

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

JEAN HUGO CALLEGARI

**A ROBÓTICA EDUCATIVA COM CRIANÇAS/JOVENS: PROCESSOS
SOCIOCOGNITIVOS**

**Caxias do Sul
2015**

JEAN HUGO CALLEGARI

**ROBÓTICA EDUCATIVA COM CRIANÇAS/JOVENS: PROCESSOS
SOCIOCOGNITIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul como requisito para a obtenção de título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Beatris Valentini

Caxias do Sul

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

C157r Callegari, Jean Hugo, 1965-
Robótica educativa com crianças/jovens : processos sociocognitivos
/ Jean Hugo Callegari. – 2015.
150 f. : il. ; 30 cm

Apresenta bibliografia.
Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa
de Pós-Graduação em Educação, 2015.
Orientadora: Profa. Dra. Carla Beatris Valentini.

1. Robótica - Educação. 2. Educação – Estudo e ensino. 3.
Aprendizagem – Crianças e jovens. I. Título.

CDU 2. ed.: 681.5:37

Índice para o catálogo sistemático:

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| 1. Robótica - Educação | 681.5:37 |
| 2. Educação – Estudo e ensino | 37.01 |
| 3. Aprendizagem – Crianças e jovens | 37.013-053.2/6 |

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Roberta da Silva Freitas – CRB 10/1730



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

***“A robótica educativa com crianças/jovens:
processos sociocognitivos”***

Jean Hugo Callegari

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Caxias do Sul, 09 de setembro de 2015.

Banca Examinadora:

Dra. Carla Beatris Valentini (presidente – UCS)

Dr. Daniel de Queiroz Lopes (UCS)

Dr. Francisco Catelli (UCS)

CIDADE UNIVERSITÁRIA

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil

Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil

Telefone / Telefax (54) 3218 2100 – www.ucs.br

Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGCTE 029/0089530

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Nelton e Ladis, pelo apoio e exemplo de dignidade e ética, em minha caminhada rumo à humanização. Em especial à minha mãe, que se permitiu impregnar por meus objetivos, cooperando e incentivando a construção desta pesquisa.

Meu irmão Gustavo e minha cunhada Luciana, que aceitaram e compreenderam meu distanciamento temporário. Meu amado sobrinho João Pedro, por relevar as pescarias e as brincadeiras com LEGO® não realizadas.

À sábia orientadora, Professora Dr^a. Carla Beatris Valentini, mais que professora e orientadora, amiga. Sempre provocadora, abdicando de si para que o outro se faça mais humano, disposta a compartilhar seus saberes. Distante de suas provocações, a construção desta pesquisa não seria tão recompensadora.

Aos professores participantes desta jornada em busca de conhecimento.

Aos colegas de mestrado e às minhas queridas colegas do Grupo de Estudos em Piaget e Método Clínico, Sintian Schmidt, Caroline Carminatti Scussiatto, Cristina Pescador e nossa querida Carla Beatris Valentini, pelos saberes, paciência, provocações e, principalmente, por sua alegria de viver.

Especial agradecimento aos sujeitos que participaram das oficinas de robótica, por permitir a convivência e fazer compreender que, mesmo em tenra idade, a sabedoria de vida e o amor ao próximo existem.

Conhece-te a ti mesmo, essa é toda a
Ciência. Só depois de conhecer todas as
coisas é que o homem poderá se conhecer a
si mesmo. De fato, as coisas são
simplesmente as fronteiras do homem.
Friederich W. Nietzsche, Aurora.

