também foram encontrados trabalhos sem esta característica ou sem a disponibilidade deste item conforme é possível verificar no Gráfico 3. Sobressaíram-se a observação, a gravação, os pré e pós-testes, a entrevista e os resultados de linhas de comando.

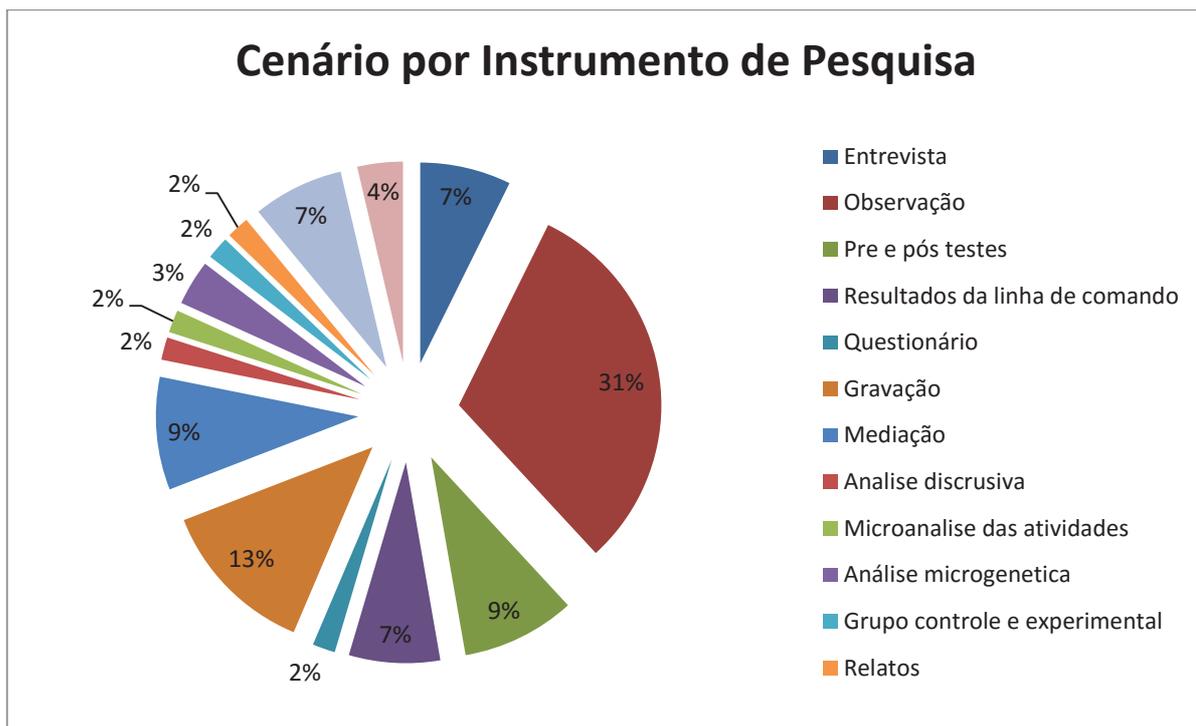


Gráfico 3 - Cenário por instrumento de pesquisa

Fonte: Autora.

Das estratégias referenciadas, foram identificadas 16 (dezesesseis) do tipo qualitativa, 2 (duas) mistas e 2 (dois) estudo de caso. Foi referenciada 1 (uma) pesquisa como do tipo participante, 1 (uma) exploratória e descritiva. Em nenhum dos trabalhos foi referenciada somente a pesquisa quantitativa. Em algumas pesquisas ocorreu a referência como sendo de dois tipos indicados acima, como por exemplo, qualitativa e exploratória.

Ainda no que se refere à característica estratégia de pesquisa, a pesquisadora inferiu algumas como qualitativa, de acordo com as informações contidas no texto dos artigos. A pesquisa qualitativa é a que apresentou maior número de ocorrências, sendo coerentes com as estratégias mais utilizadas que é a observação, a gravação e a entrevista. As evidências apontam que no período em que foram publicadas as pesquisas não havia preocupação em apresentar de forma detalhada o tipo e os procedimentos metodológicos.

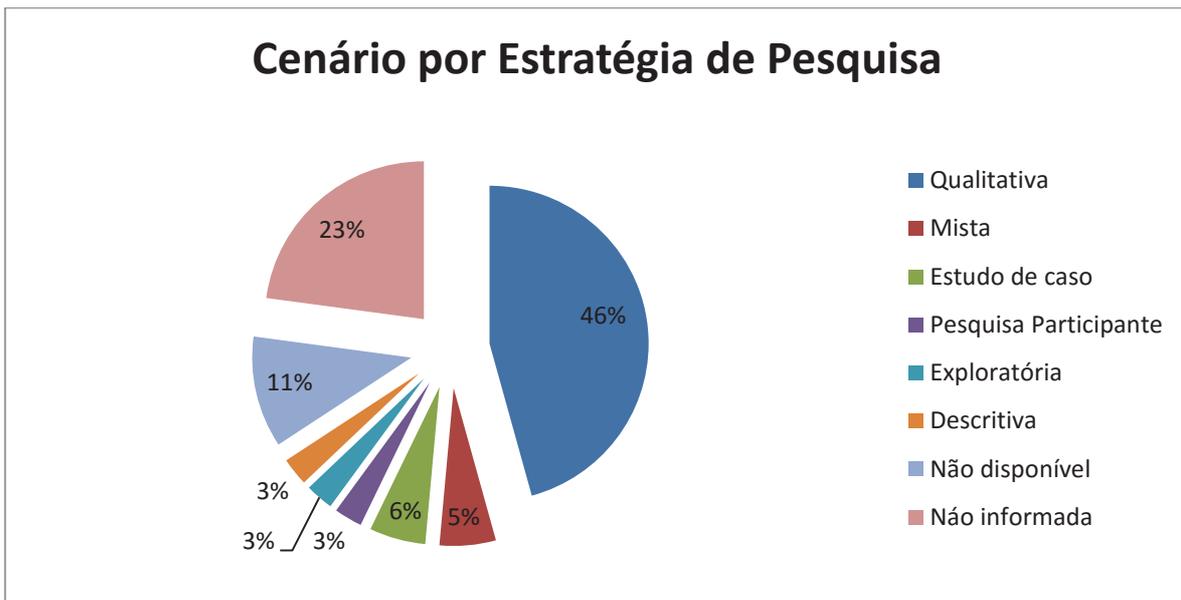


Gráfico 4 - Cenário por estratégia de pesquisa

Fonte: Autora.

Ao verificar o cenário das disciplinas em que foram realizados os projetos, foram encontrados 9 (nove) desenvolvidos na disciplina de matemática, enfatizando o trabalho com o Logo nesta área, nas décadas em que foram aplicadas as pesquisas. Nas disciplinas introdução orientada a objeto, introdução a recursão, ciências e em física foi desenvolvido 1 (um) projeto em cada uma delas.

Foi observado ainda que 6 (seis) das pesquisas foram realizadas em áreas interdisciplinares envolvendo as disciplinas de matemática e ciência. Em algumas das pesquisas realizadas na Educação Infantil, fase em que as disciplinas não são fragmentadas, a pesquisadora inferiu como interdisciplinar. A cultura construcionista tem uma tendência natural em realizar as atividades em formato que envolva mais de uma disciplina, uma vez que muitas vezes adota a organização em projetos, envolvendo atividades extraclasse e relacionando diferentes conhecimentos.

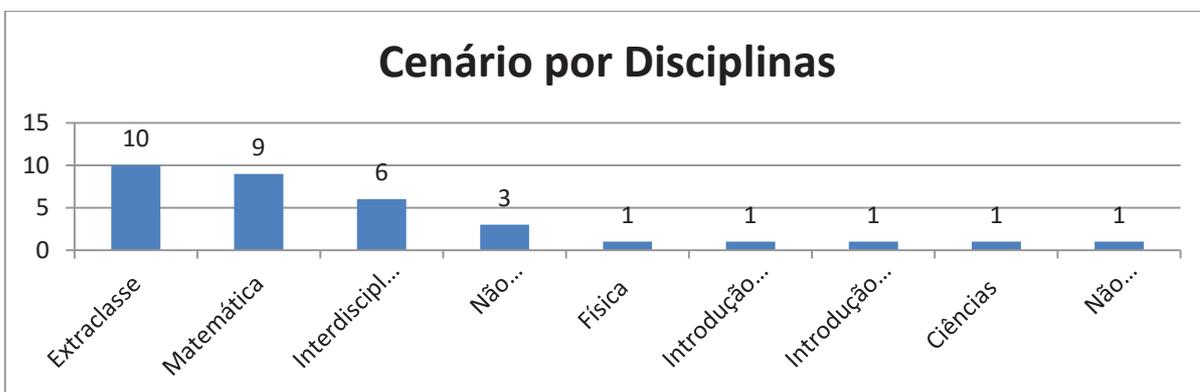


Gráfico 5 - Cenário por disciplinas

Fonte: Autora.

A interdisciplinaridade é aspecto fundamental para que o aprendizado seja analisado em todos os âmbitos e de forma mais completa, contudo esse é um problema recorrente no contexto escolar. Envolver diversas disciplinas em um projeto exige esforços integrados, desta forma quando atividades construcionistas são realizadas, tendem naturalmente à interdisciplinaridade, contribuindo para um aprendizado mais abrangente.

No projeto desenvolvido por Turkel, e Podell (1983) resultante da pesquisa no ambiente ERIC, não foi localizado o artigo na íntegra. Assim, esta informação ficou indisponível. E por fim, 3 (três) dos textos analisados não referenciaram a disciplina em que aplicaram o projeto, o qual a pesquisadora inferiu como interdisciplinar.

No artigo de Siann (1990) foram mencionadas duas disciplinas, ciências e matemática, sendo assim esta característica foi preenchida como interdisciplinar. Apesar de não estar declarado o uso do termo interdisciplinaridade no texto original da pesquisa, a presença de duas disciplinas no seu desenvolvimento indica o interesse de ambas as áreas, ocorrência compatível com ambientes construcionistas.

A matemática foi a área que concentrou o maior número de pesquisa, totalizando 9 (nove). A física, a ciência, a introdução orientada a projeto e introdução a recursão seguiram com 1 (uma) pesquisa em cada uma delas, lembrando que todas estas disciplinas e pesquisas integram e enfatizam a área das ciências exatas. Tal constatação pode ser decorrente do fato do Logo ter suas raízes na lógica e na matemática (FEURZEIG, 1984).

Do total dos projetos realizados com a utilização do ambiente Logo em atividades empíricas em sala de aula, 10 (dez) foram aplicados em atividades extraclasse. A participação de aprendizes em projetos no contexto fora de sala de aula é um indicio do seu interesse, motivação, protagonismo e de seu envolvimento afetivo pelas atividades propostas neste ambiente, características presentes no Construcionismo (VALENTE, 1993, 1999).

O Brasil, nesta revisão, concentrou o maior número de pesquisas encontradas, totalizando 52%. Este fato pode ser decorrente das bases de dados pesquisadas no Brasil terem acesso liberado, o que não ocorre com as bases de dados pesquisadas em língua inglesa, que na sua maioria são restritas a usuários que pagam pelo seu acesso.

Ainda quanto ao cenário em que foram realizados os projetos, os Estados Unidos se apresentou com 32% das pesquisas, a Escócia com 10%, a Austrália com 6% das pesquisas realizadas naqueles países. No período em que foram desenvolvidas estas pesquisas, nos EUA já eram guiadas pelas ideias de Papert. Os resultados indicam que este pesquisador teve influência na construção dos conceitos que possibilitaram o avanço na produção de tecnologia.

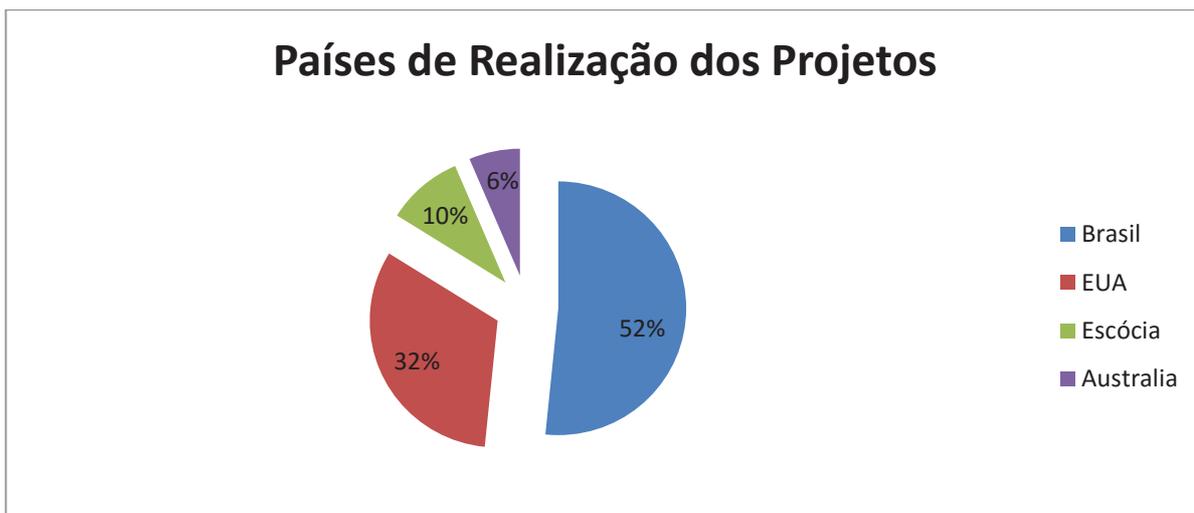


Gráfico 6 - Países de realização dos projetos

Fonte: Autora.

A Apple foi fundada em 1976 e avançou muito nos anos de 1980. A Microsoft foi fundada em 1975 e também progrediu bastante entre as décadas de 80 e 90. Talvez estes avanços em pesquisas com computador pessoal, cativado pelo potencial de uso não científico associado ao desejo de Papert, tenha uma relação com o maior número de pesquisas naquele país.

Entre as bases de dados pesquisadas, a ERIC continha 19% dos artigos selecionados, apesar de conter somente 1 (um) desses com o texto na íntegra, o que se justifica por não ser um espaço gratuito e pelo fato da pesquisadora não ter outra forma de acessar estes dados. A *Science Direct* apresentou 19% dos artigos selecionados e a ACM apresentou 9%. Ainda há 2 (dois) projetos resultantes da RSL realizada na base de dados brasileira, ambos disponíveis no *Google Scholar*. E no *Google.com.br* foi encontrado o maior número de pesquisas brasileiras totalizando 44%, com 14 textos, base de dados sem rigor científico que foi utilizada para abarcar um número maior de informações.

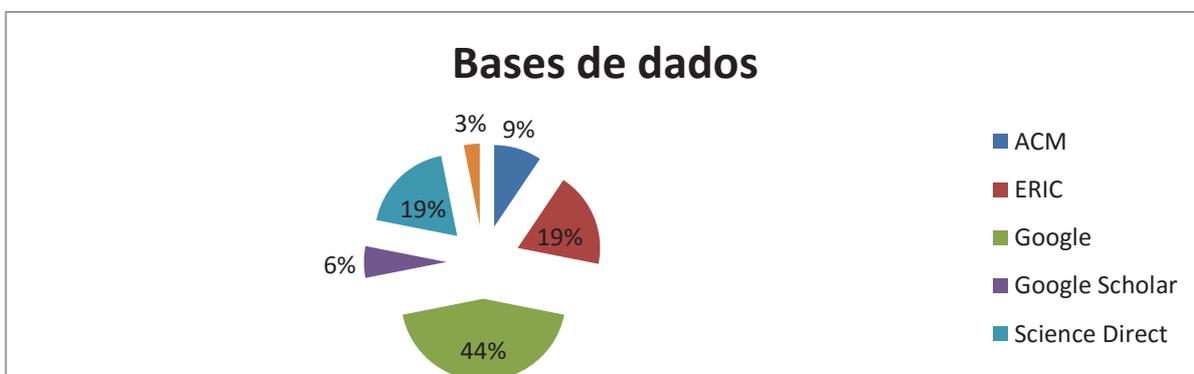


Gráfico 7 - Bases de dados

Fonte: Autora.

Ao investigar os objetivos das pesquisas dos artigos selecionados apresentados no Quadro, foram encontrados alguns que se repetem e se assemelham. A preocupação com ganhos

não só cognitivos, mas até mesmo com questões emocionais, estão presentes em mais de um projeto desenvolvido com o Logo, indicando interesses em comum entre os pesquisadores, como também a ideia de utilizar tecnologias e uma linguagem de programação para estimular e desenvolver o processo cognitivo dos aprendizes.

Além disso, os objetivos destas pesquisas indicam que o Logo pode contribuir tanto em aspectos que se relacionam com os benefícios no processo de ensino e aprendizagem, como também em questões que desenvolvem aspectos motivacionais e emocionais dos envolvidos. E que, já na década de 1980, havia a preocupação dos educadores em realizar pesquisas e divulgá-las com interesses e problemas ainda atuais.

Quadro 9 - Objetivo das pesquisas

Objetivos das Pesquisas
Auxiliar na aprendizagem de conceitos
Desenvolver habilidades cognitivas
Descrever experiências
Realizar simulações
Introduzir uma abordagem interativa
Desenvolver a capacidade para resolução de problemas
Investigar os efeitos do Logo no processo ensino e aprendizagem
Investigar aspectos motivacionais e cognitivos
Verificar mudanças qualitativas de aprendizagem com o Logo
Desenvolver modelos mentais - repetentes
Investigar os efeitos da interação com Logo sobre o desempenho e autoestima dos repetentes
Evidenciar aspectos afetivos
Propiciar interação social;
Facilitar a introdução da informática;
Compreender problemas de aprendizagem;
Investigar o processo de construção do conhecimento;
Relatar condutas em frente a "erros" e "acertos";
Avaliar uma tarefa pedagógica de maneira lúdica e estudar o desenvolvimento cognitivo de adultos que não atingiram o nível das operações formais.

Fonte: Autora.

Papert, instigado pelas pesquisas de Piaget, buscou associar o uso de tecnologias para estimular o desenvolvimento cognitivo. Criou, juntamente com outros pesquisadores a linguagem de programação Logo, baseada em princípios da matemática, da lógica e do raciocínio lógico, para assim propiciar novas formas de aprender, beneficiando-se das possibilidades da interação que permitem programar e criar por meio de um computador. Os projetos empíricos realizados a partir destas ideias construcionistas oferecem indícios de que podem contribuir efetivamente para uma mudança no processo de ensino e aprendizagem. É necessário resgatar tais experiências e a partir delas realizar um movimento de mudança, ampliando as possibilidades de estimular e desenvolver a cognição dos aprendizes.

Na próxima seção será apresentada as melhorias de aprendizagem identificadas nas atividades empíricas desenvolvidas com o uso da linguagem Logo, considerando as pesquisas analisadas nesta RSL.

3.1.4 Melhorias de Aprendizagem em Atividades Empíricas com o Logo

Quanto às evidências de melhorias na aprendizagem apresentadas nas atividades com o Logo (Quadro 10), a maioria foi de caráter qualitativo e foram avaliadas com base nas descrições feitas pelos autores dos artigos, geralmente descritas nas considerações finais.

Os trabalhos analisados apontam melhorias em: aspectos emocionais e cognitivos; trabalho cooperativo e em grupo; estratégias para resolução de problemas; reflexão sobre erros e acertos; posicionamento crítico; colocar em ação o que já se conhece; socialização de deficientes auditivos; reflexão sobre a ação; revelação de avaliações positivas sobre si mesmos e sobre a produção própria e ao possibilitar aos sujeitos situações de ação que geram releitura de significados. Resultados que podem ser também atribuídos às estratégias construcionistas que enfatizam a importância das ideias de Papert (1994) quanto ao uso de tecnologias e da criação de micromundos no contexto escolar, explorando desde cedo aspectos cognitivos que muitas vezes nem em fase adulta o indivíduo consegue obter.

Nestes resultados empíricos realizados com o uso da linguagem de programação Logo, dos 31 (trinta um) trabalhos investigados, 30 (trinta) apresentaram melhorias de aprendizagem e resultados positivos em questões emocionais o que representa 97% das pesquisas. Esse é um panorama que instiga a necessidade de aproveitar tais possibilidades no contexto educacional.

Quadro 10 - Melhorias na aprendizagem

Melhorias na Aprendizagem
De diversas disciplinas
Dos aspectos emocionais e cognitivos
Na motivação da aprendizagem
Encoraja a criatividade
Na resolução de problemas
Os benefícios tornam-se mais aparentes
Enriquece conceituações
Sofistica o pensamento
Potencial em habilidades diversas
No trabalho cooperativo e em grupo
Nas estratégias para resolução de problemas
Na reflexão sobre erros e acertos
No posicionamento crítico
De colocar em ação o que já se conhece;
Na socialização de deficientes auditivos
Na reflexão sobre a ação
Na revelação de avaliações positiva sobre si mesma e sobre a produção própria
Ao possibilitar aos sujeitos situações de ação que geram releitura de significados.

Fonte: Autora.

O projeto desenvolvido por Roy Pea *et. al.* em 1985 foi realizado no ensino fundamental, com meninas e meninos entre 11 e 12 anos de idade. Foram desenvolvidas atividades extracurriculares, indícios de ser um projeto interdisciplinar, utilizando a observação e os registros das linhas de comando da linguagem Logo como instrumento de pesquisa. Os resultados empíricos indicaram que os erros conceituais foram de natureza sistemática, que a descoberta autoguiada precisa ser mediada dentro de um contexto instrucional e que não existem problemas com os níveis de complexidade, conforme se pode observar no Quadro 16 (APÊNDICE 4), na filtragem de trabalhos disponíveis no *site* da *Stanford*. Indícios de contribuições positivas em relação ao uso da linguagem Logo no contexto educacional.

Neste projeto são investigadas questões de gênero, sendo que os autores concluíram que ocorreram diferenças substanciais entre os resultados dos gêneros sem suas atitudes pré-experiência com o computador. De acordo com os autores, os meninos se mostraram mais confiantes e com maior interesse e as meninas apresentaram maior nível de ansiedade. Quando realizadas atividades em duplas mistas, os meninos demonstravam maior domínio na sua realização. Esta pesquisa foi realizada em conjunto com a disciplina de ciências e matemática, áreas das exatas, nas quais o gênero do sexo masculino culturalmente possui maior interesse. O pluralismo epistemológico e a diversidade cultural foram uma preocupação presente nesse e em outros trabalhos já mencionados.

As evidências de ganhos de aprendizagem em diversos conceitos observados nesta RSL estão relacionadas ao caráter interdisciplinar do Construcionismo como também ao fato de muitas atividades serem realizadas fora do contexto de sala de aula, extraclasse. A interação entre as disciplinas e a não fragmentação dos saberes oferece ao aprendiz liberdade para desenvolver de forma não linear o seu conhecimento, tornando assim o aprendizado mais agradável e integrado.

A construção de conhecimentos associada a procedimentos e atitudes, instiga o aprendiz a ser protagonista do seu processo de aprendizagem e a construir o seu conhecimento de forma ativa. Esta nova posição do aprendiz, evidenciada em várias pesquisas analisadas, possibilita desenvolver aspectos emocionais como autoestima, encorajamento, motivação e cooperação, entre outros, como também diversos aspectos cognitivos para resolução de problemas abstratos distintos, potencializando e enriquecendo habilidades e competências ainda não exploradas.

A seção a seguir apresenta as informações obtidas por meio das entrevistas realizadas com os especialistas precursores do uso da linguagem Logo no Brasil e do Construcionismo.

3.2 Visão de Especialistas Construcionistas: Relatos de Precursores Brasileiros

No Brasil, existem vários especialistas que participaram ativamente na introdução do Logo na Educação. Com o objetivo de resgatar informações sobre este período e conhecer a visão de alguns destes protagonistas sobre os principais acertos, erros e o motivo do projeto não prosperar, foram entrevistados os professores José Armando Valente (NIED /UNICAMP) e Lea da Cruz Fagundes (LEC/UFRGS), pesquisadores que utilizaram, juntamente com seus grupos de pesquisas, a linguagem Logo na década de 1980.

A entrevista com os especialistas foi realizada, inicialmente, com o professor José Armando Valente⁶⁸, no IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação, que aconteceu entre os dias 26 a 30 de outubro de 2015, na cidade de Maceió, no Estado de Alagoas. Posteriormente com a professora Lea da Cruz Fagundes⁶⁹, em sua residência, na cidade de Porto Alegre, no mês de outubro de 2016. As entrevistas foram realizadas com a participação da pesquisadora e seu orientador, contendo um roteiro pré-definido (APÊNDICE 2), que foi sendo readaptado no decorrer da sua realização.

A entrevista foi explorada em blocos por temas sobre o: Logo no Brasil; Construcionismo e o Pensamento Computacional e ainda para obter informações sobre outras fontes que não estão acessíveis na internet e que poderiam auxiliar no resgate da história construcionista. Foi elaborado um roteiro de entrevista estruturada, contendo 16 (dezesesseis) questões abertas, visando guiar a conversa entre o entrevistado e o entrevistador de forma flexível (LÜDKE; ANDRE, 2013). As entrevistas foram gravadas e aplicadas individualmente aos 2 (dois) especialistas do Construcionismo, constituindo uma parte da população e amostra do estudo.

A aplicação deste instrumento não visou restringir as respostas dos participantes, uma vez que essas possibilitaram abertura para novos questionamentos e direcionamentos. Após analisar os conteúdos, foram identificadas as falas mais representativas aos objetivos da presente tese e essas foram apresentadas a seguir na forma de um diálogo.

O entrevistado, professor José Armando Valente, comentou inicialmente que as ideias que estão por “trás do Logo são extremamente atuais”, sendo necessário entender o que a programação oferece e o que se ganha com a presença dela no contexto educacional. A programação não é só o produto criado, pois “envolve a trajetória e a construção do modo de pensar de seu desenvolvedor, [...] como se pensou aquele produto, [...] e [...] as ideias poderosas” que estão envolvidas no processo de criação, pensamento esse que tem relação com o Construcionismo.

⁶⁸ Disponível em: <<http://Lattes.cnpq.br/8919503255281132>>.

⁶⁹ Disponível em: <<http://Lattes.cnpq.br/3381371209712524>>.

Professora Lea afirma que “o início do Logo no Brasil aconteceu com o ensino desta linguagem aos professores de forma que eles pudessem usá-la. Porém o alcance da linguagem Logo era a Secretaria da Educação” inserindo esta linguagem nas escolas. Para cada secretaria havia “2 (dois) professores formados que disseminavam o Logo em todas as escolas. Eles eram os multiplicadores. Ali começou a dar certo. Mas só começou”. O problema que aconteceu foi que “uma ou duas pessoas que cuidavam dos laboratórios aprendiam, mas os alunos aprendiam muito pouco já que era só uma vez por semana”. A linguagem Logo não entrou na sala de aula.

Em relação ao legado da linguagem Logo no Brasil, a professora Lea enfatiza que no Rio Grande do Sul deu certo. Lá foram colocados 5 (cinco) computadores em cada sala de aula de uma terminada escola, na outra escola 10 computadores em cada sala. Em Novo Hamburgo, a equipe da professora Lea, capacitou todos os professores, porém no Brasil em geral esta formação foi para um grupo de professores e esses repassavam aos demais.

A professora Lea indica que a “formação dos professores foi insuficiente” e o “computador deveria estar no local em que a criança estava trabalhando, não separado como mais uma disciplina, ele deve fazer parte da cultura de sala de aula para quando necessário os aprendizes poderem acessá-lo, só assim ocorrerá a transformação”. As mudanças às quais a professora se refere estão associadas a uma mudança cultural.

Em relação aos questionamentos sobre o alcance da linguagem Logo no Brasil, a professora Lea indicou que “foi relativo esse alcance, pois não tinham computadores suficientes nas escolas, nas salas de aula”. Relata ainda que o Logo “não propagou tudo o que podia e foi mal-usado”, e “não é nem o caso de ter acontecido em escolas públicas ruins nem particulares”. Para a professora, o modelo de sala de aula com 10 ou 20 computadores, com encontros pré-definidos em ambientes de informática gerou impactos negativos na proposta do Logo, uma vez que os estudantes voltavam aos livros e cadernos após o encontro. O fato do Logo ser usado para fazer uma tarefa pré-planejada pelo professor, só como uma experiência sem continuidade, desfocou seu objetivo, “tudo isso foi um atraso para o uso da linguagem Logo na educação”.

Valente comentou que a interrupção do fomento das ideias construcionistas veio por meio dos avanços tecnológicos que apresentaram ferramentas como *Paint*, já associadas ao *Windows* - janelas, dispensando a necessidade de gerar comandos para a tartaruga ao desenhar formas geométricas, “o fato de pegar a ferramenta *Paint* e não precisar brigar com a tartaruga, [...] foi como começou a decrescer a ideia do que realmente se deveria fazer com o Logo”.

Estas informações permitem concluir que o uso pedagógico do Logo nem sempre foi eficiente, pois ele se tornou obsoleto com a introdução de uma nova ferramenta para fazer desenhos. Diante deste contexto, estima-se que os professores, não tenham percebido o real

potencial da linguagem Logo, em especial a aprendizagem conduzida pelo aprendiz. Mesmo em escolas, que muitas vezes tinham muitas tecnologias, usaram de forma muito tecnicista, como comenta Valente, “fizeram salsicha do Logo”.

Quanto aos motivos do declínio do uso do Logo nas escolas, Valente comenta que com os avanços tecnológicos, aos poucos foram sendo criados laboratórios de informática nas universidades, veio a Educação a Distância (EAD) e grupos como o NIED e o LEC tiveram que se “readaptar para não serem engolidos pelo sistema”. Nas pesquisas e ações destes grupos, as ideias construcionistas “foram sendo transferidas, levadas para a Educação a Distância, etc, sendo fiéis às ideias de construção do conhecimento”, porém se readaptando às novas tecnologias.

“Precisamos integrar a tecnologia com atividades curriculares” mencionou Valente, o que não ocorreu com o Logo, “ficou tudo fora da sala de aula”. Para este professor, é preciso facilitar esta integração, “muita gente não entrou na brincadeira do Logo e hoje temos condições para isso”. Papert queria fazer uma revolução, mas não acreditava que poderia fazer isso com o professor, deixando-o de fora. Com isso, “o professor nunca se apropriou de nada, fato que observamos quando fazíamos nosso trabalho nas escolas, quando saíamos da sala de aula tudo voltava a ser como era antes”.

“No Brasil trabalhamos de forma diferente por conta da influência da visão de Paulo Freire em relação à escola”, disse Valente. “Trabalhávamos nas escolas, queríamos inserir os computadores naquele espaço”, o mesmo acontecia com o grupo da professora Lea e outros, “a ideia era de tentar fazer uma mudança na escola, todos juntos”. Porém, o “fato do professor nem sempre se envolver nas atividades [...] de não ficar trabalhando sempre na mesma escola”, foram itens complicadores neste processo, aspectos que dificultaram a mudança da cultura escolar.

Valente, ao conceituar o Pensamento Computacional como um termo novo comenta: “penso que temos aí uma coisa de computacional, que ainda teremos de entender o que o diferencia do pensamento lógico. [...] o computacional adiciona um componente, que é o fato de ter a máquina que de certa maneira executa aquilo”. Esta definição converge com o conceito que foi adotado nesta tese em relação ao PC.

Argumenta que era isso exatamente que a Linguagem Logo trazia: “sim, mas não era chamado de pensamento computacional, chamava-se de *Powers Ideas*, por isso que qualquer artigo que fala sobre o pensamento computacional fala de Papert”. Isso porque as ideias de Papert foram apresentadas de forma complexa, envolvendo uma diversidade de características construcionistas, “hoje estamos tentando dissecar tudo isso. O que que é? O que que eu faço?”

Que é um componente que está na computação, porém ele pode estar em uma coisa que não tem programação, o *Unplugged* está mostrando isso”. Sendo assim, no contexto atual “temos que entender o que é o ganho computacional, pois isso também não está claro. Porque senão não precisamos de outra palavra, usamos pensamento Lógico”.

Valente, ao resgatar a história da aplicação do Pensamento Computacional, estabelece uma relação com a matemática. Argumenta que quando se pensou em criar a disciplina matemática, a ideia central foi desenvolver o pensamento lógico. Ocorre que este princípio básico acabou se perdendo à medida em que esta disciplina foi transformada em “monte de técnicas”. Para ele o mesmo risco pode de repetir ao “transformar o Pensamento Computacional numa série de técnicas que vão ser ensinadas do mesmo modo que transformaram o pensamento lógico em uma matemática que conhecemos hoje e que não tem nada a ver com o pensamento lógico” Afirmar ainda que “se não prestarmos atenção nestas coisas podemos outra vez escorregar e Pensamento Computacional vai virar uma disciplina que a gente vai ensinar usando programação, [...] fazendo exercícios computacionais esperando que o sujeito desenvolva suas ideias”.

Na visão deste pesquisador, para que a ideia central do PC seja convergente com a prática nas escolas, é necessário integrar a tecnologia com a atividade curricular, sendo esse um procedimento que não foi adotado com o Logo, “ficou tudo fora da sala de aula”. A proposta de Valente é a de um “supermercado de ideias”, no qual “se usa a tecnologia para desenvolver atividades como narrativas, desenvolver jogos, mexer com LegoLogo, sem computador, etc.” Assim seria possível oportunizar maior integração, uma vez que a adesão a proposta do Logo tem sido insuficiente.

Para reverter este quadro, “temos que integrar o professor de história, geografia [...] hoje temos condições, [...] pode-se ir ao campo, tirar fotos, fazer uma narrativa digital”. No uso das tecnologias é necessário “encadear ideias”, que façam sentido, pois o aprendiz “está mexendo com coisas que vamos ter que entender se tem pensamento computacional ou não”. No contexto atual, o PC está sendo visto por especialistas da área da Computação “como uma ideia que está vinda só da programação que faz recursão, encadeamento, sequencialmente”. Contudo, é preciso ampliar esta visão: “Tudo isso está muito curto, esta coisa de cognitivista vai deixar muita gente de fora, vão deixar só quem é das ciências exatas, quem faz ciências, quem faz matemática e assim por diante. Inclusive tem muitos fatores econômicos por traz disso tudo, etc”.

Em relação ao Construcionismo, a professora Lea posicionou-se afirmando que houve obstáculos na disseminação da filosofia Logo nas escolas, indicando que provavelmente não

tinham consciência de que esta linguagem se tratava do Construcionismo, “[...] nas escolas que eu conheço não se tem ou tinha uma consciência desta filosofia”.

Valente comenta que no Brasil “quem realmente trabalhou direito com o uso de tecnologia, que nem sempre precisa ser a programação, como foi o caso de alguns grupos de pesquisa [...], esses fizeram um bom trabalho e conseguiram bons resultados”. Para ele “muitos pesquisadores prezam muito pelas ideias construcionistas”.

Na sequência do estudo foram apresentadas considerações relacionando as informações obtidas nesta RSL com a visão de estudiosos e dos dois precursores construcionistas entrevistados.

3.3 Considerações: Revisão Sistemática da Literatura e a Visão de Precursores Brasileiros

Como a RSL foi realizada somente com artigos disponíveis *online*, algumas pesquisas relevantes publicadas nas décadas de 80 e 90, época em que as possibilidades tecnológicas em relação à *web* eram limitadas, certamente estão ausentes. Deste modo, recomenda-se um esforço para digitalização do acervo relacionado às iniciativas do Logo principalmente o repositório do NIED/UNICAMP que, segundo informou o entrevistado José Armando Valente, possui muitas pesquisas relevantes disponíveis apenas em papel.

Ao relacionar os resultados obtidos durante a entrevista com os conceitos abordados em pesquisas atuais sobre a Informática na Educação, é possível afirmar que o empoderamento digital é a intersecção entre o Construcionismo e o Pensamento Computacional, permite identificar erros no decorrer no seu percurso na aplicação de atividades empíricas na Educação, o que sugere a definição de estratégias para a popularização da tecnologia na Educação Básica.

A maioria das pesquisas realizadas com Logo no Brasil ocorreu em atividades extraclasse e em projetos piloto guiados pelos interesses dos pesquisadores envolvidos. Ao relacionar as pesquisas com a entrevista aos especialistas foi possível perceber que uma das principais fragilidades foi a falta de relacionamento prévio entre pesquisadores e professores. Nas iniciativas que tratam o Pensamento Computacional na Educação Básica, deve-se tomar cuidado para que estes erros não se repitam, tendo como uma boa estratégia o planejamento das atividades que envolvem tecnologia em conjunto com os educadores, priorizando uma educação mais humana, mais brincante e mais criativa.

A presença de projetos realizados extraclasse já era uma realidade desde a década de 1980, conforme observado na RSL. Característica importante a ser explorada em projetos com o uso de uma linguagem de programação que objetivam os fins de uma educação mais ampla e

criativa, uma vez que podem propiciar a aplicação de atividades com o uso de tecnologias sem as limitações indicadas pelos entrevistados em relação ao uso dos computadores, a formação de professores, bem como ao espaço e tempo de aplicação. Em atividades extraclases os objetos culturais oferecem maior facilidade de acesso por parte do aprendiz e do professor que faz a mediação. Além disso, a integração de várias disciplinas se torna viável, abrindo espaços para abordagem de conteúdo das diversas áreas, desenvolvendo as diversas características do Construcionismo: protagonismo; pluralismo epistemológico; aprender a pensar com, entre outras ideias significativas.

Dos estudos identificados nesta RSL, 30 (trinta) reportam resultados positivos em relação aos benefícios na aprendizagem. Destes projetos, todos os instrumentos utilizados para mensurar os resultados, que foram mencionados no corpo dos textos publicados, eram baseados em estratégias qualitativas. Os estudos foram realizados em uma época em que não havia um rigor científico como na atualidade. Desta forma, o objetivo maior era apresentar o projeto e as possibilidades de aplicação, não havendo uma centralização nos resultados.

As estratégias de pesquisa e os instrumentos de coleta de dados foram mencionados na maioria dos textos de forma coerente em relação às atividades aplicadas, porém em alguns trabalhos não houve menção a estes itens. Essa é uma indicação de que não havia uma cobrança quanto à metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto para sua publicação em periódicos. A ausência destas informações, ainda que não desqualifique a importância dos trabalhos, dificulta sua análise quando se pensa no rigor científico.

Os trabalhos abordados na literatura permitiram a identificação recorrente de problemas na aplicação do Construcionismo em relação a pesquisas que tratam do ensino de Computação e as necessidades do aluno. As aplicações e estratégias visavam solucionar problemas muito simples e que proporcionavam pouco engajamento aos estudantes, restringindo-os a investigar um escopo limitado de problemas e que facilmente poderiam ser resolvidos com outras ferramentas além do Logo, como por exemplo, o *Paint*, citado por Valente, como um substituto do Logo devido ao desconhecimento de sua real contribuição.

Para evitar que Pensamento Computacional na Educação Básica no Brasil proporcione a formação de grupos isolados de estudantes, é necessária a criação de iniciativas que proponham uma educação mais democrática, permitindo que os aprendizes com diferentes contextos sociais e econômicos, diferentes gostos pessoais e experiências possam trabalhar coletivamente durante o processo de aprendizagem. Desta forma, é possível evitar que apenas alunos que já tenham algum interesse prévio na área se apropriem de tais saberes, propiciando

o pluralismo epistemológico e a diversidade cultural, dentre outras características do Construcionismo.

Os resultados empíricos sobre o uso Logo no processo de aprendizagem indicam que existem melhorias em aspectos distintos na construção do conhecimento dos envolvidos. Na RSL, há indícios da importância em explorar a teoria de aprendizagem construcionista e aproveitar a filosofia da programação Logo na formação dos aprendizes, em contexto curricular e extracurricular. Valente (2016), no entanto, indica que faltou inserir estas ideias no curriculum escolar, já naquele período das décadas de 1980 e 1990.

As poucas possibilidades e restrições tecnológicas daquele período não intimidaram os pesquisadores, indicativos da necessidade de mudança no contexto educacional como um compromisso constante no espaço acadêmico no passado, no presente e no futuro. Fato que pode ser visualizado quando se verificam as diferentes linguagens de programação que foram criadas com base na filosofia da linguagem de programação Logo.

Na pesquisa realizada em Stanford, considerando os gêneros dos aprendizes e que os aprendizes de sexo masculino obtiveram maior desempenho e motivação, há que levar em consideração que na década de 1990, ano da realização da pesquisa, a cultura em relação às diferenças dos gêneros era bastante acentuada, tendo o sexo feminino e o masculino posições bem distintas na sociedade daquele período. Fato que possivelmente demarcou a diferença na aprendizagem dos dois gêneros. Essa mesma pesquisa também indica a importância do interesse dos aprendizes nos resultados positivos ou negativos das atividades que realizam, mais uma indicação da importância do pluralismo epistemológico.

Os ambientes digitais de aprendizagem desenvolvidos com base nos ideais da filosofia construcionista indicam a importância desta teoria de aprendizagem no desenvolvimento cognitivo do ser humano. Explorar estas tecnologias no meio educacional no passado, no presente e no futuro pode trazer benefícios significativos para toda a sociedade e para melhoria da qualidade do ensino.

Os resultados da RSL relacionados com atividades empíricas concretizadas no contexto da Educação brasileira, assim como a relação com as entrevistas realizadas com os dois especialistas percursores do construcionismo no Brasil, foram sintetizados em um artigo publicado na revista eletrônica *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*⁷⁰.

⁷⁰ Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/tsc/article/view/181>>.

4. PROGRAMA DE INTRODUÇÃO AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL COM ENFOQUE CONSTRUCIONISTA: UM ESTUDO DE CASO NO LITE

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção ou sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”.

Paulo Freire

Neste capítulo apresenta-se o caminho metodológico que foi percorrido para alcançar os objetivos definidos na introdução desta tese. Primeiramente descreve-se o ambiente construcionista no qual foi desenvolvido o estudo de caso, visando realizar os desafios propostos, bem como a aplicação das atividades empíricas. Foram expostas as técnicas e os instrumentos que foram utilizados, a população e amostra, explicitando a metodologia utilizada na análise dos dados coletados.

4.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa foi apoiada, preliminarmente por uma pesquisa bibliográfica, que é um tipo de estudo e análise de documentos do campo científico. Possibilitou a revisão da literatura que foi efetivada por meio de periódicos, livros, ensaios críticos, artigos e relatórios de eventos científicos, publicados em meios impressos ou digitais.

A pesquisa bibliográfica é caracterizada por Oliveira (2007, p. 69) pelo “estudo direto em fontes científicas, sem precisar recorrer diretamente aos fatos/fenômenos da realidade empírica”, tendo como finalidade proporcionar aos pesquisadores o contato com obras, artigos ou documentos sobre o tema estudado em fontes que “já são reconhecidamente do domínio científico”. Assim, a pesquisa visou obter contribuições de diferentes teóricos sobre o tema, propondo-se a produzir novos conhecimentos e conhecer como esses se desenvolveram.

Para alcançar os objetivos propostos, foram estudados artigos, livros e relatórios científicos da área da Computação, da Educação, da Matemática, entre outras ciências que se utilizam de tecnologias no contexto educacional. Foi também analisado o relatório do *Workshop*

sobre o “Alcance e a Natureza sobre o Pensamento Computacional⁷¹” realizado pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (NRC, 2010). Este documento contém opiniões de pesquisadores de relevância na área e seus posicionamentos em relação ao termo Pensamento Computacional.

A pesquisa bibliográfica baseia-se em referências teóricas a partir de livros, teses, revistas, artigos, jornais, documentos, entre outros. Pode ser realizada de forma independente ou como parte integrante de outro tipo de pesquisa (MINAYO, 1994).

Realizou-se uma pesquisa do tipo exploratória, pois Richardson (1999, p. 17) indica que “faz-se uma pesquisa não apenas para conhecer o tipo de relação existente, mas, sobretudo para determinar a existência de relação”.

Santos (2002, p. 26) comenta que a pesquisa exploratória

[...] é tipicamente a primeira aproximação de um tema e visa criar maior familiaridade em relação a um fato ou fenômeno. Quase sempre se busca essa familiaridade pela prospecção de materiais que possam informar ao pesquisador a real importância do problema, o estágio em que se encontram as informações já disponíveis a respeito do assunto, e até mesmo, revelar ao pesquisador novas fontes de informação.

A especificação exploratória ocorreu inicialmente com o objetivo de identificar a relação entre os fundamentos teóricos do Pensamento Computacional e do Construcionismo, por meio de contribuições de diversos autores e do *Workshop*. Inicialmente por intermédio de trabalhos e estudos já realizados sobre os fundamentos do PC buscando caracterizá-lo, para posteriormente apresentar a teoria de aprendizagem Construcionista. A partir deste arcabouço de informações, foram tabuladas características que relacionam o termo PC e a abordagem construcionista.

Foi empregada a pesquisa social como metodologia, pois se caracteriza, segundo Minayo (1994), pela busca de respostas aos problemas de investigação e pela análise das informações relatadas sobre o conhecimento obtido na interação dos envolvidos com o objeto de estudo. Opção que proporcionou uma visão detalhada sobre o campo da realidade social de determinado grupo, por intermédio da percepção dos sujeitos envolvidos com as atividades práticas, permitindo a obtenção de novos conhecimentos no campo da realidade social.

A condução metodológica adotada oferecerá um enfoque qualitativo pois,

[...] têm como objeto situações complexas ou estritamente particulares. Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o

⁷¹ Realizado pelo National Research Council (NRC) e ocorreu em Washington em 2010. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/12840.html>>. Acessado em: 08/2014.

entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (RICHARDSON et al. 1999, p. 80).

O caráter qualitativo não excluiu o quantitativo, pois a pesquisa qualitativa pode transformar as informações em dados quantificáveis, buscando “assegurar a exatidão no plano dos resultados” (RICHARDSON, 1999, p. 79), como o realizado na revisão sistemática da literatura com o uso da Linguagem Logo, devido à necessidade de apresentar dados estatísticos. Já no estudo de caso, na análise dos resultados obtidos, procedeu-se uma pesquisa do tipo qualitativa, tendo em vista que os dados obtidos tiveram caráter subjetivo.

Sendo assim, a ênfase foi atribuída às atividades empíricas e às interações dos aprendizes durante o processo do estudo de caso desenvolvido, conforme será descrito a seguir.

4.2 Caracterização do Estudo de Caso

Foi realizado um estudo de caso para identificar o terceiro objetivo específico, por meio da aplicação de atividades empíricas a aprendizes do Ensino Médio. O estudo de caso é um procedimento que se supõe adquirir conhecimento do fenômeno estudado a partir da exploração intensa de um caso. Busca-se a descoberta, o interesse é naquilo em que o estudo tem de singular, sendo uma das principais modalidades de pesquisa em ciências humanas e sociais (ANDRÉ, 1984). O pesquisador deve estar constantemente atento a elementos que podem ser importantes, porém não previstos *a priori*, que surgem durante o estudo.

O problema e os objetivos desta tese direcionaram o caráter qualitativo, pois o estudo de caso desenvolveu-se em uma situação natural rica em dados descritivos, indutivo e particular, sendo que sua natureza heurística leva à compreensão do próprio estudo. Por meio de um plano aberto e flexível, focado na realidade de forma complexa e contextualizada, “o interesse incide naquilo que tem de único e particular, mesmo que posteriormente venham a ficarem evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações. Quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo devemos escolher o estudo de caso.” (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p.17).

O estudo de caso é caracterizado por Ponte (1994, p. 9) como:

Um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês” evidenciando a sua unidade e identidade próprias. É uma investigação que se assume como particularista, isto é, debruça-se deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico.

Este tipo de investigação é utilizado quando não se consegue controlar as situações que ocorrem, não sendo possível manipular as causas do comportamento dos aprendizes (YIN,

1994). O estudo de caso é um tipo de pesquisa que se baseia no trabalho de campo, pois é necessário estudar para compreender melhor a particularidade de um fenômeno específico, como uma instituição, um programa ou uma pessoa no seu contexto. É utilizado quando se pretende observá-lo e descrevê-lo detalhadamente e profundamente para compreender melhor a particularidade de uma dada situação ou um fenômeno em estudo. Os instrumentos utilizados podem ser documentos, entrevistas, observações e artefatos (MERRIAM, 1988).

O estudo de caso foi dividido, conforme a teoria de Lüdke e André (2013), em três fases: a primeira aberta ou exploratória, que visou à contextualização do objeto de estudo; a segunda sistemática, na qual ocorreu a coleta de dados e a terceira em que os dados foram interpretados e analisados.

André (1984) indica que os estudos de caso frequentemente são associados às seguintes características: buscam a descoberta; enfatizam a “interpretação em contexto”; representam os diferentes e conflitantes pontos de vista contidos em uma situação social; usam uma multiplicidade de fontes de informação, frequentemente fazem uso de triangulação de dados e métodos; revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas; procuram retratar a realidade de forma completa e profunda; podem ser retratados numa linguagem e numa forma mais acessível do que os outros tipos de relatórios de pesquisa.

A característica que mais distingue o estudo de caso é a ênfase na singularidade, no particular, uma representação singular da realidade multidimensional e historicamente situada. O estudo de caso supõe que este conhecimento vai levar o leitor a fazer as generalizações para “desenvolver novas ideias, novos significados, novas compreensões” (ANDRE, 1984, p.4).

O estudo de caso realizado envolveu atividades práticas com aprendizes do Ensino Médio da Escola de Educação Básica Nereu Ramos da rede pública e do Colégio de Aplicação da UNIVALI da rede particular, ambas situadas no município de Itajaí.

Para identificar as aprendizagens evidenciadas nos estudantes de um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista, foi desenvolvido um projeto que teve como incentivo a Chamada Pública MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras nº 18/201372, “Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação”. Chamada que apoiou projetos que visaram estimular a formação de mulheres e jovens para a

⁷²Disponível em: <[http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas;jsessionid=1927C2544E5B936BEAF16B58ED01D8F8?](http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas;jsessionid=1927C2544E5B936BEAF16B58ED01D8F8?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=4341&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=47-227-2064)

p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=4341&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=47-227-2064>.

área das ciências exatas, engenharias e Computação no Brasil, buscando combater a evasão que ocorrem nos primeiros anos destes cursos e despertando a vocação de aprendizes.

As atividades empíricas foram realizadas no LITE, laboratório de pesquisa da UNIVALI no qual o GIE desenvolve seus projetos. O LITE é coordenado pelo professor Dr^o André Luis Alice Raabe⁷³, que conduz aprendizes da graduação dos cursos da Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Mecânica, Produção, Design, Arquitetura, Psicologia, Jornalismo, Relações públicas como também pós-graduandos em nível de mestrado e doutorado, das áreas da Computação Aplicada e Educação, todos integrantes do LITE.

A Autora não participou integralmente de todas as atividades práticas desenvolvidas pelos grupos dos aprendizes do Ensino Médio. A proposta foi de acompanhar e reunir as evidências possíveis para validar as experiências realizadas com as atividades de introdução ao PC com enfoque construcionista. Tal ocorrência também se deve ao fato desta pesquisadora realizar paralelamente as demais atividades que são oriundas do doutorado, além das publicações e participação de eventos sobre o tema.

No primeiro ano do projeto, em 2015, foi reunido um grupo de aprendizes do Ensino Médio que foram indicados pela Direção da Escola de Educação Básica Nereu Ramos – EEBNR - no início do ano. Após o contato do GIE com a direção da Escola, a seleção de aprendizes foi baseada na relação dos melhores desempenhos em atividades escolares. Esta turma de aprendizes se nomeou como Lite Is Cool, em um processo democrático, desde então esse é o nome que se utiliza para referir ao grupo e ao projeto. Com base nas experiências e resultados obtidos no ano de 2015 do *Lite Is Cool* foi publicado o artigo “Atividades *Maker* no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências⁷⁴”.

No ano seguinte, 2016, manteve-se uma turma com alguns dos aprendizes que manifestaram interesse em continuar no projeto como também ingressou uma nova turma. A experiência com essas duas turmas foi relatada no artigo “Características do Pensamento Computacional Desenvolvidas em Aprendizes do Ensino Médio por meio de Atividades *Makers*”⁷⁵.

As turmas de alunos do Ensino Médio do ano de 2015 e de 2016 participaram de atividades empíricas que foram criadas, readaptadas e aprimoradas, evoluindo por meio destas experiências e servindo de base para a situação atual do LITE e dos projetos que acontecem

⁷³ Informações de seus projetos disponíveis em: < <http://Lattes.cnpq.br/3163271519013006>>.

⁷⁴ Disponível em: < <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6615/4526>>.

⁷⁵ Disponível em: < <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7232>>.

neste micromundo, que forneceu subsídios para desenvolver pesquisas e suas posteriores publicações⁷⁶.