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo principal compreender como se manifestam os processos sociocognitivos quando os sujeitos são provocados a desenvolver atividades em oficinas de Robótica Educativa, articulada aos pressupostos da Ética *Hacker*, do Construtivismo e do Construcionismo. Para dar conta do objetivo, valeu-se de oficinas que utilizaram os recursos dos sistemas de montagem e motores da LEGO®, do *Scratch* e do Arduino, em um estudo de caso, de caráter exploratório, atuando como facilitador, e pesquisador. Das oficinas participaram seis crianças/jovens, de 11 a 13 anos, pertencentes ao projeto Mais Educação, de uma escola da serra Gaúcha. O Método Clínico de Piaget foi inspirador das intervenções, durante as oficinas, e suporte para a análise de dados, possibilitando o surgimento de um eixo de autoanálise do pesquisador. Mesmo que entremeados por movimentos de coação e conformismo, a análise dos dados apresenta indícios do estabelecimento de processos de cooperação, intelectual e moral, nos momentos em que os sujeitos tiveram seus interesses e saberes respeitados. Os resultados indicam que a utilização da Robótica Educativa, em um ambiente de trabalho em equipe, através da autogovernância, pode ser fator de promoção da construção de novos saberes e é capaz de contribuir para preparação do sujeito para a vida em sociedade, respeitando o outro. As atividades, atrativas por assumir a forma de entretenimento, podem auxiliar na formação de sujeitos ativos na construção de novos saberes, de ordem intelectual e moral. Para concluir, apresenta-se alguns princípios para o desenvolvimento de atividades com Robótica Educativa, em ressonância com os preceitos aqui defendidos.

Palavras-chave: Robótica Educativa, Educação *Hacker*, Sociocognição, Arduino, *Scratch*, LEGO®.

Abstract: This research had as its main goal understand how the sociocognitive processes take place when the subjects are engaged in some activities in workshops of Educational Robotics, linked to theoretical precepts according to Hacker Ethics, Constructivism and Constructionism. In order to achieve that goal, workshops held using LEGO®, Scratch and *Arduino* motors and assembling resources were analyzed in an exploratory case study, where the author acted as a advising professor, provoker, and researcher. Subjects in the workshops were 11 to 13 years old, participating in the Brazilian educational project known as “*Mais Educação*” at a school in the northeast region of the state of Rio Grande do Sul during their off-school period. Piaget’s Clinical Method was the intervention method during the workshops, as well as the data analysis method, making it possible for the researcher’s self-analysis to emerge. Even though data are interweaved by movements of coercion and conformism, data analysis signalizes the establishment of intellectual and moral cooperation processes, in moments when subjects had their interests and knowledge respected. The voluntary construction of the story “M’s Dream” and the signs of empowerment observed in a few subjects indicate that using Educational Robotics, in an environment favoring teamwork, by selfgovernment, can be a factor promoting the construction of new knowledge and that can contribute for the preparation of the subject for life in society, respecting the other. The activities, attractive because they are shaped as entertainment, can help in the education of subjects that are active in the construction of new knowledge, both of intellectual and moral nature. In the conclusion, some principles for the development of activities with Educational Robotics, which are consonant with the precepts supporting this study, are presented.

Keywords: Educational Robotics, Hacker Education, Sociocognition, *Arduino*, *Scratch*, LEGO®.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Planejamento das atividades para as oficinas.....	55
Figura 02: Atividades realizadas nas oficinas.....	56
Figura 03: Material disponibilizado nas oficinas.....	57
Figura 04: Vista superior da placa do Arduino UNO.....	60
Figura 05: Interface gráfica do <i>Scratch</i> 1.4.	61
Figura 06: <i>Scratch</i> controlando o motor e lendo o sensor do LEGO® WeDo.....	62
Figura 07: Blocos adicionados ao <i>Scratch</i> , pelo S4A.	63
Figura 08: Diagrama de Blocos da Caixa de Comando.	64
Figura 09: Diagrama de blocos do sistema S4A.	66
Fotografia 01: Painel da Caixa de Comando.	65
Fotografia 02: Caixa do Controlador Arduino para <i>Scratch</i>	66
Fotografia 03: Primeiro encontro, exploração das máquinas LEGO.	71
Fotografia 04: Roda Gigante, acionada por motor.	72
Fotografia 05: Sistema de movimentação automatizado.	73
Fotografia 06: Lulu e Tatá exploram o sensor de som.....	74
Fotografia 07: Montagem final do cenário para a história.	76
Fotografia 08: Detalhe da montagem.	76
Fotografia 09: Realização das fotografias para a história.	76
Fotografia 10 Dodô explica, para o grande grupo, o funcionamento do cenário.	77
Fotografia 11: Tatá apontando o local onde deveriam existir sensores.	84
Fotografia 12: Engrenagens montadas de forma errada.	91
Fotografia 13: Lulu , demonstrando correta montagem das engrenagens.	92