No ano de 2017 foi oferecida a disciplina optativa “Laboratório *Maker*” no currículo escolar do Colégio de Aplicação da UNIVALI – CAU. As experiências realizadas nesta disciplina têm como base as atividades desenvolvidas anteriormente com o Lite Is Cool e que foram inicialmente relatadas no artigo “A Experiência de Implantação de uma Disciplina *Maker* em uma Escola de Educação Básica”⁷⁷. Estas publicações estão diretamente relacionadas com a evolução das atividades realizadas neste estudo de caso, porém existem outras publicações e projetos que não serão mencionados, que tiveram com base as atividades do Lite Is Cool.

O Estudo de caso que foi realizado nesta tese foi desenvolvido no LITE, ambiente de aprendizagem construcionista, micromundo que será apresentado na seção a seguir.

4.3 Ambiente de Aprendizagem Construcionista – Micromundo LITE

A organização do espaço físico do LITE busca atender as necessidades dos projetos que estão sendo desenvolvidos pelos seus integrantes. A Figura 3 ilustra a planta do espaço que é bipartido: a parte direita corresponde ao espaço disponibilizado para as atividades *hands-on*, onde foi realizado o estudo de caso; o espaço à esquerda corresponde ao ambiente de convívio dos pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação.

⁷⁶ Entre as publicação encontram-se: RAABE, André L. A. ; VICK-VIEIRA, Marli Fátima ; ROSARIO, T. A. M. . Um relato de experiência com o uso do brinquedo de programar BEE-BOT na Educação Infantil com crianças de 3 a 4 anos de idade. Revista Tecnologias na Educação, v. 13, p. 1, 2015; RAABE, A.; SANTANA, LUÍS; RAMOS, GUSTAVO; **VIEIRA, MARLI VICK**; SANTOS, ALDO ANTONIO DOS. Lite Maker: Um Fab Lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico. In: XXII Workshop de Informática na Escola, 2016, Uberlândia. org.crossref.xschema. 1.Title@30d1f548, 2016. p. 211-220; RAABE, ANDRÉ; SANTANA, LUÍS; RAMOS, GUSTAVO; **VIEIRA, MARLI VICK**; SANTOS, ALDO ANTONIO DOS. Lite Maker: Um Fab Lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico. In: XXII Workshop de Informática na Escola, 2016, Uberlândia. org.crossref.xschema._1.Title@30d1f548, 2016. p. 211-220; RAABE, André Luís Alice; **Fátima**; **Tatiane**. Um relato de experiência com o uso do brinquedo de programar BEE-BOT na educação infantil com crianças de 3 e 4 anos. Revista Tecnologias na Educação, v. 13, p. 38-48, 2015. Entre outros.

⁷⁷ Disponível em: < <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7248>>.

Equipamento	Qtde	Equipamento	Qtde
<i>Notebooks</i>	6	<i>Kits</i> Robóticos	10
Filmadora	1	Micro Retífica	1
Lixadeira	1	Furadeira	1
Ferramentas de marcenaria	8	Televisor 40´	1

Fonte: Estudo de Caso - LITE

No micromundo LITE, as estações e os equipamentos serviram como base para os aprendizes desenvolverem os desafios e atividades expostos no item a seguir.

4.4 Desafios Propostos – Estudo de Caso

O estudo de caso buscou engajar aprendizes do Ensino Médio em um programa de introdução ao Pensamento Computacional com enfoque construcionista, no qual o aprendiz é o protagonista. As atividades foram elaboradas para serem realizadas em encontros no LITE, com o propósito de serem dinâmicas, em um formato não tradicional, com aplicação prática imediata por meio de desafios. Foram elaboradas estratégias para que os estudantes tivessem acesso às estações contidas no laboratório para a realização de atividades *hands-on*.

As referidas atividades foram desenvolvidas a partir de discussões com a participação de pesquisadores e acadêmicos integrantes do LITE. O espaço dedicado aos desafios visou estimular a autonomia, a colaboração, a criatividade e o protagonismo dos aprendizes. Para isso, foi criado um método constituído por desafios, que envolveram ao menos uma das áreas preestabelecidas, que são as categorias: artesanato em papel - *papercraft*, costura, eletrônica, marcenaria, registros - audiovisual, modelagem/fabricação digital. Não houve uma bancada específica para programação, pois esta categoria utilizou os *notebooks* distribuídos no LITE.

Tais desafios tiveram o intuito de instigar o uso de ferramentas e máquinas existentes no laboratório, disponíveis de forma separada nas estações. Ainda, coube aos estudantes a escolha de realizá-los em grupo ou de forma individual, sendo que alguns deveriam ser, obrigatoriamente, individuais

Os desafios foram divididos em níveis de dificuldade – inicialmente, médio e difícil - sendo que alguns exigem a conclusão de outros, denominados de pré-requisitos, para serem finalizados. Tal sistemática facilitou a criação de uma linha de conhecimento de forma gradativa por parte do aprendiz.

Tem-se, então, como exemplo de desafio com pré-requisito, aquele que aborda o uso da máquina de costura, em que o estudante deve realizar, ao menos, um ponto de costura de forma

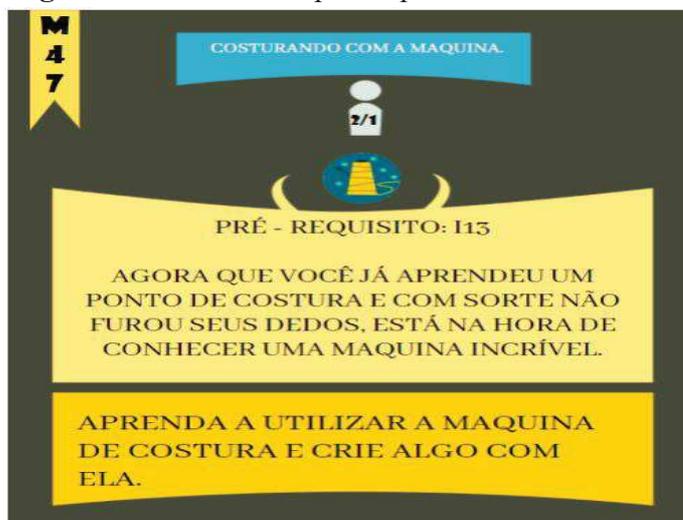
manual. Os desafios abaixo integram duas categorias; a de costura e a de registro, conforme é possível observar nas Figura 4 e Figura 5 a seguir.

Figura 4 - Desafio com pré-requisito



Fonte: disponível em: <<https://castelolite.tumblr.com/>>

Figura 5- Desafio sem pré-requisito



Fonte: disponível em: <<https://castelolite.tumblr.com/>>

A categoria costura, objetivou com que os estudantes obtivessem contato com esta área de conhecimento, estimulando sua criatividade. Os aprendizes poderiam usar agulha, linha, tesoura, máquina de costura, tecidos diversos para desenvolver o desafio selecionado. Nesta categoria, apresentaram-se desafios para criação de *botton*; para aprender a manipulação de agulha e linha, desenvolvimento de artefatos diversos; confecção de flores com tecido para decoração; costura de roupas e bandeiras, entre outras possibilidades que fosse de interesse dos envolvidos.

Figura 6 - Bancada de costura



Fonte: Autora

Outra categoria é a eletrônica, que envolveu materiais desta área, como por exemplo, *leds*, *Arduino*, solda, *protoboard*, multímetro, resistência, baterias, resistor, sensor óptico, *buzzer/speaker*, entre outros materiais. Nesta categoria, os desafios buscaram desenvolver o conhecimento dos aprendizes sobre componentes elétricos básicos, montando seus primeiros circuitos elétricos, como por exemplo, acender *leds*, medir tensão de baterias, medir resistência de materiais diferentes, entender o funcionamento de um *Arduino*. Os desafios estimularam a criação de diversos subprojetos e artefatos, dentre eles: produtos para iluminação de ambientes, utilizando ou não *leds*; artefato para tocar músicas com *speakers*.

Figura 7 - Bancada de eletrônica do LITE



Fonte: Autora

As atividades que envolveram marcenaria, muitas vezes foram associadas a outras categorias. Como por exemplo, ao criarem um artefato usando *leds* na categoria de eletrônica construíram uma bancada de madeira para servir de base. Também foram criadas esculturas de

madeira, móveis em miniatura usando as ferramentas disponíveis nesta estação, inclusive reutilizando material reciclável.

Figura 8 - Bancada de marcenaria do LITE



Fonte: Autora

A categoria de programação foi uma das estratégias utilizadas nestes desafios. Diversas tecnologias foram usadas com o objetivo de aproximar o aprendiz de atividades que envolvem esta área, incluindo: IDE Portugol *Studio*⁸⁰, ambiente de desenvolvimento, com suporte à linguagem Portugol, tendo um intuito didático, voltado a iniciantes; *Scratch* ambiente virtual que utiliza paradigmas de blocos de programação e o IDE do Arduino⁸¹, ambiente para programar o microcontrolador Arduino, entre outras possibilidades.

Nesta categoria foram disponibilizados desafios iniciais para motivar o interesse dos aprendizes, envolvendo noções de lógica, por meio de aplicativos, como por exemplo: *Light Boot*⁸² e o *Code Combat*⁸³. Os estudantes tiveram experiências com atividades que incluíram o uso do *Scratch* e *Portugol Studio*, que possibilitaram, inicialmente, utilizarem imagens e textos, e aos poucos integraram algoritmos em níveis mais avançados de programação para solução de diversos tipos de problemas. Também utilizaram a programação com microcontroladores, como *Gogo Board*⁸⁴ e Arduino, para controlar sensores e atuadores.

Nestes desafios foram introduzidas atividades relacionadas à robótica, iniciando com os conceitos básicos sobre eletrônica e posteriormente integrando com atividades de programação. Aos poucos os aprendizes relacionaram os conhecimentos das duas categorias, programação e

⁸⁰Disponível em: <<https://github.com/UNIVALI-L2S/Portugol-Studio>>.

⁸¹ Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>.

⁸² Disponível em: <<http://lightbot.com/>>.

⁸³ Disponível em: <<http://br.codecombat.com/>>.

⁸⁴ É um dispositivo de hardware que pode ser utilizado na robótica educacional. Disponível em: <<http://gogoboard.org/>>.

eletrônica, para desenvolver seus próprios projetos utilizando o microcontrolador Arduino e/ou *Gogo Board*.

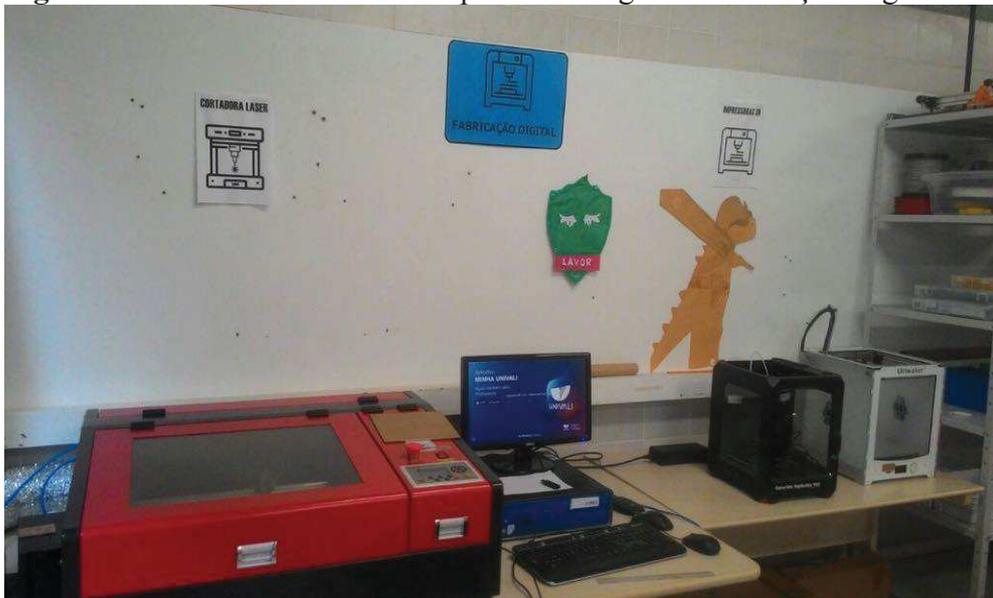
Figura 9 - Bancada de artesanato em papel - *papercraft*



Fonte: Autora

A bancada de artesanato serviu para os aprendizes realizarem desafios nesta categoria. Continha diversos artefatos que envolvem material de papel e como opções para pintar, cortar, entre outras. Nesta categoria, os estudantes criaram fantoches e outros objetos que envolviam artesanato em papel e cortes, utilizando a máquina *Silhouette* para fazer cortes precisos.

Figura 10 - Bancada com material para modelagem - Fabricação Digital



Fonte: Autora

A impressão 3D e a cortadora a *laser* também foram utilizadas, muitas vezes, em projetos que envolveram mais de uma categoria. Porém, essa é uma área que possui autonomia,

pois alguns projetos podem utilizar somente uma delas. Por exemplo, a criação de uma escultura em madeira, uma miniatura em 3D, etc.

Em um mesmo desafio podiam ser encontradas categorias diferentes, pois ao desenvolver uma determinada atividade foi necessário utilizar materiais diversos, como por exemplo, para o desenvolvimento de um mesmo projeto foram necessários artefatos da eletrônica, marcenaria e programação.

O registro, utilizado com recursos audiovisuais, foi uma categoria que permeou as demais, pois todas as atividades realizadas podiam ser registradas em um *blog* pessoal criado no *Tumblr*⁸⁵. Nesta mídia, os aprendizes registraram o percurso que realizaram para desenvolver determinado desafio, como também apresentaram o seu produto final. Estes registros foram feitos por meio de imagens, vídeos e textos produzidos pelos sujeitos da pesquisa.

Não houve uma regra estipulada visando impedir que os aprendizes abortassem desafios já iniciados, a qualquer momento um estudante poderia começar um novo. Vários desafios foram disponibilizados no início das atividades deste estudo de caso e ao decorrer do período letivo, foram sendo adicionados novos, de acordo com o andamento das atividades. Desta forma, o aprendiz podia escolher a área de conhecimento sem ter que seguir uma linha de atividades pré-definidas. Isso fez com que estudantes, em um mesmo espaço, aprendessem diferentes conteúdos por meio de estratégias diversificadas.

Semanalmente foi conduzida entre professores/facilitadores responsáveis pelo acompanhamento das turmas uma reunião para discutir as ocorrências existentes na semana, replanejar atividades e disponibilizar novos desafios. Estas reuniões foram abertas para os integrantes do LITE e aconteceram no próprio laboratório. Para criação dos desafios foi utilizada uma página *web*⁸⁶ criada por um dos integrantes do laboratório. Neste ambiente foram inseridos textos que depois foram adaptados para serem disponibilizados nos modelos de desafios a serem aplicados, que serão apresentados na próxima seção.

4.5 Aplicação das Atividades

No início das atividades com os estudantes, foi apresentada a proposta do projeto e o método de aprendizagem; também foram apresentados os cadernos contendo regras de

⁸⁵ *Tumblr* é uma plataforma de blogs popular no mundo inteiro que funciona como uma rede social. Maiores informações disponíveis em: <<https://www.tumblr.com/>>.

⁸⁶ Disponível em: <<https://castelolite.tumblr.com/tagged/missoessexta>>.

manuseio dos equipamentos disponíveis no laboratório e uma tabela dividida pelas áreas dos desafios.

Ao participarem das atividades, os estudantes se dividiram em grupos, reuniram-se ao redor das mesas e verificaram o grupo de desafios que estavam disponibilizados *online*, por meio dos seus *smartphones* ou *notebooks* disponíveis no laboratório. Ao escolherem qual desafio iriam realizar naquele dia, direcionaram-se à estação da área que atendia suas necessidades e começaram a executá-las. O aprendiz também podia continuar o desafio que deixou em andamento no encontro anterior, assim que o concluísse poderia selecionar um novo. Ao completar um desafio, o estudante, dependendo do que foi criado, podia levar o produto final criado por ele para casa. Houve ainda a possibilidade de registrar o desafio realizado no seu *blog* pessoal para compartilhá-lo com a comunidade *online*.

No decorrer do estudo de caso, os aprendizes desenvolveram diversos projetos, fazendo uso das estações do laboratório. Após a conclusão de um desafio, os aprendizes tiveram a possibilidade de registrar em um *blog*⁸⁷ individual, compartilhando a experiência vivenciada. Neste espaço, facilitadores e demais integrantes puderam verificar relatos dos próprios estudantes sobre atividades realizadas e experiências obtidas. Foi possível um aprendiz seguir os *blogs* de outros integrantes, sendo que o compartilhamento de registros gerou um interesse maior em mostrar aquilo que era feito.

No ano de 2017 o estudo de caso teve a participação de 3 (três) professores/facilitadores do nível superior como responsáveis em desenvolver e aplicar as atividades com os aprendizes do Ensino Médio, população da pesquisa. Os referidos professores eram acadêmicos dos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia Mecânica, contaram também com a participação de outros integrantes do LITE. Os facilitadores não interferiram diretamente nas atividades realizadas pelos estudantes, desta forma, puderam reunir esforços para compreender a evolução dos sujeitos da pesquisa, que posteriormente foi discutida nas reuniões semanais, com o objetivo de elaborar novos desafios.

Para identificar as aprendizagens vivenciadas pelos sujeitos da pesquisa foram aplicadas técnicas e instrumentos de coleta de dados descritos na seção seguinte.

⁸⁷ Disponível em: <<https://www.tumblr.com>>.

4.6 Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados

Para realizar a coleta de dados, a Autora, também integrante do LITE, acompanhou parcialmente o desenvolvimento deste estudo de caso. A interação ocorreu, por meio do contato frequente com a amostra para a qual foram aplicados os instrumentos de coleta de dados. Para fundamentar a pesquisa, a coleta de dados foi realizada durante a aplicação das atividades com os diferentes grupos, com amostras e instrumentos distintos. Os instrumentos utilizados foram à observação, fotografias e uma entrevista gravada com os aprendizes que compuseram a amostra. Com estes procedimentos supõe-se adquirir conhecimento a partir da exploração intensa do fenômeno estudado (ANDRÉ, 1984).

O contato direto com o campo da pesquisa e o estabelecimento de uma relação direta com os envolvidos sinalizou que a observação poderia ser usada nesta pesquisa, pois a pesquisadora acompanhou os grupos em “situações informais ou formais, interrogando-os sobre os atos e seus significados por meio de um constante diálogo” (OLIVEIRA, 2013, p.81).

O instrumento de pesquisa que foi utilizado nesta relação direta com os participantes do projeto, complementando a observação, foi a entrevista gravada conduzida por meio do método clínico de Piaget e posteriormente transcrita. Ambas as técnicas foram interativas. A observação pode sugerir aprofundamentos necessários para a entrevista e essa conduz o pesquisador à observação (TJORA, 2006).

Para validação dos instrumentos, foi realizado um piloto, aplicando a entrevista para 3 (três) dos aprendizes, em um primeiro momento e reaplicando posteriormente para todos os sujeitos da amostra, com as modificações necessárias. Também foi considerada a opinião de especialistas do grupo GIE⁸⁸ do Programa de Pós-graduação em Educação da UNIVALI em relação aos instrumentos de pesquisa.

Neste estudo de caso foi utilizado o método clínico, que foi usado por Piaget por não aceitar os resultados obtidos nos testes padronizados e nas observações puras e direitas. Este método é adaptação do utilizado por psiquiatras, no qual o entrevistador “debruça” sobre o entrevistado, formula um problema, acompanha o processo utilizado para resolvê-lo como também busca entender os pensamentos que os norteiam e as respostas dadas em relação ao problema proposto. Para Diniz (2011, p.12) “é o método clínico que considera o processo e o produto que permitirá o exercício de nos colocarmos em duas posições: uma em que há mistura como o objeto de estudo e outra posição em que observamos como ocorreu esta mistura,

⁸⁸ Maiores informações disponível em: <<http://www.univali.br/ensino/pos-graduacao/mestrado/mestrado-em-computacao-aplicada/grupos-de-pesquisa/grupo-de-informatica-na-educacao/Paginas/default.aspx>>.

buscando descrevê-la objetivamente”.

Esse é definido por Levy (2001, p. 28) “como um método que permite a abordagem do outro nas relações interindividuais e nas relações sociais. [...] Considera os valores e as posições subjetivas no trabalho científico, além de permitir explicar a relação do sujeito com o saber”. Este ponto de vista possibilita apreender, mesmo que parcialmente, os caminhos que transcorrem a construção de um conhecimento, mesmo que “a verdade científica seja sempre, parcial, incompleta, inacabada e não total como o pensamento humano anseia tão profundamente” (DINIZ, 2011, p.12).

Piaget introduziu no método clínico original, utilizado pelos psiquiatras, uma mudança de paradigma, pois objetivava descobrir as razões do fracasso e do sucesso dos entrevistados. Desta forma, no contexto desta pesquisa, após a intervenção realizada por meio dos desafios e dos projetos desenvolvidos pelos aprendizes, será aplicada uma entrevista na qual o entrevistador visa descobrir as diferentes aprendizagens desenvolvidas pelos sujeitos da pesquisa.

Foi elaborado um roteiro de entrevista estruturada que foi aplicada aos aprendizes participantes dos projetos para desta forma guiar a conversa entre o entrevistado e o entrevistador (LÜDKE; ANDRE, 2013). A entrevista foi gravada e aplicada individualmente aos aprendizes que participam deste estudo de caso (APÊNDICE 1). A aplicação deste instrumento não visou restringir as respostas dos participantes, uma vez que as respostas possibilitaram abertura para novos questionamentos e direcionamentos.

A entrevista dos aprendizes (APÊNDICE 1) foi composta por 8 (oito) tópicos distribuídos em roteiro que objetivou identificar as características construcionistas em relação: aos participantes do projeto; ao projeto em geral; ao produto final desenvolvido e a resolução de problemas. Ainda visou identificar as aprendizagens que são as características, disposições e atitudes, e habilidades da definição operacional do PC (CSTA e ISTE, 2010).

O roteiro elaborado para aplicação das entrevistas serviu “para descobrir que aspectos de determinada experiência [...] produzem mudanças nas pessoas expostas a ela”, além de que “o entrevistador pode ter uma ideia geral do tema da entrevista, mas o que interessa é o aprofundamento do entrevistado” (RICHARDSON, 1999 p. 212-214).

Os métodos mencionados e seus instrumentos foram aplicados aos sujeitos que fizeram parte da amostra, conforme será descrito a seguir.

4.7 População e Amostra

No ano de 2017, foi iniciada a terceira edição do projeto Lite Is Cool, contudo com um novo perfil, passando por mudanças significativas. Neste ano, foi acordado com a EEBNR que a seleção dos aprendizes do Ensino Médio que participariam do projeto seria realizada por meio de vídeos de apresentação destes estudantes em formato *online*, disponibilizado no *Facebook* do LITE⁸⁹. Desta forma, os interessados em participar, sem nenhum critério específico da escola, deveriam postar o vídeo com sua apresentação individual e justificar o motivo pelo qual deveriam ser selecionados. Destes, 9 (nove) participantes da EEBNR ingressaram no projeto.

Também participaram como população deste estudo de caso, estudantes do Ensino Médio do CAU, realizando o mesmo tipo de atividade, no mesmo ambiente de pesquisa, porém em momentos diferenciados. Estes aprendizes se inscreveram voluntariamente na disciplina optativa Laboratório *Maker*, oferecida a partir de 2017⁹⁰. Alguns dos participantes desta disciplina foram convidados a participar da amostra deste estudo de caso que incluiu 5 (cinco) sujeitos ao projeto.

Conforme Lakatos e Marconi (1999), a população é o conjunto de seres que apresenta pelo menos uma característica em comum. Já a amostra é uma porção ou parcela, convenientemente selecionada da população; é o subconjunto do universo.

As atividades com os aprendizes da EEBNR foram realizadas do mês de Maio até o início do mês de dezembro de 2017, com 1 (um) encontro semanal com duração de 3 horas com atividades extraclasse, totalizando aproximadamente 78 horas, descontando os feriados nacionais que ocorreram neste ano. Já a turma do CAU iniciou as atividades da disciplina optativa no mês de março, tendo 1 (um) encontro semanal de 1 hora e 30 minutos, totalizando aproximadamente 54 horas.

Desta forma, a população selecionada para este estudo de caso está apresentada no Quadro 12.

Quadro 12 - População da pesquisa - Aprendizes

Escola – Série	Período participação	Nº de Aprendizes	Sexo	
			Fem.	Masc.
EEBNR – 1ª série	Maio - Dez. – 8 meses'	4 – 14 e 15 anos	1	1
EEBNR – 2ª série	Maio - Dez. – 8 meses	3 – 16 anos	1	1

⁸⁹ Disponível em: < <https://www.facebook.com/univalilite/>>.

⁹⁰ No ano de 2017 houve mudanças no currículo escolar do Ensino Médio, sendo instituído o período integral, que é composto pelas disciplinas obrigatórias e as optativas.

Escola – Série	Período participação	Nº de Aprendizizes	Sexo	
			Fem.	Masc.
EEBNR - 3ª série	Maio - Dez. – 8 meses	2 – 16 anos	0	1
TOTAL EEBNR		5	2	3
CAU – 1ª série	Março – Dez – 9 meses	3 – 15 anos	1	1
CAU – 2ª série	Março – Dez – 9 meses	1 – 16 anos	0	1
CAU – 3ª série	Março – Dez – 9 meses	6 – 17 anos	1	2
TOTAL CAU		6	2	4
TOTAL 2017		11	4	7

Fonte: informações obtidas na pesquisa de campo

Decorrente do uso de instrumentos metodológicos com objetivos distintos, o universo da pesquisa se deu com dois públicos alvos, abrangendo aprendizes do Ensino Médio e especialistas construcionista, conforme já exposto.

A amostra para a qual foi aplicada a entrevista gravada, fotografias e realizada a observação foi de **3** (três) aprendizes que permaneceram no Lite Is Cool até a aplicação deste instrumento. E ainda de **5** (cinco) aprendizes que participaram da disciplina optativa Laboratório *Maker*, oferecida no CAU, aplicação que ocorreu em meados do mês de dezembro do ano de 2017. Totalizando **8** (oito) participantes da amostra, conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13- Amostra do Estudo de Caso

Aprendizes	População		Amostra	
	Fem.	Mas.	Fem.	Masc.
Aprendizes	4	7	4	4
TOTAL	11		8	

Fonte: informações obtidas na pesquisa de campo

A pesquisa observou os cuidados éticos necessários, não representando a invasão de privacidade dos participantes, já que seus nomes não foram citados, mantendo o anonimato dos envolvidos. Antes do início das atividades, os responsáveis por cada aprendiz participante das atividades no LITE preencheram autorizações para exposição de suas imagens no caso de

divulgação na pesquisa, como também para participação nas atividades empíricas realizadas. Para tanto, foi assinado o Termo de Autorização dos Pais ou Responsáveis (APÊNDICE 3). Sendo assim, nenhum membro da amostra ficou exposto a situações constrangedoras decorrentes de sua colaboração no estudo de caso realizado.

Para analisar os dados coletados da amostra foram utilizadas as técnicas de análise apresentadas na seção a seguir.

4.8 Procedimentos de Análise de Dados

Para fomentar metodologicamente a pesquisa apresentada, a coleta de dados foi realizada em etapas diferenciadas, com amostras distintas. Os instrumentos utilizados foram a observação registrada por meio de anotações, fotografias e aplicação de uma entrevista que foi gravada, todos estes dados foram coletados utilizando o método clínico, enriquecendo as informações obtidas e permitindo a ampliação das relações descobertas na análise. A amostra populacional também foi distinta: aprendizes do Ensino Médio da EEBNR e do CAU.

A análise dos dados qualitativos foi desenvolvida por meio das respostas obtidas nas questões da entrevista aplicada aos aprendizes (APÊNDICE 1). Este tipo de análise, na opinião de Richardson (1999), cumpre pelo menos duas funções: descrever as características e medir determinadas variáveis definidas na entrevista. Nesta pesquisa, a análise foi desenvolvida a partir das respostas qualitativas que buscaram investigar as aprendizagens do Pensamento Computacional desenvolvidas em um ambiente com enfoque construcionista.

Os dados foram submetidos à análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), com a distribuição em eixos de análise conforme a opinião das fontes e amostra do estudo de caso.

Na análise dos dados qualitativos, Lüdke e André (2013) apontam a importância de considerar evidências múltiplas obtidas no campo, ou seja, as transcrições das respostas e demais informações coletadas, considerando os objetivos da pesquisa.

A análise das informações qualitativas foi realizada a partir das perguntas das entrevistas (APÊNDICE 1) e que podem ser agrupadas. Para fins da análise das respostas descritivas nas entrevistas, foram transcritos fragmentos que permitiram aprofundar o conhecimento sobre a opinião e as experiências dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

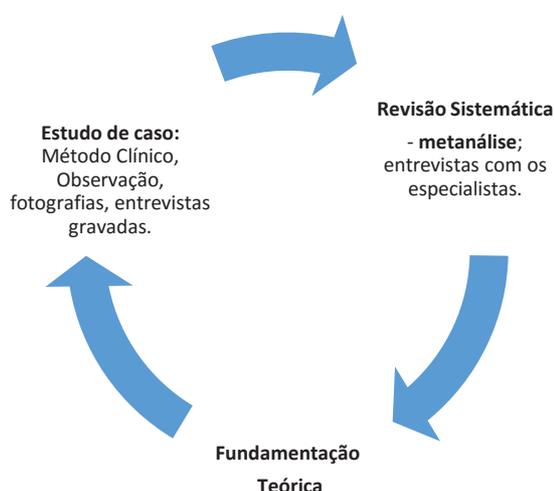
As entrevistas foram agrupadas conforme a delimitação do tema e analisadas considerando o problema e os objetivos do trabalho proposto. Segundo Richardson (1999, p.233) “a codificação é um processo pelo qual os dados em bruto são sistematicamente transformados e agrupados em unidades que permitem uma descrição exata das características

relevantes do conteúdo”, isto é, na codificação os dados são transformados objetivando agrupá-los ocorrendo após este processo a apresentação e análise dos dados.

Os resultados das entrevistas ocorreram com base nas evidências obtidas no campo de estudo, por meio da coleta de dados apresentados e analisados. As transcrições dos fragmentos das respostas dos participantes da pesquisa buscaram ser fieis às falas, exceto por pequenos detalhes, objetivando deixar claro ao leitor o que estava acontecendo e mantendo a fidedignidade das informações.

A expectativa é que a conclusão deste estudo seja convincente, pois terá base na convergência dos resultados obtidos (MINAYO, 1994).

Figura 11 – Triangulação



Fonte: Autora

A triangulação das informações coletados permitiu articular instrumentos distintos (FIELDING; SCHREIER, 2001; FLICK, 2005) e desta forma quebrar a hegemonia metodológica. Além disso, estabelece ligações entre resultados obtidos por técnicas diferenciadas de coleta de dados para investigar um mesmo fenômeno, agencia o cruzamento das informações, promove maior reflexão e compreensão dos resultados.

Delzin e Lincoln (2006, p.19) alegam que o “uso de múltiplos métodos, ou da triangulação, reflete uma tentativa de assegurar uma compreensão em profundidade do fenômeno em questão”. Para estes autores, é uma alternativa para explorar múltiplos estágios “metodológicos, perspectivas e observadores em uma mesma pesquisa, o que garante rigor, riqueza e complexidade ao trabalho”.

Para analisar os dados coletados foram determinadas algumas categorias essenciais para este estudo. A determinação de categorias

[...] não é tarefa fácil. Elas brotam, num primeiro momento, do arcabouço teórico em que se apoia a pesquisa. Esse conjunto inicial de categorias, no entanto, vai ser modificado ao longo do estudo, num processo dinâmico de confronto constante entre teoria e empiria, o que origina novas concepções e, conseqüentemente, novos focos de interesse (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p.42).

As categorias definidas estão relacionadas a algumas das características construcionistas como: protagonismo, resolução de problemas, “objetos para pensar com”, pluralismo epistemológico, entre outras ideias significativas, bem como o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (APÊNDICE 1). Outras categorias consideradas serão as habilidades relacionadas aos elementos objetos indicados pelo CSTA e ISTE (2011) que são: coleção de dados; análise de dados; representação de dados; decomposição de problemas; abstração; algoritmos e procedimentos; automação; simulação e paralelização (APÊNDICE 1). As categorias estão apresentadas a seguir.

Quadro 14 - Categorias para análise dos dados

Ícone	Categorias	Descrição
Construcionismo		
	Protagonismo	O aprendiz é o protagonista do aprendizado
	Resolução de problemas	Valoriza a resolução de problemas
	Objetos para pensar com	Objetos que possibilitam que os aprendizes aprendam
	Pluralismo epistemológico	Diferentes formas de pensar e aprender – diversidade cultural – o concreto é um estilo.
	Ideias Significativas	Valoriza a discussão; micromundo; fazer sentido; interatividade com objetos culturais; externalizar expectativas; feedback – debugging; pensamento em procedimento; princípio do poder.
	Processo descrição-execução-reflexão- depuração	Processo que o aprendiz realiza por meio do desenvolvimento de suas ideias, projetos e construção de aparatos tecnológicos – físicos ou digitais, nos diversos tipos de micromundos.
Pensamento Computacional		
	Representa todas as habilidades do PC	
	Coleção de dados	O processo de coleta de informações
	Análise de dados	Dar sentido aos dados, encontrar padrões e tirar conclusões
	Representação de dados	Representando e organizando dados em Gráficos mapas, palavras ou imagens
	Decomposição de Problemas	Decompondo tarefas em partes menores e gerenciáveis
	Abstração	Reduzindo a complexidade para definir a ideia principal
	Algoritmos e Procedimentos	Série de etapas ordenadas tomadas para resolver um problema ou conseguir algum fim.
	Automação	Ter computadores ou máquinas que realizam tarefas repetitivas ou tediosas.
	Simulação	Representação ou modelo de um processo. A simulação também envolve a execução de experiências usando modelos.
	Paralelização	Organize recursos para executar simultaneamente tarefas para alcançar um objetivo comum.

Fonte: Adaptação da autora conforme as teorias pesquisadas

Após a coleta de dados que foi finalizada na primeira semana de dezembro de 2017, a pesquisadora aplicou as técnicas para analisar os dados coletados.

Na análise dos dados qualitativos, Lüdke e André (2013) apontam a importância de considerar evidências múltiplas obtidas no campo, ou seja, as transcrições das respostas e demais informações coletadas. As falas dos aprendizes muitas vezes foram inseridas fragmentadas, objetivando sintetizar as ideias principais dos aprendizes.

A opção metodológica adotada para a triangulação ocorreu com base na definição apresentada por Bardin (2011) para o conceito de análise de conteúdo que é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p.47)

No que se refere à análise dos dados, a opção foi de descrever o processo detalhadamente no corpo do texto, à medida que surge a necessidade do detalhamento de cada uma das etapas.

Quanto às observações, serão relatadas a partir das evidências percebidas nas interações durante o período de realização das atividades empíricas tendo como referências as categorias definidas.

No que se refere à análise das fotos tiradas durante o processo de desenvolvimentos dos produtos criado, essas serão numeradas de acordo com a sequência da apresentação associada às categorias propostas.

Foi utilizada a palavra Aprendiz para identificar os estudantes e suas falas, numerando-os de 1 a 11. Os Aprendizes de 01 a 03 serão da EEBNR e os aprendizes do CAU serão os demais, conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 15 - Identificação dos aprendizes

Nome aprendiz	Escola	Sexo	Série
Aprendiz1	EEBNR	Feminino	1º ano
Aprendiz2	EEBNR	Feminino	2º ano
Aprendiz3	EEBNR	Masculino	2º ano
Aprendiz4	CAU	Feminino	3º ano
Aprendiz5	CAU	Masculino	3º ano
Aprendiz6	CAU	Feminino	1º ano
Aprendiz7	CAU	Masculino	3º ano
Aprendiz8	CAU	Masculino	3º ano

Fonte: Autora

A partir dos aspectos apresentados, procedeu-se a análise dos resultados obtidos, que serão apresentados na sequência deste estudo.

5. APRENDIZAGENS EVIDENCIADAS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA

Aprendemos melhor quando aprender é parte de algo que achamos realmente interessante fazer. Nós aprendemos melhor quando usamos o que aprendemos para fazer algo que realmente queremos.

Seymour Papert

Neste capítulo serão descritas algumas das atividades, alguns dos projetos, as observações da pesquisadora e as aprendizagens desenvolvidas pelos estudantes participantes da amostra desta pesquisa. Serão apresentadas as informações coletadas por meio das entrevistas realizadas com os aprendizes, procedendo à análise do conteúdo. As descrições não terão uma ordem cronológica, pois serão apresentadas de acordo com as categorias analisadas. Para complementar as análises do conteúdo, foram definidos alguns ícones que visaram identificar as categorias ao longo do texto, alinhadas aos objetivos da tese, conforme apresentado no Quadro 14.

As atividades ocorreram durante o ano de 2017 e foram realizadas todas no Laboratório de Inovação Tecnológico na Educação – LITE. Os encontros com a amostra ocorreram em momentos distintos, pois 3 (três) dos participantes eram estudantes da EEBNR e participaram nas atividades nas sextas-feiras à tarde. Os demais eram alunos do CAU que frequentaram a disciplina Laboratório *Maker*, sendo que os encontros ocorreram nas quartas-feiras pela manhã ou nas quintas-feiras à tarde.

Nos encontros estiveram presentes 1 (um) professor facilitador do LITE, bem como outros colaboradores deste ambiente de aprendizagem e a Autora. Foram realizadas diversas atividades de acordo com o gosto pessoal e interesse dos aprendizes, resultando em diferentes tipos de desafios e de artefatos produzidos.

Nos primeiros encontros, os aprendizes ainda mostraram receios em relação ao projeto e esperaram instruções dos facilitadores para a realização dos desafios. Após a adaptação, a escolha e realização das atividades tornou-se um processo mais natural para os estudantes.

Em meados do segundo semestre, observando que os aprendizes já tinham se envolvido com as diversas áreas de conhecimentos e bancadas que integraram os desafios disponíveis no *Tumblr*, os facilitadores e a equipe do LITE instigaram os estudantes a desenvolverem projetos

que englobaram as áreas integrantes dos desafios sobre as quais já tinham conhecimento, mas agora com o quesito de que fossem totalmente idealizadas pelos aprendizes, estimulando ainda mais o seu protagonismo.

A descrição das observações e entrevistas que serão apresentadas a seguir traz relatos em relação a alguns destes projetos. A abordagem realizada deu-se de forma mais ampla, uma vez que não foi possível detalhar na íntegra todas as atividades desenvolvidas. Isso se deu devido às diversas interações realizadas concomitantemente, das diferentes turmas que integraram a amostra, do longo período de realização das atividades e de conversas que aconteceram paralelamente.

As produções dos aprendizes foram diversificadas, contudo foi dada ênfase aos projetos que de alguma forma utilizaram linguagem e programação, muitas vezes aliada a outros tipos de automatização.

As aprendizagens evidenciadas nas interações ocorridas no micromundo LITE serão descritas conforme as categorias que serviram de referência para análise dos resultados obtidos: protagonismo; resolução de problemas; “objetos para pensar com”; pluralismo epistemológico entre outras ideias significativas, bem como o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (em relação ao construcionismo); coleção de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos e procedimentos, automação; simulação e paralelização (em relação aos elementos objetivos do PC).

5.1 Protagonismo

As atividades práticas iniciaram por meio do *Tumblr*, que conteve desafios postados para escolha pessoal de cada aprendiz. Os estudantes inicialmente cadastraram-se nesta rede social e com seu *login* e senha acessaram os desafios disponíveis, que estavam distribuídos por níveis adequados a cada grupo. As áreas de conhecimento envolvidas no projeto, em níveis iniciais, já estavam disponíveis *online* desde o início das atividades. À medida que os encontros aconteceram os facilitadores adicionaram desafios com maior nível de complexidade e que integraram conhecimentos adquiridos em atividades anteriores.

Nos encontros os alunos chegaram no LITE, pegaram os *notebooks*, entraram em suas contas no *Tumblr*, acessaram os desafios disponíveis e escolheram qual desejavam realizar ou ainda concluíram o desafio iniciado no encontro anterior. Não houve obrigatoriedade em fazer um determinado desafio de uma determinada área de conhecimento, a escolha do tipo de atividade foi do aprendiz.

Figura 12 - Aprendizes selecionando e iniciando os desafios



Fonte: Autora

A partir das escolhas dos desafios, os aprendizes trabalharam nas bancadas que envolviam suas atividades. Os grupos também se reuniram de acordo com seu interesse e afinidades. Observou-se que aos poucos começaram a realizar desafios com estudantes diferentes daqueles que costumavam se integravam no início do ano. Isso ocorreu pelo interesse em realizar projetos em grupo, usando determinada área de conhecimento.

Os aprendizes inicialmente reagiram com estranheza em relação à autonomia que lhes foi oferecida, denotando que raramente participaram de atividades acadêmicas que dependeram de suas escolhas pessoais, sem algo previamente determinado como acontece em um ambiente instrucionista.

Observou-se que, ao selecionar um determinado desafio (Figura 13), os aprendizes demonstraram o interesse pessoal por uma determinada área, já que construíram um objeto de sua escolha. Partiram de uma ação concreta, na qual criaram um produto palpável. Conforme indicação de Valente (1993), essa é uma aprendizagem baseada no Construcionismo, que estimula o protagonismo, pois desenvolve a capacidade de fazer opções que venham a contribuir com um aprendizado mais autônomo, no qual o estudante é o sujeito principal do processo.

Figura 13 - Aprendizes realizando desafios



Fonte: Autora.

Foi identificado o interesse pessoal dos aprendizes também em falas como:

Aprendiz1 – Encontrei vários projetos na internet e teve um que me chamou mais atenção [...] Eu quis fazer algo parecido [...], algo que eu acho bonito, que chame atenção. Quero apresentar na feira de ciências da escola. [...] Comprei o material, pois, queria fazer algo pra mim, que fosse do meu gosto. Pude escolher o tamanho, cor [...] escolhi o de minha preferência. Levei pra fazer em casa, conversei muito com meu pai sobre esse cubo.

Aprendiz2 – Achei que seria legal eu fazer. Ai fiz. [...] Eu gosto de fazer algo que me interessa.

Aprendiz3 – [...] já pensava sobre isso. Vi em filmes e acho muito bacana. Eu sempre achei que deveria ser legal fazer isso.

Aprendiz4 – Passei muito tempo pesquisando em casa e desenvolvendo em casa os programas [...]. Foi bem divertido fazer, pois conseguia fazer aquilo que idealizava.

Aprendiz5 – Eu peguei o básico e fui aprimorando. Trabalhei em um mesmo projeto do começo ao fim, fui só incrementando com novas ideias.

Aprendiz6 – No LITE é legal, porque faço o que eu quero fazer e não o que sou obrigada a fazer. Fiquei maravilhada poder fazer um jogo. Gosto desta área porque meu pai também já programou e aí trocávamos ideias. Muito legal, aproxima mais a gente. [...] Eu gosto de jogos, eu pensava em personagens que eu gosto, aí fica interessante e busco mais informações sobre aquilo que eu gosto, e busco mais e mais.

Aprendiz7 – Fiz o que gosto. O que me motiva. Isso que é legal, pude criar jogos com as histórias que eu gosto. Eu prefiro trabalhar com programação, não gosto de trabalhar com coisas concretas. [...] É legal trabalhar naquilo que você idealizou. Programar algo que te interessa. [...] Escrever o que eu pensava para que o programa realizasse minhas ideias, é muito legal.

Aprendiz8 - Fiz algo que eu sempre tive interesse. Sempre tive curiosidade de como controlar um carrinho. E eu consegui fazer isso. Muito legal. [...] Eu gosto de mexer com isso. Aí tinha um trabalho pra fazer para escola, aí interliguei as possibilidades do LITE com minhas ideias.

O ambiente de aprendizagem LITE oferece aos aprendizes um arcabouço de possibilidades de desafios e atividades que remetem naturalmente às escolhas dos aprendizes, que são baseadas no seu interesse pessoal. Estas escolhas somente são possíveis pela multiplicidade de opções disponíveis neste micromundo. Desta forma, oferecem aos aprendizes a possibilidade de serem protagonistas no seu processo de desenvolvimento do conhecimento.

O protagonismo é uma característica decorrente deste tipo de ambiente de aprendizagem. As evidências da RSL, apresentadas no Capítulo 3, indicam que se perde muito quando se trabalha na escola com um enfoque disciplinar, sendo necessário repensar a escola e a noção de currículo. O Instrucionismo tem como protagonista o professor, porém quando se quer que o protagonista seja o aprendiz é necessário um ambiente diferente, como é o caso dos micromundos construcionistas.

Embora nas atividades empíricas realizadas neste estudo de caso nem todas as aplicações foram extraclases, estes resultados convergem com os projetos extraclasse apresentados na RSL, nos quais o protagonismo é visto como ponto de partida para a aprendizagem.

A proposta construcionista traz uma abordagem diferenciada de ensino, pois ao iniciarem as atividades no micromundo LITE muitos tentaram manter a forma conforme a qual estavam acostumados, esperando do professor orientações. Gradativamente os aprendizes foram se adaptando ao seu novo papel no processo. Observou-se que alguns deles apresentaram maior dificuldade de se integrarem à proposta. Porém na sua maioria os envolvidos começaram a ter uma nova postura no processo de aprender e de construir seu conhecimento.

Ao se envolverem em projetos que abarcaram seus gostos pessoais, observou-se que em um mesmo ambiente de aprendizagem, diversos aprendizes construíram conhecimentos diferentes, pois se envolveram com áreas distintas, como mecânica, eletrônica, programação, entre outras que estavam relacionadas aos projetos específicos. Ao realizarem projetos

personais, os aprendizes empenharam-se em resolver problemas associados ao seu interesse e protagonismo. Esta associação fez com que os problemas tivessem outra perspectiva em relação à sua resolução, conforme será apresentado a seguir.

5.2 Resolução de Problemas

Um aspecto observado no processo de resolução de um determinado problema é o envolvimento dos aprendizes para conseguir resolvê-lo. Existe um interesse pessoal em solucioná-lo, já que o produto que está sendo desenvolvido é algo que ele deseja produzir. Os aprendizes mudaram de postura na busca desta solução.

As falas dos aprendizes indicaram tal envolvimento, pois responderam que para solucionar os problemas encontrados buscaram primeiramente na internet casos parecidos com vídeos, textos que pudessem auxiliá-los. A conversa com os demais estudantes do grupo ou ainda de outros grupos também foi uma indicação presente nos relatos.

Aprendiz1 – “Aqui aprendemos coisas e de forma diferente, aqui a gente pesquisa e aprende por meio da pesquisa e da prática [...] ao ver na internet tudo parece muito fácil. [...]. Mas, às vezes um led está com uma perninha menor ou está estragada e você tem que resolver aquilo, isso não está no vídeo. Eu não desisto. Eu vou procurar, trabalho em casa e acabado descobrindo, às vezes era a falta de um; (ponto e vírgula) e por isso não estava dando certo. Eu passei a pesquisar muito e passei a fazer pesquisas para várias outras coisas em minha vida, inclusive na escola. O que eu não fazia frequentemente, antes era muito mais fácil perguntar, como faz isso? Como faz aquilo? Mas agora não, eu entendi, busquei e aprendi, sem respostas diretas de ninguém”.

Aprendiz3 – Pesquisava, pesquisava, pesquisava, quando ainda assim não encontrava, aí ia pedir ajuda para o pessoal. [...] antes eu não pesquisava, em sala de aula eu geralmente só perguntava. Agora primeiro eu pesquiso, vejo vídeos, sites diversos e aí depois se necessário, pergunto. Mudei porque a didática daqui é assim, primeiro você pesquisa e se não encontrar nada que me ajude a resolver os problemas, então pergunto.

Aprendiz5 – Tentava resolver usando lógica e aí testava, pesquisava na internet e com meus amigos. Aos poucos fui resolvendo os problemas de diferentes formas.

Aprendiz6 – Eu comecei a pesquisar muito para resolver os problemas que encontrava, eu já pesquisava. O LITE é um reflexo desta pesquisa que agora faço mais, ao invés de perguntar. [...] as etapas mais difíceis fui pesquisando e aos poucos decidindo, será que coloco ou não? Eu me envolvi mesmo, pesquisava muito, encadeava minhas ideias. Tentava de uma

forma e não era aquilo, voltava e fazia de novo. E assim fui passando as etapas. Hoje tenho mais autonomia em resolver meus problemas e pesquisar.

Aprendiz7 - [...] Quando tu procura sozinho tu aprende mais, quando alguém te explica tu tem aquilo mastigado, mas quando você pesquisa você vai mastigando aquilo e aprende melhor, aí vou construindo os conceitos sozinho. Com pesquisa eu levo aquele conhecimento para minha vida e é assim que acontece no LITE

Aprendiz8 – No começo perguntava mais e os professores indicavam que deveríamos pesquisar primeiro. Aos poucos não perguntávamos mais, porque sabíamos que podíamos achar, só em casos bem específicos que íamos procurar alguém pra auxiliar. [...] quando tinha algum problema ia tentando resolver e muitas vezes conseguia, outras não.

Figura 14 - Aprendizizes pesquisando



Fonte: Autora.

Os resultados indicaram ainda que os facilitadores, no início do ano, precisaram recomendar aos aprendizes que eles deveriam pesquisar e buscar mais informações sobre determinado problema. Neste sentido, ocorreram alguns casos específicos nos quais esta postura era bastante desconfortante e desafiadora para alguns aprendizes, que inicialmente não demonstraram interesse em buscar de forma autônoma as soluções para os problemas, esperando respostas do facilitador. Contudo, ao perceberem que estas respostas não lhes eram dadas, os aprendizes passaram a buscá-las devido à necessidade de ver o resultado de um projeto que idealizaram.

Foram observadas convergências entre as atividades empíricas aplicadas no LITE e os trabalhos investigados na RSL dentre os quais 97% apresentaram resultados positivos quanto às melhorias na aprendizagem, dentre as quais está a resolução de problemas. Os aprendizes

deste estudo de caso, também pesquisaram, buscaram formas alternativas para encontrar a solução de problemas e alcançaram os objetivos em seus projetos.

A resolução de problemas é um dos aspectos importantes do Construcionismo, estando intrinsecamente relacionada ao protagonismo, pois o objetivo do aprendiz é buscar soluções para o problema de seu interesse, que ele protagonizou, por intermédio dos objetos com quais possa pensar com.

5.3 Objetos para Pensar com

As falas dos aprendizes identificaram a importância destes instrumentos como possibilidades de aprendizagem, pois a criação de um objeto possibilita a sua identificação pessoal, tornando a aprendizagem significativa pela apropriação de seu conhecimento a sua própria maneira e, desta forma, relacionando-se com o mundo. Estas engrenagens servem para que os aprendizes pensem de forma lógica e consigam solucionar os problemas encontrados.

Aprendiz1 – No LITE aprendemos por meio da prática. Aprendi fazendo. Eu fiz a montagem física, usei leds, aprendi a mexer com a eletrônica, coisas que nunca tinha feito antes.

Aprendiz2 – Fizemos uma caixa, usamos a cortadora a laser para isso. Trabalhar com leds, com outros materiais, muita coisa disponível no LITE isso é muito bom. Eu não tinha oportunidade de trabalhar assim. De manusear o que eu acho legal e tentar fazer funcionar. Manusear fios de cobre para fazer as conexões foi difícil, mas consegui. Usar pilha saber qual a melhor, identificar a potência, a durabilidade, o tamanho ideal, tudo isso faz com que tenha sentido.

Aprendiz3 – Se eu precisava de arduinos, fios, leds, não tinha limitações. Conseguia o que precisava ou então readaptada e conseguia no LITE. É bem diferente trabalhar assim. Eu penso e consigo ver o que fiz funcionando, faço testes. Fica mais fácil de entender e de ver se estou fazendo certo ou errado.

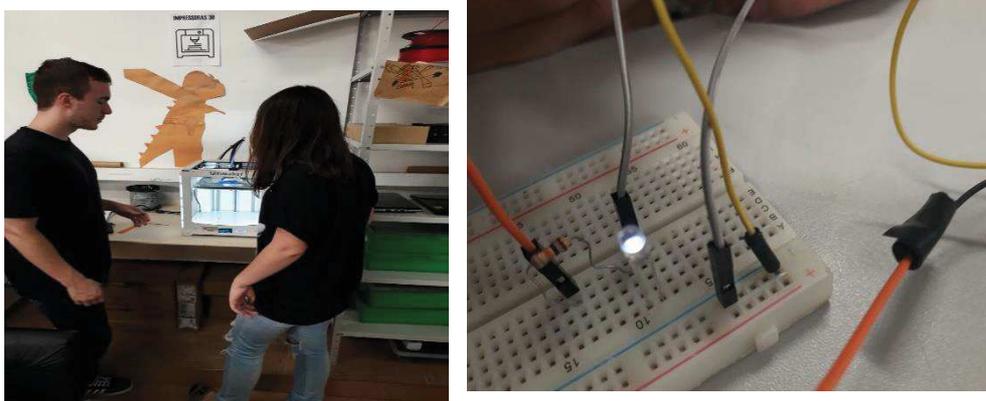
Aprendiz4 - Eu anotava minhas ideias e na hora que ia implementar, o programa realizava o que pensei. Eu tentava fazer que um personagem interagisse com outro, testava e dava certo. Outras vezes fazia modificações e aí funcionava. Muito legal ver o que a gente pensa funcionando. Eu queria fazer uma história meia aberta, nada fixa, com a interpretação pessoal de cada usuário. [...] o jogo linear é meio sem graça, e aí coloquei algumas divisões para sair do padrão. E conseguia ver minhas ideias ir acontecendo.

Aprendiz6 – Fui fazendo por etapas. Não sabia nada de programação, nem como salvar. E aí aos poucos fui incluindo mais personagens, fui incluindo movimento, e aí fazia os personagens se chocarem. Foi tudo bem gradativo, pensar em x e y, as coordenadas, colocar o valor aos poucos fiz troca de telas.[...] fui vendo figuras que tinha, o tamanho bom para inserir nos jogos e com uma imagem boa e com tamanho não tão grande. Eu escolhi colocar personagens de 8 bits, aí pensava: vou colocar música, ou fazer um personagem cantar a música que eu escolhi. E ia vendo aquilo funcionar, testava, mudava o que era necessário e aí incluía mais coisas.

Aprendiz8 – Era um trabalho que eu tinha que fazer. Aí interliguei as possibilidades do LITE e trouxe minhas ideias para cá. Resolvi fazer um canhão. Aqui tinha tudo que precisava fio metálico, bem finos e resistentes, para conduzir energia, bateria usada mais com bastante carga para poder fazer o fio esquentar, usei pólvora de fosforo que tive que deixar bem fina para conseguir queimar. Eu testava cada fase para ver se funcionava e depois ia montando. Eu consegui realizar este objetivo, que depois de tanto trabalho que tive, ver funcionando foi o máximo.

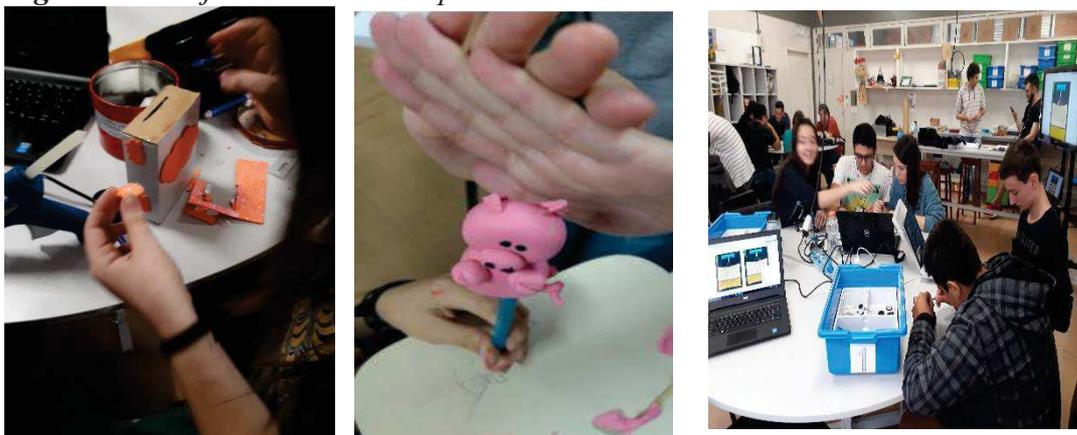
Todos os objetos que auxiliam a “pensar com” existentes no micromundo LITE integram os conhecimentos dos aprendizes, fazendo com que esses se concretizem na prática. Os aprendizes construíram seu próprio conhecimento desmitificando teorias, associando-as à vida real. Papert (1980), desde sua infância, utilizou engrenagens para dar significado aos seus modelos mentais e, desta forma, construir conhecimento.

Figura 15 - Objetos culturais disponíveis no LITE



Fonte: Autora.

Figura 16 - Objetos culturais Disponíveis no LITE



Fonte: Autora

As ideias de Papert se apresentam ainda hoje atuais, pois se tratam de abstrações que se concretizam em modelos fundamentados no mundo físico. São engrenagens que modelam a aprendizagem construcionista e que propiciam diferentes tipos de aprendizagens. A interatividade com os diversos objetos culturais existentes no LITE se relaciona com este referencial teórico, pois os aprendizes mostraram que “objetos para pensar com” têm um potencial significativo no processo de ensino e aprendizagem.

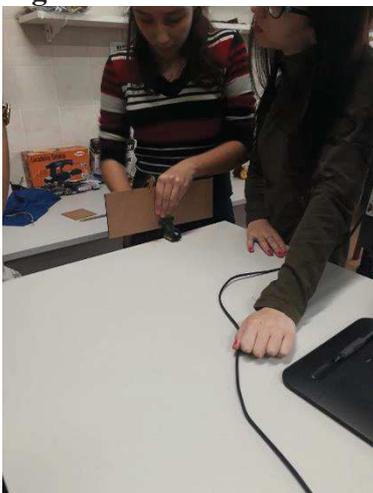
Observou-se que assim como a linguagem de programação Logo serviu como um “objeto para pensar com”, conforme indicação de Papert (1980), hoje se têm outros objetos culturais, outras linguagens de programação que desempenham o papel de suporte para os pensamentos dos aprendizes. Estes objetos desempenham um papel importante, pois os aprendizes buscam solucionar os problemas por meio deles. Servem ainda para a construção de novos objetos e conhecimentos, que podem acontecer de diversas maneiras, conforme será descrito no item pluralismo epistemológico.

5.4 Pluralismo Epistemológico

Ao observar os diversos aprendizes, foram percebidos diferentes estilos e formas de aprender e de interagir no contexto. Dentre as possibilidades que identificam o pluralismo epistemológico e a diversidade cultural, observou-se nas atividades empíricas assim como nos relatos das entrevistas, aspectos que se referem aos gêneros. Fato que ocorreu tanto com o gênero masculino quanto com o feminino, pois ambos realizaram atividades que culturalmente seriam inapropriadas para aquele sexo. Meninos realizaram atividades que seriam próprias para meninas, como por exemplo, costura ou *papercraft* e meninas realizaram atividades próprias

para meninos, como por exemplo, eletrônica, mecânica ou marcenaria, denotando naturalmente a diversidade cultural.

Figura 17 - Meninas realizando desafios de marcenaria



Fonte: Autora

Figura 18 - Menino realizando desafio de costura



Fonte: Autora

Mesmo ao criarem um carrinho de controle remoto, os meninos utilizaram de suas abstrações e de seus estilos próprios, dando asas a sua imaginação adaptaram estas ideias com o objetivo de produzir um objeto que lhes era possível e real. Estes aprendizes criaram um produto integrando e considerando no ato da criação o sensível, que é próprio do ser humano e o inteligível que foram adquirindo durante o seu desenvolvimento intelectual. Integraram tecnologias digitais, utilizando um dispositivo móvel, neste caso o celular, com a criação de um carrinho elétrico controlado por este dispositivo, demonstrando diferentes formas de pensar e aprender, criando novas possibilidades a partir dos conhecimentos já existentes.

Figura 19 - Carrinho e o interior do aplicativo que o controla

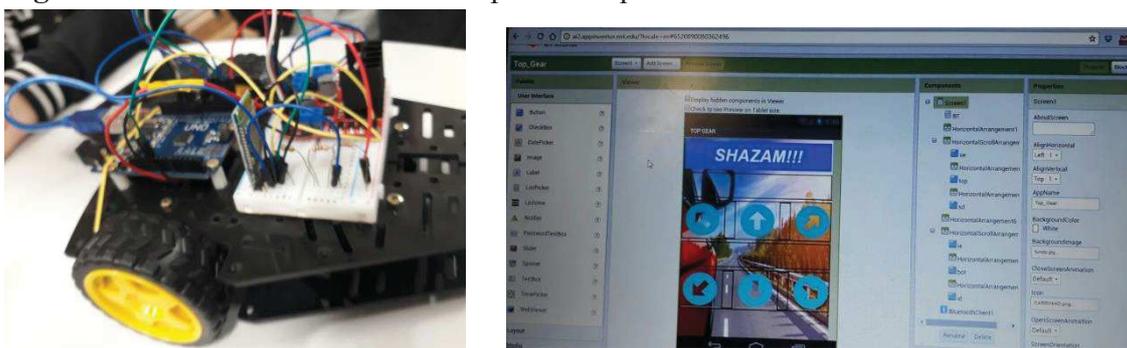


Foto: Autora.

Nos projetos realizados, observaram-se meninas se envolverem com atividades de eletrônica, mecânica, programação que culturalmente são atividades de caráter masculino. Porém, sem preconceitos embutidos em suas vivências consideraram seus gostos pessoais e sensibilidade, envolvendo-se em atividades que lhes deram sentimento de realização, conforme descrição que segue.

Aprendiz4 – Descobrir que gosto muito de programar. [...] Aquilo que eu achava o fim do mundo é possível. [...] eu tinha interesse em programação, mas na minha cabeça era uma coisa muito difícil que eu não conseguiria entender (aprendiz do sexo feminino).

Aprendiz6 – Na minha turma sou a única menina mexer com elétrica no LITE. [...] meus amigos, um prefere mexer com biscuit, outro prefere mexer com madeira ou costura. Mas eu não, eu quero elétrica. Sempre que resolvemos fazer algo em grupo eu sempre quero incluir algo de elétrica, tipo, vamos fazer um biscuit aí que já digo “vou colocar um led” já penso em inserir algo da elétrica. Tem mais haver comigo. [...] meu pai faz faculdade de mecânica e isso me interessa por conta dele. Aí cheguei ao LITE, eu não sabia o que era um polo, volts, corrente, tensão, multímetro o que é isso? Eu não sabia qual era a perna do led que era positiva ou negativa. E a maioria deste conteúdo ainda eu não tive e caí de paraquedas. [...] Eu sei que eu posso fazer o que eu quero e gosto. (aprendiz do sexo feminino).

Figura 20 - Meninas realizando atividades de eletrônica



Fonte: Autora

Estas falas demonstram questões de igualdade e diversidade, que é uma característica central em um ambiente construcionista, já que se aceitam múltiplas formas de pensar, conhecer e aprender, estimulando a criatividade e a sensibilidade em atividades cotidianas de aprendizagem.

Estas interações possibilitam mudanças culturais em relação à diversidade, conforme indicam Turkle e Papert (1992). Foram observados diferentes estilos pessoais de aprendizagem, sendo que foram criados conhecimentos a partir de estilos intelectuais individuais e com sensibilidade própria, aos poucos quebrando regras convencionais.

Propiciar possibilidades para que isso aconteça deve ser um propósito do processo de ensino e aprendizagem. Sabe-se que essa não é uma realidade tão fácil de ser propiciada, pois ainda prevalece uma educação instrucionista, porém é possível integrar novas propostas no contexto educacional, seja em atividades curriculares ou extracurriculares que valorizam ideias poderosas e significativas.

O pluralismo também foi observado na capacidade de estabelecer relações entre as disciplinas, conforme apresentado no relato a seguir.

Aprendiz5 – Muitas vezes eu consigo relacionar história, geografia, física, matemática, por exemplo, a movimentação x e y , positiva para direita e negativa para esquerda. [...] Também pesquisei a parte de biologia dos animais do ambiente, da história deles, de como eles interagem entre si. [...] os conhecimentos de matemática, eixos de física, movimento, impulso. [...] Gosto bastante, acho que nas férias vou continuar a programação.

A partir desta diversidade que se manifesta em um ambiente instrucionista podem-se explorar outras ideias significativas.

5.5 Outras Ideias Significativas

O trabalho em equipe, o *feedback*, a valorização da discussão para conseguir alcançar os objetivos desejados pelos aprendizes, foram algumas das ideias significativas indicadas por Papert (1980) que se destacaram nas atividades e projetos desenvolvidos pelos grupos ou individualmente. Mesmo quando eles realizaram suas atividades individualmente, procuraram outros membros do grupo ou ainda os facilitadores para conversar sobre as ideias, discutindo dúvidas que se apresentaram.

Aprendiz2 – Eu gosto de trabalhar em equipe, gosto de dividir tarefas e também fazer um pouco de tudo. Nós sentamos e conversamos sobre os desafios e aí conseguimos decidir em grupo. [...] Eu gosto de fazer algo que me interessa. [...] conversei com o pessoal do grupo e a gente vai se ajudando.

Aprendiz3 – Gostamos de trabalhar juntos. Nossas ideias se complementam, já fizemos outros trabalhos na escola assim e sempre dá certo.

Aprendiz5 – Eu conversava com meus colegas e perguntavam o que eles achavam e aí pensava: “posso melhorar isso, posso dificultar”. Muito bom saber o que eles pensam sobre o que eu estava fazendo.

Aprendiz8 – Quando tenho algumas dúvidas e vi que alguém já trabalhou com aquele tipo de material eu converso com a galera.

Os relatos dos aprendizes também evidenciaram o sentimento de poder que eles experimentaram ao conseguirem desenvolver um projeto, externalizando suas expectativas e a satisfação por alcançá-las.

Aprendiz3 - Eu me sinto capaz, realizado, capaz de fazer coisas grandes e não só isso, abriu meus horizontes, eu posso realmente criar uma coisa. [...] Eu fui desenvolvendo desafios e fui obtendo conhecimento aos poucos.

Aprendiz4 - É um sentimento de poder, no qual eu vejo que consigo dominar aquilo e fazer com que realizasse o que eu quero que ele faça. Isso me deixa realizada.

Aprendiz5 - Eu colocava as minhas ideias e aí testava. Muito legal ver funcionando.

Aprendiz6 - Fazer o que você quer fazer e não ser obrigada a nada. Fiquei maravilhado em poder fazer um jogo. Sempre quis fazer um, mas não tinha ideia nem por onde começar. Tudo foi acontecendo aos poucos e quando vi estava fazendo uma coisa que eu gostava. [...] Meu estou criando um jogo, é uma coisa doida assim, tenho capacidade para fazer isso. Fazer uma coisa que nunca imaginei. Tenho dificuldades, mas estou caminhando para saber o que quero fazer. [...] Queria fazer algo que ajudasse as pessoas.

Outra ideia significativa é a noção de micromundos, que são ambientes de aprendizagens nos quais os aprendizes podem utilizar, desenvolver ou criar objetos culturais que sejam de seu interesse de forma espontânea. Sendo assim, conhecem conceitos sem perceber que estão aprendendo, de forma natural, associada a sua vida. Características estas que estão marcadas nas falas dos aprendizes.

Aprendiz1 – Está aqui no laboratório me dá motivação. Meu pai mexe um pouco com eletrônica, cresci no meio disso, eu queria ajudar ele arrumar computador, placas, só que ficava só olhando. Hoje conversamos sobre o que estou fazendo, chego em casa e já falo pra

ele, ele quer me ajudar a fazer mais. Eu chego aqui eu quero logo continuar, aqui tem recursos para eu desenvolver minhas ideias. [...] eu me sinto muito realizada feliz, empolgada, motivada para fazer. [...] O cubo é todo automatizado.[...] é uma matriz de leds, de 8x8, tem relação com a matemática, com física. Para cada led, para cada matriz tu tem que acender um resistor para que o led não queime. Na matemática, as distâncias dos leds, para ficar proporcionalmente bonito e como eu quero. Tudo milimetricamente correto e bonito.

Aprendiz3 – E agora conhecendo o LITE eu sei que é algo possível de eu fazer, que eu sou capaz de fazer, entende?

Aprendiz6 – E aí no arduino. [...] Com certeza eu tenho mais autonomia, você faz o que quer fazer no laboratório e isso muda muito. E como você faz o que quer você corre atrás de suas dívidas. O LITE ajudou muito isso, mudou muito. [...] Avancei muito, fui por conta própria. Muito diferente da sala de aula. Eu sei que posso fazer o que eu quero e gosto. E consegui aprender tanto em um curto período de tempo. Hoje eu entendo coisas que só aprenderia ano que vem na escola. Consigo associar os conteúdos da sala de aula com as atividades práticas que faço aqui.

Aprendiz8 – O laboratório estimula a criatividade. E aí você começa a pensar e quer fazer uma coisa legal, uma coisa que goste.

Nestes ambientes os aprendizes têm a oportunidade de realizar algo que realmente faz sentido para eles. No relato a seguir é possível observar esta característica por meio de algumas das ideias significativas.

Aprendiz7 – Meu interesse sempre foi mais por história, por isso fiz sobre um tema de história, um que eu domine. Não faria sentido pra mim falar sobre algo de física, por exemplo, que eu não entendo muito.

O ambiente de aprendizagem LITE proporcionou aos aprendizes iniciativa e escolha na arte de aprender, por meio da criação de um produto de seu interesse e que envolveu recursos que simularam modelos do mundo real, incubadores de conhecimento, conforme indica DiSessa (2001). Ao se envolverem em tarefas que visaram à solução de problemas significativos para eles, conseguiram compreender os princípios e conceitos inerentes às tarefas exploradas, altamente significativos e aplicáveis no cotidiano. Cada uma das etapas de desenvolvimento

apresenta um *feedback* que é imediato em relação ao que elabora, ao verificar o seu funcionamento.

Estas ideias significativas podem ser também analisadas pelo processo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente.

5.6 Processo descrição-execução-reflexão-depuração



Alguns dos aprendizes preferiram fazer atividades que envolveram a programação por meio uma linguagem específica. As linguagens utilizadas nos trabalhos analisados foram o *Scratch* e o *App Inventor*, que é usada para criar um aplicativo executado em um dispositivo móvel, neste caso o celular. Também foi utilizada uma linguagem de programação que controla um arduino. Ao desenvolver um programa por meio de uma linguagem de programação, Valente (1993) indica que a interação aprendiz computador envolve o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (Figura 1).

Valente (1993) descreveu, na forma de um ciclo, as etapas da atividade cognitiva que um aprendiz passa quando está programando por meio de uma linguagem específica, apresentando um rico e efetivo ambiente de aprendizagem para a construção do conhecimento. Ao programar, o estudante representa os passos que podem levar à solução de um determinado problema. O ciclo começa quando ele implementa uma ideia para ser processada pelo computador, por meio de uma sequência de comandos que representam a *descrição* do problema a ser solucionado.

O referido processo foi adaptado conforme Figura 21, na qual foi inserido o Pensamento Computacional, que é desenvolvido neste ciclo. A adaptação também se ateve a uma ressignificação da questão do feedback, que passou a ser um gatilho para a reflexão.

difícil. Eu pensei em fazer algo que ninguém conseguisse resolver, porque na hora que uma pessoa fosse jogar ela iria se frustrar. Isso para mim é engraçado, rsrs.

Aprendiz4 – Os blocos são bem intuitivos, usava lógica, e aí testava, senão pesquisava na internet e conversava com os amigos.

Na análise do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, foi constatado que nele estão presentes e, muitas vezes mescladas, as habilidades do PC e, conseqüentemente as características, disposições ou atitudes, já descritas no referencial da tese.

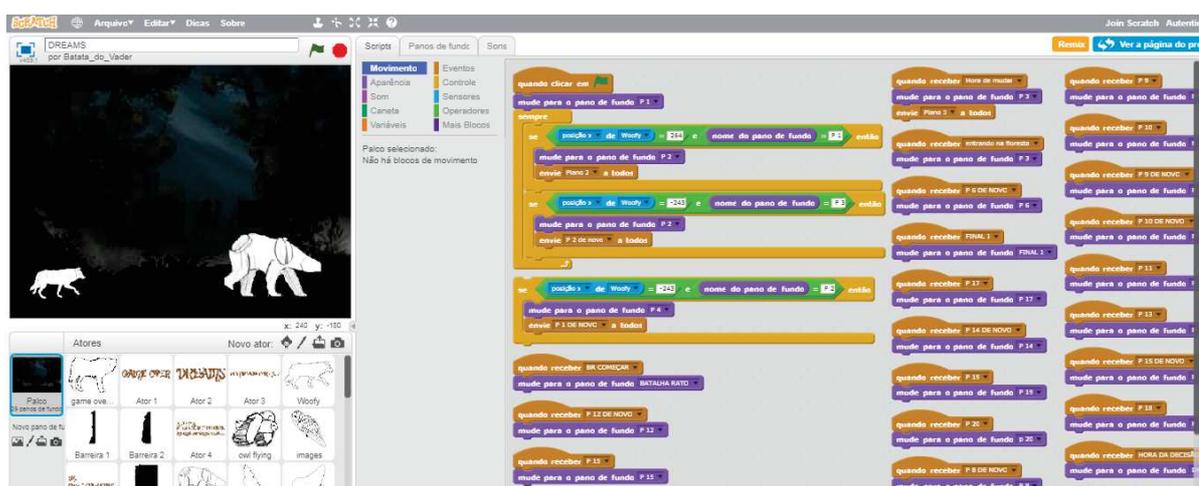
No que se refere ao momento de descrever um determinado programa, os aprendizes indicaram que:

Aprendiz5 - Assim eu fui escrevendo o programa. E já ia executando para ver se funcionava. Muito legal isso.

Observa-se que, no relato deste aprendiz, a descrição está mesclada à depuração e a reflexão, uma vez que ao mesmo tempo em que ele descreve a solução do problema também reflete e depura sobre a situação apresentada, chegando a uma conclusão que evidencia uma nova aprendizagem. Assim, na análise dos dados o aprendiz lhes deu sentido, encontrando padrões e tirando conclusões.

A figura a seguir apresenta o interior do programa desenvolvido por este aprendiz.

Figura 23 - Interior do aplicativo desenvolvido no Scratch



Fonte: Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/projects/161882597/#editor>>

Os relatos a seguir se referem à criação de aplicativos com o uso do *Scratch*, evidenciando as ideias do aprendiz neste processo.

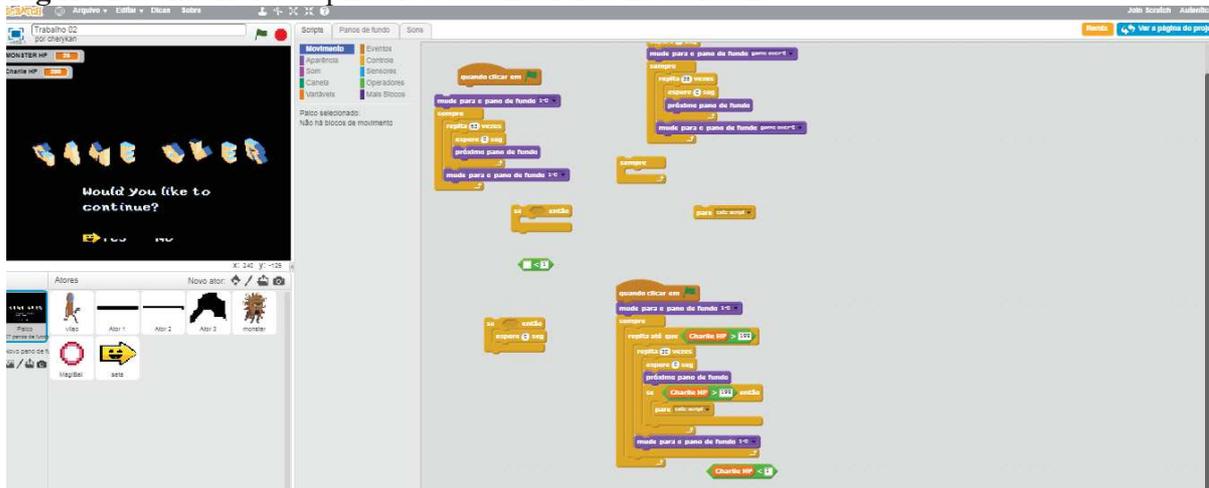
Aprendiz4 – Eu projetava mentalmente e depois ia desenvolver, em outras eu já ia mudando no momento de programar. Eu anotava as ideias e na hora que eu queria implementar eu realizava.

Aprendiz6 – O começo para definir o que você quer, o que vai fazer, o que quer que aconteça, isso é difícil, até definir. Até visualizar o que você quer fazer e aí pensar na ideia na forma de como fazer isso, de como programar. Pensar de outro jeito, com mais detalhes, em etapas, eu não pensava assim antes. É diferente.

É possível observar que a coleta e a análise de informações são decompostas em partes menores e gerenciáveis. É utilizada a abstração para reduzir a complexidade e as ideias principais que representam o aplicativo que está sendo desenvolvido por meio de imagens e ações, conforme figura a seguir.



Figura 24 - Interior do aplicativo desenvolvido no Scratch



Autor: Disponível no link < <https://scratch.mit.edu/projects/157589643/#editor>>.

A referida representação somente foi possível porque foram utilizados algoritmos e procedimentos para organizar uma série de etapas ordenadas visando resolver um problema. Ao utilizar estes mecanismos, o aprendiz utiliza da habilidade de automação, pois envolve computadores para realizar tarefas repetitivas; da simulação, para executar experiências usando modelo do seu contexto social, chegando à paralelização, pois organizou recursos para executar simultaneamente tarefas visando alcançar o objetivo traçado.



Observa-se que a descrição é um momento importante na aquisição do conhecimento do aprendiz, já que ele precisa planejar as etapas a serem realizadas, descrevendo a solução do problema, por meio de pré-requisitos, conceitos e estratégias.



Ao programar, o aprendiz representa os passos que serão realizados pelo aplicativo criado. O pensamento que o aprendiz perpassa para que o programa funcione é minucioso e

isso faz com que ele construa seu conhecimento de forma mais efetiva, pois precisa representar o modelo que necessita de uma solução por meio da descrição deste problema.

Após a descrição dos comandos, o aprendiz realiza a execução da sequência desses, apresentando na tela o resultado. Esta representação é observada pelo estudante que verifica os passos que detalhou.

Aprendiz4 - O primeiro programa que desenvolvi não gostei nada, achei horrível, porque tentei usar gravidade nele para o personagem pular. Mas ficou muito estranha esta fase, mas deu certo. Mas não ficou do jeito que eu queria. Já os outros, fiquei feliz com o resultado deles.



Este relato indica que muitas vezes a primeira experiência, apesar de obter êxito, não atende à expectativa do seu idealizador, sendo essa uma das consequências das etapas de reflexão e depuração dos resultados. Na opção por aprimorar o aplicativo, o aprendiz passa a



desenvolver um novo conhecimento. O processo de execução proporciona um *feedback* imediato e fiel aos aprendizes, pois o resultado observado é em relação aquilo que foi solicitado à máquina. É o momento em que o aprendiz avalia seu próprio conhecimento e isso ocorre sem dar ênfase ao erro cometido. À medida que o programa foi executado, os aprendizes observaram o resultado obtido e passaram para a etapa de reflexão dos procedimentos executados, comparando-os com o que havia sido planejado. Sendo assim, obtiveram um resultado positivo em relação ao objetivo traçado ou ainda um resultado que não correspondeu ao esperado.

Aprendiz4 – Às vezes tinha erro e aí ficava muito tempo analisando os códigos, revisando um por um e analisava o que estava errado e refazia a lógica e então executa para ver se era isso. [...] Procedimento que dá erro eu acho frustrante e ao mesmo tempo empolgante. Porque você pode refazer a lógica e rever passo a passo os procedimentos que você fez. Dá trabalho, mas é legal, desafiador, divertido. É um tipo de cobrança diferente, deste jeito eu mesmo consigo perceber o erro, achar e resolvê-lo.

Aprendiz5 - Às vezes esquecia-se de pensar em algo e por isso ele não executava aí você repensa e isso dá certo. Achar o erro e consegui resolver o erro é muito legal. É muito legal esta sensação que agora deu certo.

Aprendiz6 - Qualquer coisa que você estava fazendo, um ponto, uma letra errada aí não funcionava. Revisar, revisar e aí ia achando. Pesquisava, vê o que fez errado, voltar a refazer e você tem que pensar no que está fazendo, não pode sair digitando qualquer coisa. [...] Eu fazia algo e aí não ia como você queria que acontecesse aí você revisava tudo e ia verificando

o motivo de ter feito isso, e assim pensando e analisando ia modificando até fazer o que eu queria. Legal!

Aprendiz7 - *É legal fazer uma atividade que mexe com meu raciocínio lógico, ver aquilo que você pensou funcionando.*

O Aprendiz4 executou um código para solucionar determinado problema. Porém, ao executar ele refletiu sobre o resultado obtido e não ficou satisfeito: “*não ficou como queria que ficasse, parece que ficou irreal*”. Ele depurou o código, refletindo sobre a descrição e visualizou na execução, indicação de que existe um *link* entre a reflexão e a depuração. Apesar da descrição ter sido escrita de forma correta e de o aprendiz ter executado de acordo com o descrito, ele teve que realizar modificações para ficar mais adequada a interface do mundo digital.

Estes relatos reiteram que as habilidades do PC estão presentes no ciclo de Valente (1993). A etapa de reflexão sobre sua própria produção, sobre o que está sendo executado e as abstrações envolvidas provocam avaliações na forma de pensar do aprendiz. Esse reflete sobre suas próprias ideias, pois indicam a necessidade ou não de modificações nos procedimentos elaborados.

Nas observações das atividades empíricas realizadas no LITE foi visto ainda que o ciclo que o aprendiz realiza por meio de uma linguagem de programação, descrição-execução-reflexão-depuração, não necessariamente precisa utilizar um computador. As mesmas etapas deste ciclo ocorrem também quando o aprendiz cria um algoritmo para automatizar abstrações mecânicas. O Aprendiz8, na etapa de descrição, projetou um objeto cultural que simulou um canhão de guerra que utilizaria o produto inflamável de fósforo como elemento explosivo para lançar o canhão. Para isso coletou, analisou e representou informações, abstraiu e decompôs o problema, utilizou algoritmos e procedimentos que considerou adequados para automatizar e simular o funcionamento do produto. Ao executar os testes percebeu que o produto inflamável não explodiu. Sendo assim, ele refletiu sobre o resultado depurando os erros e retomou a etapa de descrição, refazendo o ciclo até conseguir realizar o objetivo definido.

Figura 25 - Mini Canhão de guerra acionado por um botão



Foto: Autora

Outro exemplo observado foi o do Aprendiz6 que construiu um carrinho com material reciclável, utilizando uma hélice acionada por um dispositivo eletrônico. Como a hélice não estava fixada de forma adequada ao carrinho, o impulso para que esse andasse era insuficiente. Teve que passar por todas as etapas do ciclo de Valente (1993) para identificar e resolver o problema, utilizando mecanismos de automação de abstrações sem a utilização de uma linguagem de programação e sim de algoritmos.

A descrição se caracterizou no início da montagem do carrinho e as definições em torno do que iria utilizar para esta construção. A execução aconteceu quando o aprendiz começou a testar o funcionamento do produto, refletindo sobre cada uma das estratégias utilizadas e verificando o alcance do seu objetivo. Ao perceber que ocorreram erros o Aprendiz6, por meio do processo de depuração, identificou as mudanças necessárias, começando assim uma nova etapa de descrição, realizando o ciclo até conseguir alcançar o objetivo desejado.

Figura 26 - Carrinho reciclável com hélice acionada por um dispositivo eletrônico

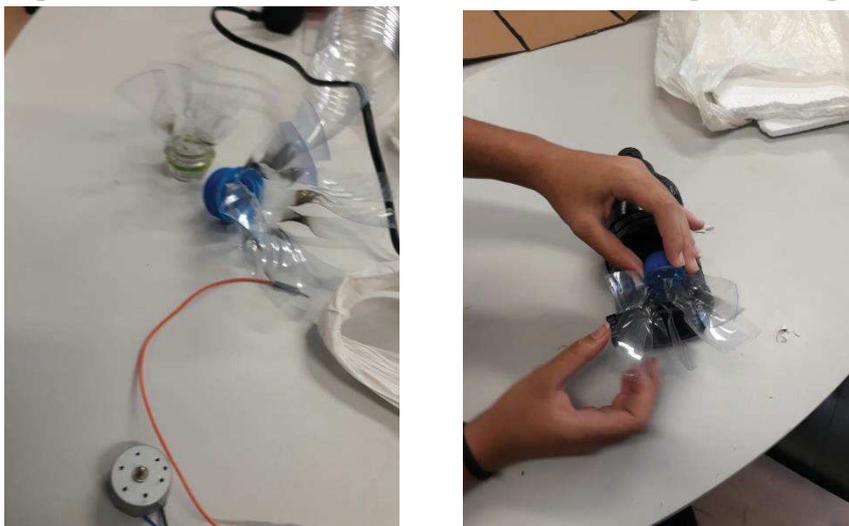


Foto: Autora

A reflexão passa também pelo processo de decomposição de problemas, que está relacionado tanto com a depuração quanto com a descrição. Na elaboração de um código são realizadas pelo aprendiz atividades que envolvem as etapas de descrição, execução, reflexão e a depuração. A reflexão é uma etapa que permeia todas as demais, por este motivo ela engloba todas as habilidades. Quando o aprendiz reflete tem um *feedback* de todo o processo, passando pelo social e indo em busca de novas representações, que envolvem as diversas habilidades, não havendo necessidade de uma sequência pré-determinada.

A depuração é uma etapa do ciclo que pode não ser realizada, isso vai depender dos objetivos traçados e do processo de reflexão do aprendiz, caso gostar do resultado final não precisará fazer nenhuma alteração.

A execução não envolve nenhuma das características, habilidades e atitudes por ser um processo realizado pelo computador ou outros objetos culturais e não pelo aprendiz. Esta etapa desencadeia, por meio do *feedback*, a etapa de reflexão e que está relacionada à descrição e à depuração.

As etapas descrição, reflexão e depuração do ciclo indicado por Valente (1993) estão inter-relacionadas já que ocorrem quase que simultaneamente entre o ato de descrever um algoritmo, refletir sobre o que está descrevendo e depurar os erros ou as mudanças necessárias para atingir o objetivo desejado.

Após a fase de reflexão e no caso de terem que rever as etapas definidas, os aprendizes passaram pelo processo de depurar os passos que representaram a solução do problema elaborado inicialmente. Ao verificar que continha algum erro que não permitia o funcionamento

da forma desejada, o aprendiz realizou a etapa de depuração. Isso foi necessário em relação à lógica utilizada na solução, de sintaxe e conceitos sobre os comandos da linguagem de programação utilizada ou sobre conteúdos específicos envolvidos no problema a ser solucionado. Neste processo, ao realizar as alterações na descrição do programa desenvolvido, esse foi novamente executado e o ciclo se repetiu até que o aprendiz conseguisse o resultado desejado.

Observou-se que a depuração tem origem no erro, que está intimamente relacionado à construção de conhecimento. Estas evidências remetem aos estudos de Valente (1993), quando afirma que, ao mesmo tempo em que o aprendiz verifica o erro, ele aprende novos conceitos, estratégias e aprimora o que já conhece, agregando as novas informações ao conhecimento já existente, caracterizando uma nova aprendizagem.

A proposta de Papert (1980, 1994) em aprender com os erros foi observada nas atividades que envolveram os projetos desenvolvidos. A busca por novas informações e o repensar suas ideias leva o aprendiz a assimilá-las, transformando-as em conhecimento, modificando a descrição anterior e repetindo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. O erro, neste caso, foi considerado pelos aprendizes mais um desafio do que um processo de crítica negativa, não os intimidou e sim os incentivou a fazerem as correções. A interatividade proporcionou aos aprendizes a investigação do procedimento criado, permitindo-lhes refinar suas ideias e testá-las, alcançar os objetivos traçados e conseqüentemente construir novas aprendizagens.

5.7 Triangulação dos Resultados

Em síntese, as atividades empíricas trouxeram evidências importantes no sentido de que os aprendizes tiveram oportunidades de serem protagonistas do seu próprio aprendizado, desenvolvendo projetos que lhes permitiram buscar a solução de problemas de forma individual ou por meio da interação no micromundo LITE, estimulando algumas das ideias significativas e o pluralismo epistemológico. O programa de introdução do Pensamento Computacional com enfoque construcionistas evidenciou aprendizagens como a resolução de problema, o protagonismo, algumas das ideias significativas, o pluralismo epistemológico, “objetos para pensar com” por meio do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Conseqüentemente, foram desenvolvidas habilidades do PC que estão inseridas neste ciclo.

Na RSL também foram investigados projetos construcionistas que, em sua maioria, utilizaram com êxito o micromundo Logo. Os resultados empíricos da RSL apontam melhorias na aprendizagem de diversas disciplinas, instigando o aprendiz a ser protagonista, contribuindo na motivação da aprendizagem, na resolução de problemas, na reflexão sobre os erros e acertos, nas releituras de significados, estimulando o trabalho em grupo, as ideias poderosas e significativas nas avaliações positivas sobre si mesmo e sobre sua própria produção, dentre outras melhorias.



Sendo assim, houve convergências entre os conceitos apresentados no referencial teórico, os projetos pesquisados na RSL e o estudo de caso realizado no LITE. Foram evidenciadas algumas das características do Construcionismo como o protagonismo, a resolução de problemas, ideias significativas, os “objetos para pensar com” e o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente. Embora no contexto de alguns dos projetos que foram pesquisados na RSL, não tenha sido atribuída a denominação de ciclo, constatou-se que já estavam presentes suas etapas, pois foi utilizada a linguagem Logo que pressupõe a interação do aprendiz com o computador, conseqüentemente caracteriza o ciclo de Valente (1993).

Os objetos culturais desenvolvidos caracterizaram-se como uma explicitação do pensamento do aprendiz e forneceram ingredientes importantes para o processo de construção do seu próprio conhecimento, como o *feedback* fiel de suas ideias, sendo esse o produto do seu pensamento. A resposta imediata é o resultado de seu raciocínio lógico, do passo a passo descrito por meio de algoritmos. Ela pode confrontada por intermédio das ideias originais e dos resultados obtidos durante sua execução, possibilitando um processo reflexivo para identificar o que deve ser depurado.

A definição operacional do PC está de acordo com ideias que envolvem atividades com linguagem e programação. Mas não se restringe a ela, pois abrange o pensamento que leva ao desenvolvimento de um algoritmo que pode ser representado de várias maneiras. Como por exemplo, pela automatização de abstrações mecânicas, no caso da construção de um canhão ou de um carrinho construído com material reciclável, controlado por uma hélice impulsionado por uma bateria.

A análise desenvolvida permitiu identificar que no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente (1993) estão inseridas as habilidades do PC, que podem ser desenvolvidas por meio de uma linguagem de programação ou pela automatização de abstrações mecânicas.

Quando o aprendiz inicia o ciclo indicado por Valente (1993), passa pelas etapas de coleta, análise e representação de dados, chegando à decomposição do problema, abstração, algoritmo e procedimentos, automação, simulação e paralelização. Estas habilidades são

exploradas por meio de uma interação social, utilizando os recursos disponíveis no meio. No início da etapa de descrição são utilizadas estas habilidades para resolução de um determinado problema. Tais habilidades são exploradas também ao iniciar a reflexão e a depuração sendo retomadas constantemente, por meio do *feedback*, para que o aprendiz alcance o objetivo traçado.

A princípio, a análise empírica tinha ênfase às atividades que envolviam uma linguagem de programação intermediada por um computador. Entretanto, as evidências obtidas levaram à percepção de que as habilidades relacionadas aos elementos objetivos do PC estão também presentes no ciclo de descrição-execução-reflexão-depuração proposto por Valente (1993), exceto a execução, que é um gatilho para as demais etapas. Outro ponto importante observado é que o referido ciclo, que representa a interação do aprendiz com o computador, também é utilizado em situações que envolvem a automatização de abstrações mecânicas por intermédio de outros objetos culturais. A linguagem que não envolve um código de programação é o algoritmo que descreve um pensamento.

A Figura 21 inclui o PC no ciclo descrição-reflexão-execução-depuração de Valente relacionando com as características, disposições e atitudes, e as habilidades da definição operacional Pensamento Computacional da CSTA e ISTE (2011), observadas na análise das atividades empíricas deste estudo de caso. Retoma-se assim o conceito do PC como um modo de pensar que objetiva a resolução de problemas.

A inserção do Pensamento Computacional no ciclo descrição-reflexão-execução-depuração de Valente (1993) se justifica pelo fato de que na análise dos resultados do estudo de caso percebeu-se que este modo de pensar não pode ser separado do referido ciclo, pois seus elementos objetivos estão contidos nele.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Construcionismo, enquanto teoria de aprendizagem, caracteriza-se como a arte de aprender, tendo o estudante como o protagonista do processo de construção do seu conhecimento ao desenvolver um produto palpável. Sendo assim, esta teoria tem uma abrangência maior que o Pensamento Computacional, definido nesta tese como um adjetivo do modo de pensar, que está associado às abstrações, com o propósito de solucionar problemas que um computador – humano ou máquina - possa realizar por meio da automação. Este modo de pensar pode ser desenvolvido também em um ambiente de aprendizagem construcionista. Assim, foi estabelecida a relação entre os fundamentos teóricos do PC e do Construcionismo.

As melhorias nas aprendizagens em atividades empíricas com o micromundo Logo foram evidenciadas na revisão sistemática da literatura e no estudo de caso desenvolvido no micromundo LITE. As práticas desenvolvidas no micromundo LITEM tiveram como referência, também, projetos aplicados anteriormente em outros contextos e analisados na RSL que apresentaram situações similares nas quais foram identificadas melhorias de aprendizagem quanto à motivação, colaboração, criatividade, criticidade, resolução de problemas e avaliação positiva sobre si mesmo, entre outras.

Uma conjectura possível a partir das entrevistas realizadas com especialistas é que o atrelamento do Logo a uma abordagem construcionista criou um obstáculo a mais para sua permanência na escola. Léa Fagundes, ao falar sobre a filosofia Logo comenta que um obstáculo foi de que o seu sucesso dependia de uma mudança cultural na concepção da escola e na atuação dos professores, o que foi insuficiente na época. A escola, além de adotar novas tecnologias, deveria ser transformada por elas, transferindo o protagonismo da aprendizagem ao estudante. A maioria das iniciativas do Pensamento Computacional que ocorrem hoje são menos demandantes de uma mudança na escola, o que não indica que seja a melhor solução.

No período de desenvolvimento dos projetos investigados na RSL não se utilizava o termo Pensamento Computacional, porém as atividades desenvolvidas, por utilizarem uma linguagem de programação, remetem ao ciclo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente (1993), que se relaciona às características, disposições ou atitudes e habilidades do PC. Tais elementos objetivos evidenciaram em atividades empíricas melhorias de aprendizagem na interação entre as diversas disciplinas, em uma maior motivação dos aprendizes, na resolução de problemas, no trabalho cooperativo ou em grupo, na reflexão sobre a ação, no

desenvolvimento do protagonismo do aprendiz, na avaliação positiva sobre si mesmo e na própria produção, dentre outras.

Os projetos baseados na linguagem Logo invertem o papel do computador na escola, pois a criança que é inteligente passa a ensinar o computador. O fato do Logo ter sido concebido como uma ferramenta de aprendizagem e desenvolvido por profissionais com conhecimentos significativos sobre as formas de aprender, fez do Logo uma ferramenta para fomentar o potencial intelectual e criativo. Este é um legado importante a ser seguido pelos difusores do Pensamento Computacional. O insucesso de ensinar programação, apontado por Blickstein (2013) é um indicativo de que sem uma estratégia que promova o desenvolvimento de projetos protagonizados verdadeiramente pelos aprendizes, o ensino de Pensamento Computacional pode se tornar mais um conteúdo entediante. Pode inclusive provocar o nascimento de uma computofobia.

Se naquele período já era possível se obter melhorias na aprendizagem de diversas disciplinas motivando a criatividade, a resolução de problemas, a comunicação, a colaboração, potencializando habilidades e trazendo benefícios aparentes para o desenvolvimento do processo cognitivo dos estudantes, mesmo com as limitações tecnológicas, destaca-se hoje, a responsabilidade de resgatar tais melhorias e ampliá-las continuamente, conforme sugestão de Valente.

Respondendo ao problema de pesquisa, no estudo de caso desenvolvido no LITE foram observados resultados convergentes com a teoria apresentada e com a RSL evidenciando melhoria nas aprendizagens em relação às diversas características do Construcionismo e habilidades do Pensamento Computacional.

Nas abordagens de aprendizagem do PC com enfoque construcionista, o aprendiz pode se apropriar do conhecimento quando processa, compreende e analisa por meio do ciclo indicado por Valente, transformando estas informações em saberes, que podem apoiá-lo na resolução de problemas e concretizar o pensamento formal. Ao transformar a informação pelo jogo da linguagem e programação e da automatização de abstrações mecânicas, o indivíduo passa a ter o domínio do saber, do conhecimento científico, conseqüentemente terá formação mais sólida, podendo influenciar a sociedade em que vive.

Os aprendizes demonstraram seu protagonismo por meio da iniciativa, do interesse, da autonomia, sendo sujeitos no desenvolvimento dos próprios projetos. Valorizaram a resolução de problemas visando solucioná-los para alcançar os objetivos idealizados. Utilizaram “objetos para pensar com”, desenvolvendo assim uma aprendizagem significativa. Foram empregadas diversas formas de pensar e aprender, considerando a diversidade cultural e o sensível, que se

inserir no pluralismo epistemológico. O micromundo LITE propiciou a valorização da discussão, a interatividade com objetos culturais, a externalização de expectativas, instigando o princípio do poder entre outras ideias significativas.

Ao analisar as categorias relativas às habilidades do PC percebeu-se que estas integram o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração de Valente (1993), pois nele é necessário coletar, analisar e representar dados, decompor e abstrair problemas, chegando à ideia principal para alcançar o objetivo estipulado. Ao desenvolver algoritmos e procedimentos o aprendiz pode se utilizar de mecanismos de automação, simulação e paralelização. Estas habilidades são desenvolvidas não somente por meio de uma linguagem de programação, mas também por algoritmos que podem automatizar abstrações mecânicas.

Assim, um micromundo com enfoque construcionista pode oferecer contribuições significativas para o desenvolvimento das aprendizagens mencionadas anteriormente. Há também a possibilidade de serem exploradas outras características construcionistas, que não as focadas nesta tese.

Estes ambientes de aprendizagem podem ser precursores de uma mudança cultural no que se refere a perceber o aprendiz como protagonista da própria aprendizagem, oferecendo-lhe a oportunidade de criar e assumir o direcionamento da construção do seu conhecimento. Este entendimento é construído a partir do momento em que se abre espaço para que o processo de ensino e aprendizagem seja desenvolvido por meio do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. A possibilidade da articulação deste tipo de projeto em contextos extraclasse favorece a sua aplicação, pois muitas vezes existem dificuldades de serem desenvolvidos dentro da grade curricular, enquanto não houver mudanças significativas no contexto educacional, sendo este um desafio a ser considerado.

A contribuição desta tese, mais direta, em relação às atividades empíricas realizadas no LITE deu-se em relação aos estudos e orientações teóricas sobre o Construcionismo e o Pensamento Computacional. Desta forma, foram integrados conhecimentos teóricos necessários à realização das atividades práticas, como por exemplo, em relação ao papel do professor enquanto mediador das aprendizagens que os estudantes desenvolveram no micromundo LITE, entre outros itens que envolvem estas duas teorias.

Houve ainda a participação ativa da pesquisadora em diversos projetos que estão sendo desenvolvidos pelos pesquisadores do LITE como o “Tem Ideia na Rede⁹¹”, brinquedo de

⁹¹ Maiores informações disponíveis em: <<https://temideianarede.com.br/docs/index.html>>.

programar RoPE⁹², “Lite Maker⁹³”, “Lite Is Cool⁹⁴”, “Laboratório Maker⁹⁵”, entre outros projetos que envolvam o Grupo de Pesquisa Informática na Educação e o LITE. O envolvimento da pesquisadora ocorreu também na divulgação, com participação em eventos e publicação de artigos (relação dos artigos publicados no APÊNDICE 5), ou ainda pela participação na aplicação empírica das atividades relacionadas a estes projetos. Foram realizadas orientações para produção de artigos científicos a alguns dos participantes do LITE.

Para formação de professores facilitadores já existe engajamento do LITE com a realização de parcerias com docentes, como também em cursos de formação oferecidos a todos os profissionais de ensino da UNIVALI. No município de Balneário Camboriú, no qual o projeto RoPE foi implementado, por meio de uma parceria, está sendo realizada a formação de professores no segmento da Educação Infantil, quando é entregue este brinquedo de programar. Isso ocorre no município de Itajaí, sendo que docentes do Ensino Fundamental recebem formação para o uso do *Scratch* no projeto “Tem ideia na Rede”. Desta forma, a formação de professores está sendo disseminada junto aos profissionais de ensino da região, que aos poucos estão sendo envolvidos nos projetos do LITE.

Nas atividades empíricas apresentadas nesta tese, foram analisadas somente algumas das aprendizagens que estão relacionadas ao Construcionismo e ao Pensamento Computacional. Esta limitação deu-se em decorrência da necessidade de restringir a abrangência da tese, bem como pelo tempo hábil para sua finalização.

Um desafio encontrado na aplicação das atividades empíricas foi a necessidade de ampliar as estações disponíveis no LITE conforme o interesse dos aprendizes. Esta ocorrência gerou a criação de novas bancadas como a de costura e a de modelagem, requerendo a capacitação dos professores facilitadores e permitindo novas aprendizagens aos envolvidos.

Recomenda-se um esforço para digitalização do acervo relacionado às iniciativas do Logo, principalmente o repositório do NIED/UNICAMP que, segundo informou o entrevistado José Armando Valente, possui muitas pesquisas relevantes disponíveis apenas em papel.

Uma das estratégias para a divulgação do Pensamento Computacional com enfoque construcionistas é a publicação de artigos abordando este tema. Neste sentido, foram publicados pela Autora, juntamente com seu orientador, 11 artigos no período de 2015 a 2017.

⁹² Maiores informações disponíveis em: <<http://lite.acad.univali.br/pt/projetos/brinquedo-de-programar/>>.

⁹³ Maiores informações disponíveis em: <<http://lite.acad.univali.br/pt/projetos/lite-maker/>>.

⁹⁴ Maiores informações disponíveis em: <<http://lite.acad.univali.br/pt/projetos/liteiscool/>>.

⁹⁵ Maiores informações disponíveis em: <<http://lite.acad.univali.br/pt/projetos/espaco-maker/>>.

De maneira prática e operacional, o micromundo LITE ficará disponível para novas experiências e abordagens que possam ser desenvolvidas por pesquisadores de programas de graduação, pós-graduação a nível *lacto e stricto sensu*. Pode-se, desta forma, apontar sugestões para futuras pesquisas, tais como: realizar este tipo de atividade na Educação Infantil e Ensino Fundamental, no ensino regular, tanto de escolas públicas quanto privadas, considerando a possibilidades de turmas extraclasse ou curriculares; na formação inicial e continuada de professores; estudar o papel do professor em ambientes construcionistas; abordar a temática da inclusão de alunos com altas habilidades, deficiência física ou intelectual, dentre outras possibilidades.

Estas propostas podem ser aplicadas tanto em ambientes construcionistas quanto em um ensino instrucionista, ou ainda, de forma simultânea, utilizando um grupo controle e um experimental, podendo estabelecer uma analogia entre as duas teorias.

REFERÊNCIAS

ABREU, Rosane de Albuquerque. Uma avaliação sobre o uso da linguagem Logo no processo de construção de noções topológicas. 1990.

ACKERMANN, Edith. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. **Future of learning group publication**, v. 5, n. 3, p. 438, 2001.

ACUNZO, Ieda M. M. **Avaliação da relação desenvolvimento cognitivo e proficiência em programação na linguagem Logo**: uma abordagem piagetiana. 1987. Tese de Doutorado.

ALMEIDA, M^a E. As bases da proposta de Papert. *In* PROINFO: Informática e formação de professores / Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000. (Série de Estudos. Educação a Distância, Vol. 1.

ALMEIDA, MVM et al. O Ambiente logo como elemento facilitador na releitura de significados em uma atividade de ciências com alunos surdos. **Anais do VII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação. São José dos Campos, UNIVAP, 2007.**

ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. **Cadernos de pesquisa**, v. 49, p. 51-54, 1984.

APRENDIZAGEM. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizagem>>. Acessado em: 18 set 2017.

AHO, Alfred V. Computation and computational thinking. **The Computer Journal**, v. 55, n. 7, p. 832-835, 2012.

ANTMAN, Elliott M. et al. A comparison of results of meta-analyses of randomized control trials and recommendations of clinical experts: treatments for myocardial infarction. **Jama**, v. 268, n. 2, p. 240-248, 1992.

BARANAUSKAS, Maria Cecilia Calani et al. Conceitos geométricos através da linguagem LOGO. 1981.

BARDLN, Lawrence. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 1977.

BATTISTA, Michael T.; CLEMENTS, Douglas H. The effects of Logo and CAI problem-solving environments on problem-solving abilities and mathematics achievement. **Computers in Human Behavior**, v. 2, n. 3, p. 183-193, 1986.

BERRY, Miles. Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers. **Computing at school**, 2013.

BIERNACKI, Patrick; WALDORF, Dan. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological methods & research**, v. 10, n. 2, p. 141-163, 1981.

BLIKSTEIN, Paulo. You cannot think about thinking without thinking about what Seymour Papert would think. 2013. Disponível em: <<https://tltl.stanford.edu/content/you-cannot-think-about-thinking-without-thinking-about-what-seymour-papert-would-think>>.

_____. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. **FabLabs: Of machines, makers and inventors**, v. 4, 2013.

BOYTCHEV, P. Logo Tree Project. 2011. Disponível em <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena12/pdf/Logo_TreeProject.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

BRASIL, Plano Nacional de Educação 2014-2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm>. Acessado em: outubro/2015.

BRACKMANN, Christian. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**, 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

BROWN, Ken. Mathematical Investigations Using Logo: Part 2. **Mathematics in School**, v. 15, n. 4, p. 35-39, 1985.

BUNDY, Alan. Computational thinking is pervasive. **Journal of Scientific and Practical Computing**, v. 1, n. 2, p. 67-69, 2007.

BURD, Leo et al. Desenvolvimento de software para atividades educacionais. Campinas: **UNICAMP**, 1999.

CASPERSEN, Michael E.; CHRISTENSEN, Henrik Bærbak. Here, there and everywhere- on the recurring use of turtle graphics in CS 1. In: **ACM International Conference Proceeding Series**. 2000. p. 34-40 CHAUI, Marilena de S. Convite à filosofia. 14ª ed. Ed. Ática: São Paulo, 2012.

CLARKE, V. A.; CHAMBERS, S. M. Primary Math with Turtle Graphics. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, v. 6, n. 3, p. 16–19, 30 nov. 1986.

CLARKE, Mike; HORTON, Richard. Bringing it all together: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. **The Lancet**, v. 357, n. 9270, p. 1728, 2001

CLEMENTS, Douglas H.; BATTISTA, Michael T. The effects of Logo on children's conceptualizations of angle and polygons. **Journal for research in mathematics education**, p. 356-371, 1989.

CSTA. Computational Thinking Task Force, Computational Think Flyer. 2011. Disponível em: <<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.htmlFlyer.pdf>>. Acessado em: Abril/2015.

CSTA, ISTE. Computacional Thinking: teacher resources. 2011. Disponível em: <https://c.ycdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources_2ed.pdf> . Acesso em: 11/2015.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. In: **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Artmed, 2006.

DESCARTES, René. Discurso do método. Trad. Maria Ermantina Galvão. Ed.: Martins Fontes. São Paulo, 2001.

DEWEY, John. Vida e educação. Tradução e estudo preliminar por Anísio S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1979.

DIAS, Analice Gomes de Lima. “**O Jogo da Tartaruga: um jogo para encenar LOGO**”. 1998. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

DINIZ, Margareth. O método clínico e sua utilização na pesquisa. 2011.

DISSA, Andrea A. *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Mit Press, 2001.

DIVERIO, T. A.; MENEZES, P. B. Teoria da Computação: máquinas universais e computabilidade. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Sagra Luzzato. 2000.

EDWARDS, Laurie D. Microworlds as representations. In: **Computers and exploratory learning**. Springer Berlin Heidelberg. p. 127-154. 1995.

ESTACIO, MAFGC. **LOGO e a ativação do funcionamento cognitivo**. 1988. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. UERJ, Rio de Janeiro, RJ.

FAGUNDES, Lea da Cruz; MOSCA, Paulo Roberto Ferrari. As conceitualizações das crianças que estão programando em Logo: a construção e a composição de módulos na imagem mental e na programação. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 38, n. 3, p. 58-70, 1986.

FAGUNDES, Lea da Cruz; MOSCA, Paulo Roberto Ferrari. Interação com computador de crianças com dificuldade de aprendizagem: Uma abordagem piagetiana. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 37, n. 1, p. 32-48, 1985.

FIELDING, Nigel; SCHREIER, Margrit. Introduction: On the compatibility between qualitative and quantitative research methods. In: **Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research**. 2001.

FESSAKIS, G.; GOULI, E.; MAVROUDI, E. Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. **Computers & Education**, v. 63, p. 87–97, abr. 2013.

FEURZEIG, Wally. The Logo Lineage. **Digital deli**. 1984.

FLICK, Uwe; PARREIRA, Artur. **Métodos qualitativos na investigação científica**. 2005.

FREIRE, Paulo. A Educação na Cidade. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001a. FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GARCIA, A. F et al. Uma metodologia para a introdução da linguagem Logo na educação do Portador de Deficiência Auditiva. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 77, n. 187, 2007.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GROHS, Glaucia Helena Motta; FREITAS, Lia Beatriz de Lucca; SPERB, Tania Mara. Desenvolvimento sociocognitivo no ambiente Logo. **Salão de Iniciação Científica (5.: 1993: Porto Alegre).[Resumos]**. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. **Educational Researcher**, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013.

GUZDIAL, Mark. A nice definition of computational thinking, including risks and cyber-security. **Computing Education Blog**. 2012. Disponível em: <<http://computinged.wordpress.com/2012/04/06/a-nicedefinition-of-computational-thinking-including-risks-andcyber-security>>.

_____. Education Paving the way for computational thinking. **Communications of the ACM**. v. 51, n. 8, p. 25-27, 2008.

HAREL, Idit. **Children designers: Interdisciplinary constructions for learning and knowing mathematics in a computer-rich school**. Ablex Publishing, 1991.

HARVEY, Brian. "Why Logo?" *Byte*, vol. 7, no. 8, August, 1982.

_____. **Computer science LOGO style. Vol. I: intermediate programming**. Massachusetts Institute of Technology, 1997.

HOWE, J. A. M. et al. Teaching mathematics through programming in the classroom. **Computers & Education**, v. 6, n. 1, p. 85–91, jan. 1982.

KAFAI, Yasmin B.; RESNICK, Mitchel. **Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world**. Routledge, 1996.

KOLODIY, G. O. Projectile motion with the turtle. **The Physics Teacher**, v. 26, n. 6, p. 374, 30 nov. 1988.

KURLAND, D. Midian, and ROY D. Pea. Children's mental models of recursive Logo programs. **Journal of Educational Computing Research**. V.1, n.2 p. 235-243, 1985.

LARROSA, Jorge. **Tremores: escritos sobre experiência**. Autêntica, 2017.

LEVY, André. Ciências clínicas e organizações sociais. Belo Horizonte: Autêntica-FUMEC, 2001.

LISS, I. B.; MCMILLAN, T. C. Fractals with turtle graphics: a CS2 programming exercise for introducing recursion. In: **ACM SIGCSE Bulletin**, v. 19, n. 1, p. 141–147, 1987.

LOGO FOUNDATION. Logo History. Disponível em: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html>. Acessado em: 08/07/2015.

LOGO. Wikipedia: Logo. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Logo>>. Acesso em ago. 2017.

LÜDKE, M.; André, Marli. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas, E.P.U., 2013.

- LURIA, A. R. Desenvolvimento Cognitivo. São Paulo: Ícone, 1990.
- MARTINEZ, E.Z. (2007). Metanálise de ensaios clínicos controlados aleatorizados: aspectos quantitativos. *Medicina (Ribeirão Preto. Online)* 40(2), 223-235. 2007
- MAGGI, Luiz. A utilização do computador e do programa LOGO como ferramentas de ensino de conceitos de Geometria Plana. 2002.
- MERRIAM, S. **Case study research in education: A qualitative approach**. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 1988.
- MORO, Maria Lucia Faria et al. A interação de adolescentes marginalizados com a linguagem Logo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 11, n. 1, 1998.
- MOURA, Francisco Wagner de. O potencial da linguagem Logo no aprendizado de matemática. 2013.
- MOURSUND, David; RICKETTS, Dick. *Computational Thinking*. Disponível em: <http://iae-pedia.org/Computational_Thinking>. Acesso em: 01/07/2015.
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: RJ: Vozes, 1994.
- MISKULIN, R. G. S; BARANAUSKAS, Maria C. C. Logo tridimensional como estratégia para a exploração da geometria espacial. **II Encontro Paulista de Educação Matemática-Anais**. São Paulo, p. 150-151, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. National Academies Press, 2010.
- OLIVEIRA, M. M. Como fazer pesquisa qualitativa. **In: Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2013.
- OSTWALD, Jonathan. Knowledge Constriction in Software Development: The Evolving Artifact Approach. 1996. Disponível em: < <http://13d.cs.colorado.edu/~ostwald/thesis/> >. Acessado em: nov/2017.
- OXMAN A. D; GUYATT G.H. The science of reviewing research. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 703: 125–133, 1993.
- PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática. **Artes Médicas**: Porto Alegre. 1994.
- _____. Computer-based Microworlds as incubators for powerful ideas. **The computer in the school: Tutor, tool, tutee**, p. 203-210, 1986.
- _____. VALENTE, Jose Armando; BITELMAN, Beatriz. **Logo: computadores e educação**. Brasiliense, 1980.
- _____. A Critique of Technocentrism in Thinking About the School of the Future. Bulgaria. Maio de 1987.
- _____. Desafio de la mente. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Galápagos. 1987.

PEA R. D.; KURLAN D. M.; HAWKINS, J. Logo and the Development of Thinking Skill. 1985.

PECKHAM, Joan. Is computational thinking the fourth “R”? In: **The Voice of K-12 Computer Science Educational and its Educators**. 2011.

PEREIRA, Flávia de Ávila. Aprendizagem de tópicos de uma geometria em ambiente logo: uma proposta didática para os anos finais do ensino fundamental. 2013.

PIAGET, Jean. A Epistemologia Genética. Trad. Nathanael C. Caixeira. Petrópolis: Vozes, 1971. 110p.

PONTE. J. P. O estudo de caso na investigação em Educação matemática. Quadrante (p.3-18). 1994.

RAABE, André et al. Brinquedos de Programar na Educação Infantil: Um estudo de Caso. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. p. 42. 2015a.

RAABE, André Luís Alice; VIEIRA, M. V.; SANTANA, A. L. M.; GONCALVES, F. A.; BATHKE, J. Recomendações para Introdução do Pensamento Computacional na Educação Básica. In: **4º DesafIE – Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**, 2015, Recife. Anais do Congresso Anual da SBC. Porto Alegre: SBC, 2015b. v. 1. p. 15-25.

RAUEN, Fábio José. Roteiros de pesquisa. Rio do Sul: Nova Era, v. 1, 2006.

RICHARDSON, Roberto Jarry et al. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

RIPPER, Afira V. O ambiente logo como mediador instrumental. **Em Aberto**, v. 12, n. 57, 2008.

RODRÍGUEZ-ROSELLÓ, L. Logo y currículum. En M. Aguirregabiria (Coord.). Tecnología y Educación (pp. 187-194). Madrid, España: Narcea. (1987).

ROYAL SOCIETY. *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Disponível em: <<http://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>>, 2012

RUSSELL, Bertrand. **Introdução à filosofia matemática**. Zahar, 2006.

SALOMON, Gavriel; PERKINS, David N.; GLOBERSON, Tamar. Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. **Educational researcher**, v. 20, n. 3, p. 2-9, 1991.

SANTAROSA, Lucila Maria Costi et al. Experiência interativa com microcomputador em linguagem LOGO com crianças repetentes de 1ª série do 1º grau. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 39, n. 3, p. 116-135, 1987.

SCHECHTER, Luis Menascé. A Vida e o Legado de Alan Turing para a Ciência. In Seminários Apresentados na UFRJ e no IMPA. 2015. Disponível em: <www.dcc.ufrj.br/~luisms/turing>.

SCHIBECI, R. A. Logo in pre-service and in-service teacher education. **Computers & Education**, v. 14, n. 1, p. 53-60, 1990.

SERPA, Luiz Felipe P. Ensino e Pesquisa. Salvador, UFBA-Faced, 14, 1987.

SIANN, Gerda et al. The effect of computer use on gender differences in attitudes to computers. **Computers & Education**, v. 14, n. 2, p. 183-191, 1990.

SILVA, P. V. B. da; MORO, M. L. F. A interação de adolescentes marginalizados com a linguagem Logo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 11, n. 1, 1998.

SOLOMON, Cynthia J.; PAPERT, Seymour. A case study of a young child doing Turtle Graphics in LOGO. In: **Proceedings of the June 7-10, 1976, national computer conference and exposition**. ACM, 1976. p. 1049-1056.

STRATHERN, Paul. **Bertrand Russell em 90 minutos**. Zahar, 2003

_____. **Turing e o computador em 90 minutos**. Trad. Maria Luiza X. de A. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 2000.

TENÓRIO, Robinson Moreira. **Computadores de papel: máquinas abstratas para um ensino concreto**. Cortez, 1991.

TJORA, Aksel H. Writing small discoveries: an exploration of fresh observers' observations. **Qualitative Research**, v. 6, n. 4, p. 429-451, 2006.

TURING, Alan. On computable numbers, with an application to the Entscheidungs problem. **Proceedings of the London mathematical society**. B. Jack Copeland, p. 58, 2004.

TURKLE, S. B.; PODELL, D. M. Computer-Assisted Learning for Mildly Handicapped Students. **Teaching Exceptional Children**, v. 16, n. 4, p. 258-62, 1983.

TURKLE, Sherry; PAPERT, Seymour. Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 11, n. 1, p. 3-33, 1992.

TURKLE, Sherry. **The second self: Computers and the human spirit**. Mit Press, 2005.

VAIDYA, S. R. Individual differences among young children in Logo environments. **Computers & Education**, v. 9, n. 4, p. 221-226, jan. 1985.

VALENTE, José Armando. Integração do Pensamento Computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista e-Curriculum**, v. 14, n. 3, 2016.

_____. O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação. **Campinas: Gráfica da UNICAMP**, 1996.

_____. Formação de Professores: Diferentes Abordagens Pedagógicas. In: J.A. Valente (org.) **O computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMPNIED, 1999.

_____. (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Nied/Unicamp, 1993.

_____. Por quê o computador na educação? In: José A. Valente (org.). **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp/Nied, 1993, p. 24-44.

_____. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. 1997. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>>. Acessado em: 01 de out. 2017.

VYGOTSKY, L. S. e LURIA, A. R. Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira. Porto Alegre: Artes Médicas.1996.

WILENSKY, Uri; EVANSTON, I. NetLogo: Center for connected learning and computer-based modeling. Northwestern University, Evanston, IL, p. 49-52, 1999.

WILSON, Brent G. Metaphors for instruction: Why we talk about learning environments. Educational technology-saddle brook *nj-*, v. 35, p. 25-25, 1995.

WING, Jeannette M. Computational thinking and thinking about computing. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

_____. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

_____. **Computational thinking** — What and why? The *Link* Magazine, Spring. 2011

_____. M. Computational thinking. **CACM Viewpoint**. 2012. Disponível em:<https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2012/08/Jeanette_Wing.pdf>.

ZAZKIS, R. Theorem-out-of-Action: Formal vs. Naive Knowledge in Solving a Graphic Programming Problem. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 11, n. 2, p. 179–92, 1991.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. London: Sage Publications. 1994.

APÊNDICE 1

ROTEIRO DA ENTREVISTA COM OS APRENDIZES (GRAVAÇÃO)

Data da entrevista: _____ Nome do Aluno: _____

Idade: _____ Série: _____ Escola: _____

Orientador do Pesquisador: Prof^o Dr. **André Luís Alice Raabe** - (Mestrado em Educação e Mestrado em Ciência da Computação – Univali) Telefone para contato: **047-98403-1153** - e-mail: raabe@univali.br

Pesquisador Responsável: Mst. **Marli Fátima Vick Vieira** – (Mestrado em Educação – Univali) Telefone para contato: **047- 991883006** - e-mail: marlivickvieira@gmail.com

Premissas:

O entrevistador usará de estratégias para que o entrevistado exponha detalhadamente a investigação, que será norteadas pelos itens apresentados abaixo, conforme estratégias indicadas por Trouchim (1989) instigando o entrevistado a falar mais sobre os elementos investigados.

As seguintes questões nos auxiliarão a dialogar sobre o tema com o entrevistado, porém não será limitada somente a elas.

Em relação aos participantes do projeto: a colaboração; divisão das tarefas; gostos pessoais; as escolhas e o motivo da divisão; o motivo de ter realizado sozinho ou em grupo.

Em relação ao projeto em geral: as escolhas e o motivo; divisão do projeto; as escolhas do material utilizado; gostos pessoais; os desafios encontrados; o que achou de suas ideias; a motivação que teve para realizar as etapas do projeto.

Em relação ao produto final desenvolvido: tem algum significado pessoal; fale sobre o seu objetivo ao desenvolvê-lo; fale sobre como você se sente; sobre sua motivação; foi algo que você queria ter desenvolvido; mudanças caso fosse recomeçar hoje.

Resolução de problemas: o processo que realizou para resolver os problemas encontrados; pesquisou, precisou de ajuda de amigos ou dos facilitadores, explique como resolveu os problemas; Identifique as etapas mais difíceis; a solução que encontrou; como chegaram a essa solução; reelaboraram soluções; mudanças nos projetos por não achar soluções adequadas; observou diferentes nas formas que resolveu os problemas em relação a seus amigos; mudaram a forma de resolver problemas a partir das experiências vivenciadas; como se apropriou dos conceitos envolvidos nas atividades; como se apropriou dos conceitos envolvidos; percebe diferença entre a forma que você resolveu os problemas encontrados em relação aos demais.

SOBRE OS ELEMENTOS DA DEFINIÇÃO OPERACIONAL DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Planejamento do Projeto:

- Explique sobre o que pretendeu desenvolver inicialmente
- A aparência que imaginou que teria seu produto final
- A utilidade desse produto final
- Ao iniciar esse projeto você teve que pesquisar sobre outros projetos similares ou buscar dicas na internet para alguma parte específica, como ocorreu essa fase de definições
- Buscou vídeos com passo a passo de algumas das etapas do seu projeto ou seguiu de acordo com as ideias que iam surgindo em sua mente, explique como ocorreram essas definições

- Fale sobre o planejamento dele, como ocorreu, sobre as etapas que realizou, sobre os produtos/tecnologias que precisou para desenvolvê-lo, sobre as limitações ou possibilidades que enfrentou, se essas ampliaram ou restringiram seu projeto
- A ideia do projeto que está desenvolvendo veio de experiências anteriores, explique-as.
- Apresente os motivos que levaram a explorar (novamente) essas ideias, o seu interesse pessoal por elas.

Desenvolvimento do projeto:

- Ocorreram dificuldades para realizar cada etapa do projeto, as dificuldades ajudaram a melhorar o projeto; elas se manifestaram de formas diferentes em etapas diferentes; atitudes que os aprendizes tiveram para superar as dificuldades; o quanto isso influenciou no projeto; as estratégias que utilizaram para resolver as dificuldades encontradas.
- Em algumas das etapas não encontrou solução para o problema; teve que criar novas estratégias; explique como ocorreram essas soluções.

Produto Final (aprendiz apresentará o produto construído ao entrevistador):

- Descreva o produto que você desenvolveu; a aparência final de seu projeto e se as ideias iniciais diferem algo que difere das ideias iniciais; as diferenças do que foi planejado inicialmente do produto final e explique sobre o amadurecimento que teve durante o processo de desenvolvimento.
- Explique como o conhecimento adquirido serviu ou servirá para você pensar em outras ideias ou produtos.

Automação:

- Pensou em criar um produto que realizasse um processo repetitivo; explique o motiva dessa escolha ou da ausência dela; essa ideia foi inspirada em algum modelo, explique; Qual a representação desse modelo? Explique essa ideia; buscou simular alguma ideia realizada na prática, explique-a; nesse processo teve que organizar recursos para executar simultaneamente? Explique como realizou essa simulação.

Obrigada pela sua colaboração!

APÊNDICE 2

PENSAMENTO COMPUTACIONAL EM AMBIENTES CONTRUCIONISTAS

Orientador do Pesquisador: Prof^o Dr. **André Luís Alice Raabe** - (Mestrado em Educação e Mestrado em Ciência da Computação – Univali) Telefone para contato: **047-8403-1153** - e-mail: raabe@univali.br

Pesquisador Responsável: Mst. **Marli Fátima Vick Vieira** – (Mestrado em Educação – Univali) Telefone para contato: **047-91883006** - e-mail: marlivickvieira@gmail.com

Roteiro da Entrevista realizado com Especialista

Contexto

No cenário atual tem se dado cada vez mais atenção e investimentos em um conceito denominado Pensamento Computacional. As iniciativas de Pensamento Computacional se traduzem, em sua maioria, em atividades voltadas ao ensino de programação nas escolas de Educação Básica usando ferramentas como Scratch e similares.

No ano de 2012, a iniciativa Hora do Código passou a ampliar muito o alcance das iniciativas, propondo a um número muito grande de escolas e aprendizes que se dedicassem por uma (1) hora a resolverem problemas que introduziam conceitos de programação, em conjunto uma ampla campanha de marketing foi realizada. Esta iniciativa vem se repetindo ano a ano e em 2014 atingiu a marca de mais de 100 milhões de participantes.

Neste contexto, como pesquisadores de Educação, buscamos compreender melhor de que forma o Pensamento Computacional pode colaborar para o desenvolvimento dos aprendizes no Brasil. E nesta busca, percebeu-se que um grande empreendimento relacionado ao ensino de programação havia sido feito no passado, com um enfoque construcionista, nos projetos ligados a linguagem Logo.

Em especial, alimentamos a crença de que a lacuna de tempo que se passou entre o trabalho com o Logo, nos primórdios da Informática na Educação, e o surgimento do termo Pensamento Computacional, sejam causas de um distanciamento conceitual entre os temas, mas que estes podem possuir muitos elementos comuns. Ainda que o Pensamento Computacional possa ser trabalhado em um enfoque construcionista e com isso ampliar seu potencial.

Com estas premissas, buscamos através de uma entrevista resgatar parte das aprendizagens ocorridas na época do Logo que devam ser consideradas para uma avaliação mais fundamentada das iniciativas de Pensamento Computacional. A dificuldade em resgatar este conhecimento por meio da bibliografia nos colocou este caminho.

Desta forma as seguintes questões nos auxiliarão a dialogar sobre o assunto:

Sobre o LOGO no Brasil

Você considera importante resgatar a história do Logo no Brasil?

- Fomento/Alcance/Abrangência

Como iniciou o uso de Logo no Brasil?

Qual foi o alcance do uso do Logo (escolas, estados, aprendizes)?

- Impacto

Em seu julgamento o projeto Logo deu certo?

Quais foram as principais dificuldades vivenciadas?

Qual o Legado do Logo no Brasil?

Porque o Logo deixou de ser usado nas escolas?

Construcionismo

O Construcionismo perdeu força no Brasil com o final da era do Logo?

O Construcionismo se tornou um obstáculo à disseminação da filosofia Logo nas escolas?

Em sua opinião o termo Aprendizagem Criativa representa uma nova roupagem do Construcionismo?

Pensamento Computacional

Qual sua opinião sobre a popularização do termo Pensamento Computacional?

Você entende que existem sobreposições entre o Pensamento Computacional e o Construcionismo?

Em caso positivo: O que os aproxima e o que os diferencia?

Que lições aprendidas com o LOGO/Construcionismo não podem ser ignoradas neste cenário atual de fomento ao Pensamento Computacional?

Outras Fontes

Existem documentos não acessíveis em meio digital que podem auxiliar a resgatar esta história?

Mais alguém deveria ser entrevistado sobre este mesmo assunto?

Obrigada pela sua colaboração!

APÊNDICE 3

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação, Extensão e Cultura – ProPPEC
Grupo de Informática na Educação
Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação (Curso de Ciência da Computação)

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS - Consentimento de Participação do Sujeito

Eu _____, RG
_____, CPF _____ abaixo assinado, autorizo a participação de meu filho(a)
_____,
RG _____, CPF _____ no projeto que envolve atividades
makers – mão na massa- realizado pelo Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação – LITE -
e a divulgação de imagem *em eventos, publicações científicas e outros veículos de divulgação*
(UNIVALI).

Telefone para contato

(47) 3341-4236 – LITE (Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação)

E-mail de contato lite@univali.br

Nome Completo: _____

Assinatura: _____

André Luís Alice Raabe
Coordenador do LITE

Itajaí, 22 de agosto de 2016

APÊNDICE 4

Quadro 16 - Filtragem

ID	Autores	Título	Objetivo da pesquisa	Nível de ensino	Faixa etária	Resultados empíricos	Estratégia de pesquisa	Instrumento de pesquisa	Disciplina	Jornal / Evento	Instituição / autores	Idioma	País da Pesquisa	Ano
ERIC 01	Brown, Ken (resumo)	Mathematical Investigations Using Logo. Part Two.	Uso do Logo para aprendizagem de matemática	E.Médio	15 a 17 anos	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Matemática	Journal Mathematics in School	Boney Hay Middle School	en	Escócia	1985
ERIC 02	Clarke, Valerie A.; Chambers, Susan M. (resumo)	Primary Math with Turtle Graphics.	Introduzir conceitos de matemática	E.Fund.	7 a 10 anos	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Matemática	Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching	Deakin University	en	Austrália	1986
ERIC 03	Clements, Douglas H.; Battista, Michael T.	The Effects of Logo on Children's Conceptualizations of Angle and Polygons.	Investigar mudanças no conhecimento matemático por meio das experiências.	E.Fund. quarta-série - Extra classe	9 a 10 anos	O ambiente logo enriquece conceituações geométricas e sofisticada o pensamento geométrico infantil. O uso do Logo com ângulo evoluem o nível do pensamento durante o tratamento. O conhecimento geométrico das crianças foi afetado. O Logo tem potencial para melhorar a aprendizagem escolar sobre ideias geométricas. Investigar o potencial do Logo e sua eficácia para incluir em um currículo baseado em geometria.	Qualitativa – 12 aprendizes – 4 meninas - 8 meninas	3 entrevistas estruturadas – no início, meio e final de 40 sessões com experiência Logo.	Matemática	Journal for Research in Mathematics Education	State Uni. Of New York at Buffalo; Kent State University	en	EUA	1989
ERIC 04	Kolodiy, George Oleh (resumo)	Projectile motion with the turtle	Descreve experiências com o Logo para demonstrar o movimento em um campo gravitacional constante.	Ensino Médio	15 a 17 anos	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Física	Journal the Physics Teacher	Kean University	en	EUA	1988

ERIC 05	Turkel, Susan B.; Podell, David M. (resumo)	Computer-Assisted Learning for Mildly Handicapped Students.	Incorporar uma abordagem interativa de aprendizagem para desenvolver o pensamento e resolução de problemas	Ensino Médio – 8 aprendizes levemente deficiente	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Journal Teaching Exceptional Children	College of Staten Island; University of Southern California Keck - School of Medicine	en	EUA	1983
ERIC 06	Zazkis, Rina (resumo)	Theorem-out-of-Action: Formal vs. Naive Knowledge in Solving a Graphic Programming Problem.	Investigar o comportamento matemático de 30 aprendizes universitário em uma situação problema	Ensino Superior	Não disponível	Os aprendizes tendem a inverter os elementos, mas não a ordem.	Qualitativo - 30 aprendizes universitários	Entrevista	Matemática	Journal of Mathematical Behavior	Simon Fraser University	en	EUA	1991
ACM 01	Caspersen, Michael E.; Christensen, Henrik B. (resumo)	Here, there and everywhere - on the recurring use of turtle graphics in CS1	No curso introdutório para programação aprender princípios e técnicas de programação fundamentais	Ensino Superior - Curso Introdutório de programação (CS1)	Não informada	Efeitos positivos na introdução de programação OO. Ótima maneira de introduzir conceitos simples bem como mais avançados conceitos OO. Diversão e Motivação com o Logo.	Qualitativa	Observação, Mediação	Introdução OO em curso de programação	Proceedings of the Australasian conference on Computing education – ACSE - ACM	University of Aarhus	en	EUA	2000
ACM 02	Liss, Ivan B.; McMillan, Thomas C.;	Fractals with turtle graphics: a CS2 programming exercise for introducing recursion	Auxiliar na introdução da programação recursiva	Ensino Superior - Curso de Ciência da Computação (CS2)	Não informada	Encoraja a criatividade e o aprendizado com diversão. 5% dos aprendizes inovaram experimentando a mistura de textos e gráficos	Qualitativa	Observação, Mediação	Introdução de recursão	ACM SIGCSE Bulletin	Radford University	en	EUA	1987
ACM 03	Solomon, Cynthia J.; Papert, Seymour;	A case study of a young child doing turtle graphics in Logo	Engajar jovens crianças em ideias de programação envolvendo turtle graphics	E. Fund. Extraclasse	7 anos	Usar suas próprias ideias no uso do logo. Uso do papel para ajuda em momentos difíceis.	Estudo de um caso	Observação, Mediação	Não informada	Proceedings of the June 7-10, 1976, national computer conference and exposition on - AFIPS '76	Massachusetts Institute of Technology in the Artificial Intelligence Laboratory's	en	EUA	1976
SD01	Battista, Michael T.; Clements, Douglas H.;	The effects of Logo and CAI problem-solving environments on problem-solving abilities and mathematics achievement	Aumentar a capacidade de resolução de problemas	E. Fund. Extraclasse – 4ª e 6ª série	10 a 12 anos	Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho de matemática. No entanto, foram encontradas diferenças significativas no teste de resolução de problemas de nível executivo, o grupo Logo teve maior desempenho do que o CAI e os grupos de controle.	Três grupos: Logo e Problemas CAI (experimental); e controle	Dois testes com 10 itens cada	Matemática	Computers in Human Behavior	Kent State University - Ohio	en	EUA	1986

SD02	Howe, J.A.M.; Ross, P.M.; Johnson, K.R.; Plane, F.; Inglis, R.;	Teaching mathematics through programming in the classroom	Investigar a experiência com processos matemáticos e uma versão da linguagem Logo	Ensino Médio	15 a 17 anos	Tornam os benefícios de ferramentas de modelagem de computador mais aparente.	Não informada	Relato de como se encaixa, na prática, em aulas de matemática.	Matemática	Computers & Education	University of Edinburgh	en	Escócia	1982
SD03	Schibeci, R.A.;	Logo in pre-service and in-service teacher education	Identificar os efeitos da linguagem Logo em adultos	E. Superior formação de professor pré-serviço e serviço	Não informada	O uso do Logo tem alguns benefícios positivos para a prática dos professores com seus aprendizes e com os próprios professores como aprendizes.	Qualitativa	Não informada	Não informada	Computers & Education	Murdoch University	en	Austrália	1990
SD04	Siann, G.; Macleod, H.; Glissov, P.; Durrndell, A.;	The effect of computer use on gender differences in attitudes to computers	Investigar aspectos motivacionais e cognitivos do uso do computador nas escolas primárias	Ensino Fund.- 114 crianças de 4 escolas. 60 meninos e 54 meninas	7 a 10 anos	Diferenças substanciais entre meninos e meninas foram mostradas em suas atitudes pré-experiência em relação ao computador. Os meninos mais confiantes, com maior interesse. As meninas indicam maior nível de ansiedade. Em duplas mistas os meninos dominavam.	Mista	Questionário; observação; pré e pós-teste cognitivos.	Interdisciplinar - Ciências e Matemática	Computers & Education	Glasgow College, University of Edinburgh	en	Escócia	1990
SD05	Vaidya, Sheila Rao	Individual differences among young children in Logo environments	Investigação longitudinal das mudanças qualitativas apresentadas por crianças pré-escolares com a programação Logo	Pré-escolar	4 e 5 anos	Precisa ser considerado o nível de desenvolvimento das crianças e diferenças individuais. Crianças jovens precisam de um facilitador; nem todas se engajam. As conclusões não suportam as afirmações de Papert sobre a aprendizagem em ambientes Logo. Um novo conjunto de conceitos e paradigmas precisa ser formulado para ambiente Logo.	Qualitativa - Três grupos de crianças: experientes; as que precisam de apoio e orientação e as que não aprendem bem o ambiente Logo	Não informada	Interdisciplinar	Computers & Education	Nesbitt College, Drexel University	en	USA	1985
STANFORD	Pea, Roy D.; Kurland, D.	Children's Mental Models of Recursive Logo Programs	Não informada	Ensino Fundamental	11 – 12 (7 aprendizes – 2 meninas e 5 meninos)	Erros conceituais são de natureza sistemática; sugere que a descoberta autoguiada precisa ser mediada dentro de um contexto instrucional. Nenhum problema com os níveis de complexidade	Não informada	Observação, resultados das linhas de comando.	Não informada	J. Educational Computing Research.	Center for Children and Technology - Bank Street College of Education.	en	EUA - New York	1985

BR – GS01	SANTAROSA, Lucila Maria Costi et al.	Experiência interativa com microcomputador em linguagem LOGO com crianças repetentes de 1ª série do 1º grau	Visa o desenvolvimento de habilidades cognitivas e modelos mentais. Como também, verificar os efeitos dessa interação sobre o desempenho e a autoestima de aprendizes com vivência de fracasso escolar através da reprovação	Ensino fund. – 1ª Série	17 crianças de 8 a 13 anos de escola pública da periferia de Porto Alegre – baixa renda e 3 moradores de orfanato.	Excelentes resultados no desempenho escolar, aprovando 82% pra 2ª série. – 100% dos aprendizes com duas ou mais repetência foram aprovados pra 2ª série. - Microcomputador e linguagem Logo favorece o desenvolvimento da autoestima da criança de baixa renda e com dificuldade de aprendizagem.- como também é efetivo como metodologia na recuperação de crianças, de baixa renda e repetentes de 1ª série do 1º grau. – Tende a favorecer efetivamente a criança de baixa renda e com maior número de repetência em 1ª série. – aumento de autoestima, na área escolar e em aspectos cognitivos dessa amostra.	Mista no que se refere a interação e depoimentos das mães. Análise de conteúdo. E o desempenho do aluno na escola. – 1 único grupo que funcionou como controle de si mesmo- 1 hora semanal no 2º semestre desenvolvendo projetos (programas individuais) – grupo de 4 aprendizes por dia. Microcomputador e linguagem Logo.	- Entrevista – Observação da professora e observação do facilitador nas interações. Pré-avaliação e pós-avaliação.	- interdisciplinar	6º Congresso da Sociedade brasileira da Computação - 1986	UFRGS	Português	Brasil – Porto Alegre	1987
BR – GS02	Luiz Maggi	A utilização do computador e do programa LOGO como ferramentas de ensino de conceitos de Geometria plana	O foco principal se concentra nos aspectos afetivos e na interação social propiciada	Ensino Fund. - 2ª, 3ª e 4ª série – escola municipal	6 a 11 anos – 240 crianças.	Evidenciaram as potencialidades do Logo no desenvolvimento cognitivo e as possibilidades de acompanhar e evidenciar as ações e estratégias. Trabalho cooperativo e de interação auxiliar na aprendizagem de conceitos, regras de utilização e organização do trabalho em grupo, responsabilidade e respeito. A pensar sobre as estratégias de resolução de problemas e avaliação dos próprios pensamentos. Reflexão sobre seus erros e suas estratégias. Desenvolve a afetividade e envolvimento em grupo. Maior disposição para trabalho em grupos em outros espaços.	Pesquisa participante. Qualitativa na forma de entrevista e quantitativas na forma de questionário (mista). - 2ª, 3ª, 5ª e 6ª-feira – 1 aula de 35 minutos com 15 aprendizes – 3 por máquina. Grupo de controle	Anotações durante as aulas- organização da aula – aspectos gerais – aspectos particulares – total de 24 anotações durante o ano de 2000. Entrevista semiestruturada comunidade escolar. Gravação das atividades	Matemática – geometria plana – extraclasse – aprendizes pagantes	UNESP – Dissertação	UNESP	Português	Brasil – Poços de Calda	2002

BR G01	GARCIA, A. F; et. al.	Uma Metodologia para a InRippetrodução da Linguagem Logo na Educação do Portador de Deficiência Auditiva	Definir uma metodologia que facilite a introdução da Informática na educação de crianças Portadoras de Deficiência Auditiva (PDA), objetivando o incremento da autonomia intelectual e social	Ensino fund.– 2ª, 3ª e 4ª séries – 4 crianças.	10, 1 e 15 anos	mudanças ocorreram tanto nos alunos quanto nos mediadores; posição crítica dos envolvidos na elaboração e supervisão das atividades; a atividade de programar faz com que o PDA crie formas de solucionar problemas e coloque em ação o que já conhece para alcançar seus objetivos; o uso do computador no processo social de deficientes auditivos parece ser bastante promissora desde que haja coerência por parte dos educadores com relação aos objetivos pretendidos; o êxito do LOGO como ferramenta educacional para o PDF reside na atuação do Professor/facilitador.	25 Sessões – 2 x por semana no Laboratório – 90 minutos – 2 facilitadores – 3 observadores que documentação individualmente as situações.	Observação – diagnostico da comunicação e do comportamento dessas crianças; seminários e debates entre os mediadores, professores e psicólogos.	Extraclasse - interdisciplinar	<i>Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos</i> - INEP	UEM; USP; Universidade Tuiuti do Paraná.	Português	Maringá - PR	1996
BR G02	GROHS, G. H. M; FREITAS, L. B. de L; SPERB, T. M.	Desenvolvimento o sociocognitivo no ambiente Logo	O estudo das consequências da interação para o desenvolvimento cognitivo tem se constituído em um tópico importante de pesquisa atual. A maioria dos trabalhos, dentro desta linha teórica, tem focado as relações entre interação social e processos cognitivos.	Ensino fund.	9 anos – 2 crianças	Os resultados mostram, no decorrer dos três meses, um progressivo aumento de verbalizações, um crescimento da reflexão sobre a ação e um número maior de respostas às perguntas feitas. A análise microgenética de cada sessão revelou que isto deveu-se a um melhor conhecimento da tarefa e das crianças entre si.	Não informada.	Filmou-se o trabalho desenvolvido pela triade em três sessões, distribuídas num período de três meses, e que tinham, em média, 35 minutos. Dividiram-se as sessões em intervalos de 15 segundos e definiram-se, em cada sessão, blocos de interação delimitados por metas. Análise microgenética	Extraclasse	UFRGS	UFRGS	Português	Porto Alegre - RS	1993
BR G03	FAGUNDES, Lea da C; MOSCA, P. R. F.	Interação com computador de crianças com dificuldade de aprendizagem: uma abordagem piagetiana	testar a possibilidade e as condições de uso do microcomputador com a linguagem Logo, por crianças da escola comum, mas com dificuldades para ler, escrever e	Ensino Fund. 2 horas por semana no total 60 horas.	Superior a 9 anos.	Os dados nos permitem dar uma resposta positiva quanto à possibilidade do LOGO com dificuldade para aprender. O Logo pode ser utilizado como instrumento para observação das dificuldades do funcionamento do raciocínio dessas crianças, pq o	Não informada	Observação com registro por escrito de todos os comandos teclados, os diálogos verbais entre o sujeito e o experimentador, os comportamentos não-verbais do	Extraclasse	Psicologia Cognitiva e Psicolinguística – FGV	UFRGS	Português	Clevelândia – PR	1985

			calcular; utilizar a interação da criança com o computador com linguagem Logo, para alcançar melhor compreensão de seu problema de aprendizagem, no que se refere aos processos mentais			micromundo concretiza suas formas de pensar por um tempo prolongado, em condições estimuladoras e em situações variáveis. Podemos distinguir a compreensão e o uso dos procedimentos elementares. Parece-nos que a representação do LOGO possui analogias com a representação de noções aritméticas, geométricas, cinemáticas. Tal representação envolve características mais específicas como a sintaxe e a semântica do Logo. Ficou evidenciado a atribuição de significado a certos procedimentos elementares aparece como tendo um caráter pouco flexível e unifuncional.		sujeito e um esboço das diferentes etapas do desenho da tela. As observações organizadas em protocolos individuais por sessão. Estudo longitudinal com 3 alunos de classes regulares com dificuldades para ler, escrever e calcular e ausência de lesões orgânicas severas.						
BR G04	FAGUNDES, Lea da C; MOSCA, P. R. F.	As conceitualizações das crianças que estão programando em Logo: a construção e a composição de módulos na Imagem mental e na programação.	Investigar a conceitualização modular feita pelas crianças sobre suas imagens mentais de formas geométricas, bem como a estruturação e a significação funcional dos módulos mentais no emprego da linguagem Logo, para a construção no monitor dessas formas geométricas imaginadas.	Ensino fund. – de escolas públicas	6 a 15 anos – 25 escolares	O trabalho com o LOGO coloca a criança frente a um “contexto” que envolve procedimentos de complexidade flexível e que permitem realizar e desenhos numa geometria intrínseca. Nossos resultados replicam os achados naturalistas de Piaget, porém não conseguimos definir estágios de desenvolvimento cognitivo na interação com o mundo Logo. Algumas estratégias específicas para a construção de determinadas figuras geométricas foram detectadas. Aparece como evidente uma correção entre programação linear e estratégia com forte apoio perceptivo. A significação dos procedimentos Logo é do tipo funcional, podemos detectar um nível funcional mais elevado de	Análise Qualitativa dos dados – cinco alunos escolhidos aleatoriamente	2 Registradas em protocolos de observação por observadores treinados e as produções registradas em disquetes. Registros em gravador das sessões.	Extraclasse	Psicologia Cognitiva e Psicolinguística – FGV	UFRGS	Português	Porto Alegre – RS	1986

						atribuição de significação a procedimentos Logo.								
BR G05	SILVA, P. V. B; MORO, M. L. F.	A interação de adolescentes marginalizados com a linguagem Logo	Relatar condutas de adolescentes frente a "erros" e "acertos" quando em interação com a linguagem Logo de programação	Ensino fund.- 2ª e 4ª série – supletivo- 5 alunos do sexo masculino	14 a 17 anos – 5 sujeitos	As categorias obtidas revelaram um processo de modificação na avaliação das condutas frente aos "erros", passando os sujeitos paulatinamente de uma perspectiva negativa à incorporação positiva do erro ao processo. As verbalizações frente aos acertos revelaram avaliações positivas dos sujeitos sobre si mesmos e sobre a produção própria.	Qualitativa	16 Sessões individuais de programação, acompanhadas pelo pesquisador com dados gravados em disquete e vídeo. As verbalizações dos sujeitos após "erros" e "acertos" foram qualitativamente descritas em níveis sucessivos.	Extraclasse	<i>Psicologia: Reflexão e Crítica – SCIELO</i>	UFPR	Português	Curitiba - PR	1998
BR G06	DIAS, A. G. de L.	O Jogo da Tartaruga: um jogo para encenar LOGO	Avaliar uma tarefa pedagógica proposta para introduzir, de maneira lúdica, a Linguagem de Programação LOGO.	Ensino fund.- na 1ª serie	7, 8 e 11 anos	Concluimos que o micromundo da tartaruga é uma proposta de ação inteligente que propicia às crianças uma tarefa realizável em tempo e espaços reais, por meio de uma interação reguladora entre seus participantes.	Natureza qualitativa. Análise Microgenética para analisar as estratégias e os procedimentos que a criança cria.	Gravação em VT a fim de determinar quais foram as estratégias de apresentação da proposta.	Interdisciplinar – maioria não alfabetizada	Dissertação-UNICAMP	UNICAMP		Campinas - SP	1998
BR G07	ACUNZO, I. M. M.	Avaliação da relação desenvolvimento cognitivo e proficiência em programação na linguagem logo – Uma abordagem piagetiana	Analisar longitudinalmente e a relação entre desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento de proficiência em programação em linguagem Logo.	Ensino Fund.	9, 1 e 14 anos – selecionados por meio de provas piagetianas referente aos estágios concreto e formal.	É encontrada uma performance diferencial relacionada ao nível de desenvolvimento cognitivo dos mesmos e confirmada a hipótese dos pesquisadores de que para se chegar ao quarto nível de proficiência em programação são necessárias mais horas de interação criança-computador. É verificada divergências nos níveis propostos por Pea e Kurland e o desempenho nas crianças é verificada, sugerindo uma reavaliação desses níveis. As estratégias Bottom-up e Top-down foram utilizadas diferentemente pelos sujeitos, fazendo	Qualitativa.	Observação e registro computadorizados das sessões. 2 sessões semanais, 1 hora e meia em 14 semanas. 40 horas.	Extraclasse	Dissertação - FGV	FGV	Português	Rio de Janeiro - RJ	1987

						sugerir uma hierarquia entre elas.								
BR G08	SALES, E. R. et. al.	O ambiente logo como elemento facilitador na releitura de significados em uma atividade de ciências com alunos surdos.	Investigar o processo de releitura de significados, a partir do ambiente logo	Ensino fund.	- 7 alunos surdos	O ambiente Logo possibilitou aos sujeitos situações de ação que geraram releitura de significados, levando os a uma atividade rica e diferenciada.	Pesquisa exploratória, Abordagem descritiva e qualitativa	Observação, vídeos, Análise discursiva	Extraclasse	XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba	Universidade Federal do Pará	Português	Belém – PA	2007
BR G09	RIPPER, A. V.	O ambiente Logo como mediação instrumental	Estudar as relações entre linguagem escrita e o computador no contexto de sala de aula; verificar se o Logo altera modos de aprender a linguagem escrita e o conceito de número.	Pré-escolar	4 a 6 anos	O teclado e feedback na tela estabelecem um significado imediato que é a linguagem escrita e os números. O <i>feedback</i> do computador estabelece um "diálogo" com o computador através da escrita, primeira relação que a criança estabelece com o computador; a partir de ordens escritas e mensagens de erros cria uma relação muito diferente dos outros objetos da classe.	Qualitativa	Observação participante, microanálise de atividades, fitas, vídeos e diário de campo.	Interdisciplinar	Em Aberto – INEP	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP		Campinas – SP	1993
BR G10	ESTACIO, M. A. F.G.C	Logo a ativação do funcionamento cognitivo	Estudar a possibilidade de desenvolvimento cognitivo de adultos que não atingiram o nível das operações formais.	Adultos - população de chefes de Seção de Casas Sendas Comércio e Industria S.A.	Adulto	Os resultados obtidos indicam um progresso no funcionamento cognitivo dos sujeitos pertencentes aos grupos de tratamento, principalmente daqueles que trabalharam com LOGO. Face aos resultados alcançados propõe-se a repetição da pesquisa para maior aprofundamento do estudo da influência de LOGO no funcionamento cognitivo.	Qualitativa	Randomicament e distribuídos em 4 grupos – 3 tratamento e 1 controle – provas operatórias piagetianas antes e depois dos cursos – LOGO - Matemática	Extraclasse	Dissertação de mestrado – UNICAMP	UERJ	Português	Rio de Janeiro - RJ	1988

BR G11	ABREU, R. A. dos S.	Uma avaliação sobre o uso da linguagem LOGO no processo de construção de noções topológicas	Investigar o processo de construção do conhecimento espacial na criança, em ambiente escolar, observando os efeitos do trabalho com o LOGO	Pré-escolar	5 anos e 8 meses – 6 anos e 2 meses - 6 crianças	LOGO favoreceu à descoberta, à construção e à utilização de noções topológicas, indicando que os sujeitos que trabalharam no computador tiveram ampliada a qualidade de suas experiências; apesar do LOGO trazer em si uma geometria intrínseca introduzindo o sujeito em noções euclidianas, os desenhos que as crianças realizaram através do LOGO foram elaborados a partir das relações topológicas, confirmando a tese de Piaget quanto à ordem genética da construção das relações espaciais.	Estudo de caso	Dois grupos – uso do logo e currículo normal – provas piagetianas e observações naturalísticas.	Extraclasse	Dissertação mestrado - UNICAMP	CTHC - PUC	Português	Rio de Janeiro - RJ	1990
BR G12	PEREIRA, F. de A.	Aprendizagem de tópicos de geometria em ambiente LOGO: uma proposta didática para os anos finais do ensino fundamental	Utilizar o Ambiente LOGO como auxiliar na aprendizagem dos conceitos de Ângulos e Coordenadas, estudadas durante o ensino fundamental.	Ensino Fund. – 7º ano	12 e 13 anos	Observou-se um crescente interesse pelo estudo dos tópicos de Geometria e um avanço nas elaborações de estratégias de soluções de problemas; o LOGO se configura como uma ferramenta importante na aprendizagem dos conceitos básico de geometria; o LOGO associa um sentido aos conhecimentos construídos, proporcionando uma compreensão mais ampla	Qualitativo	Observação - 8 aulas – 14 horas	Matemática	Dissertação de Mestrado - UFRGS	UFRGS	Português	Cachoeirinha - RG	2013
BR G13	MOURA, F. W.	O Potencial da Linguagem Logo no Aprendizado de Matemática	Analisar a contribuição do LOGO como ambiente de aprendizado	E. Superior Alunos Ingressantes no Curso em Lic. Matemática da UFRGS	Adulto	O LOGO pode influenciar e, de fato melhorar o aprendizado do ensino superior; o uso do logo na formação de professores de matemática pode levar os mesmos a resgatar a linguagem LOGO como método de aprendizagem.	Quantitativo	Dois testes – início do semestre e 2 meses depois, envolvendo problemas de geometria e trigonometria.	Matemática	TCC de matemática - UFRGS	UFRGS	Português	Porto Alegre - RG	2013/2
BR G14	BARANAUSKAS, M. C. C.	Conceitos Geométricos através da Linguagem Logo	O sentido lúdico do ambiente motiva a criança e o caráter mitificado de se “trabalhar com um computador” não foi observado	Ensino Fund.	8 a 12 anos – 15 crianças	O sentido lúdico do ambiente motiva a criança e o caráter mitificado de se “trabalhar com um computador” não foi observado	Não informada	Observação experimental e análise. Experimentos e foram agrupadas duas a duas com escolaridade equivalente – sessões semanais	Extraclasse	Dissertação Mestrado - UNICAMP	UNICAMP	Português	Brasil - Campinas	1981

								de 1 a 2 horas de duração						
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------	--	--	--	--	--	--

APÊNDICE 5 - Artigos Publicados durante o período de doutoramento – 2015 - 2017

- “Um relato de experiência com o uso do brinquedo de programar bee-bot na educação infantil com crianças de 3 a 4 anos de idade”. - Artigo publicado conforme referências: VICK-VIEIRA, M.F. et al.- “Revista Tecnologias na Educação”. 2015
- Development and Evaluation of an Authoring Tool Taxonomy. *Tecnologias del Aprendizaje, IEEE Revista Iberoamericana de*, v. 10, n. 4, p. 204-211, 2015. ISSN : 1932-8540 INSPEC Accession Number: 15587222 DOI: 10.1109/RITA.2015.2486299 - Artigo Publicado conforme referências: RAABE, André Luís Alice ; VIEIRA, M. V. ; SANTANA, A. L. M. ; GONCALVES, F. A. ; BATHKE, J. .
- Recomendações para Introdução do Pensamento Computacional na Educação Básica. In: 4º DesafIE - Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2015, Recife. Anais do Congresso Anual da SBC. Porto Alegre: SBC, 2015. v. 1. p. 15-25 - Artigo Publicado conforme referências: RAABE, André Luís Alice ; RODRIGUES, A. J. ; SANTANA, André. L. M. ; VIEIRA, M. V. ; ROSARIO, Tatiane ; Carneiro, Ana C. R.
- Brinquedos de Programar na Educação Infantil: Um estudo de Caso. In: XXI Workshop de Informática na Escola, 2015, Maceió. Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Maceió: SBC, 2015. v. 1. p. 10-20. VICK-VIEIRA, M.F. et al.
- Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2016. p. 181. VICK-VIEIRA M. F., et al.
- Lite Maker: Um Fab Lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2016. p. 211. VICK-VIEIRA, M.F. et al.
- Influência dos enunciados na resolução de problemas de programação introdutória. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 1, 2016. RAABE, A. A. VICK-VIEIRA, M.F.
- Design de um Brinquedo Programável para Crianças de 4 a 5 anos de idade através da metodologia Design Thinking. Anais da Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação (SBC)–Regional de Mato Grosso, 2016. Richter, D. R., Santana, A. L., Raabe, A. L., Vieira, M. F. V., & Ramos, R.
- Do Logo ao Pensamento Computacional: o que se pode aprender com os resultados do uso da linguagem Logo nas escolas brasileiras. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento. NIED. UNICAMP.* 2017. VICK-VIEIRA M. F., Raabe, A. L.A; Santana, A. L.
- Características do Pensamento Computacional desenvolvidas em Aprendizes do Ensino Médio por meio de Atividades Makers. In: XXIII Workshop de Informática na Escola, 2017, Recife. Recife: CEIE SBC, 2017. v. 1. p. 145-154. VICK-VIEIRA, M.F; RAABE, A.; METZGER, J ; GOMES, E.; SANTANA, A. M.; SOUZA, F. T.; RAMOS, G.; CUCCO, L.
- A experiência de implantação de uma disciplina maker em uma escola de educação básica. In: XXIII Workshop de Informática na Escola, 2017, Recife., 2017. v. 1. p. 303-313. VICK-VIEIRA, M.F. RAABE, A.L.A; GOMES, E.; SANTANA, A.M ; METZGER, J.; SILVA, R.