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 O APRENDER: com quem pesquiso.....	18
1.1 A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET	18
1.1.1 O Processo de Construção do Conhecimento	20
1.2 OS MECANISMOS SOCIOCÓGNITIVOS	22
1.3 POSSIBILIDADES DO EDUCAR	25
1.3.1 A autogovernância.....	25
1.3.2 O construcionismo de Seymour Papert.....	27
1.3.3 A Ética <i>Hacker</i> e a Educação.....	31
1.3.4 A autogovernância, o construcionismo e a ética <i>hacker</i> unidos na robótica educativa.....	35
1.4 REVISÃO DE LITERATURA: PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCATIVA	38
2 MÉTODO.....	48
2.1 O OBJETO DE PESQUISA	48
2.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO: o estudo de caso	49
2.3 SUJEITOS DA PESQUISA	50
2.4 O MÉTODO CLÍNICO: as intervenções e a análise dos dados.....	53
2.5 AS OFICINAS DE ROBÓTICA EDUCATIVA	55
2.6 OS DISPOSITIVOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA	59
2.6.1 LEGO® como Ferramenta de Educação	59
2.6.2 Arduino UNO.....	60
2.6.3 SCRATCH	61
2.6.4 <i>Scratch</i> para Arduino (S4A)	63
2.7 OS SISTEMAS ELETRÔNICOS DESENVOLVIDOS PARA A PESQUISA	64
2.7.1 A Caixa de Comando	65
2.7.2 O Sistema Arduino para Programação através do <i>Scratch</i> para Arduino (S4A)...	66
2.8 OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	68
2.9 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS E TRANSCRIÇÕES: sendo rigoroso para manter a fidelidade.....	69
3 CONSTRUÇÃO DOS DADOS: as oficinas de Robótica Educativa	72
3.1 AS ANÁLISES: a incansável recursividade	78
3.2 AS CATEGORIAS DE ANÁLISE	79
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO: Observando de forma crítica	81

4.1	MOVIMENTOS SOCIOCOGNITIVOS.....	81
4.1.1	Movimentos de coação e conformismo	83
4.1.2	Movimentos de cooperação	88
4.2	O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO PESQUISADOR. O novo pesquisador e educador que surge durante o processo de pesquisa	97
4.2.1	O docente, o pesquisador: movimentos de transformação	97
4.3	UMA PROPOSTA DE TRABALHO COM A ROBÓTICA EDUCATIVA.....	105
4.3.1	Uma Possibilidade de Trabalho com Robótica Educativa: o que pode ser feito ..	107
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICE A – Quadro Analítico das Oficinas.....	122
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento.....	125
	ANEXO A - O Sonho de <i>M</i>	129

INTRODUÇÃO

A proposta desta pesquisa é observar como se manifestam os processos sociocognitivos num ambiente de robótica educativa, desenvolvida de acordo com o construcionismo de Seymour Papert, alinhada com os pressupostos da cultura *hacker*¹ transpostos para a educação. Por ser uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação, os processos que envolvem a construção do conhecimento e a sociocognição são articulados com a Epistemologia Genética de Piaget.

A *cultura hacker*, preconizadora da construção colaborativa de conhecimentos e do livre compartilhamento de informações, articula-se com a escolha da Epistemologia Genética e o olhar de Piaget para o aprender e o interagir, com foco na sociocognição, processo de construção em que as interações entre sujeitos, e destes com o objeto a ser conhecido, são insumos fundamentais. A Robótica Educativa, com suas possibilidades de experimentação, problematização, teste de hipóteses, criação e trabalho em grupo, forma um campo rico para a aplicação destas probabilidades, contrapondo o uso das metodologias passo a passo, que limitam a experiência ao que já foi pensado, testado e aprovado pelos desenvolvedores, deixando pouco desafio para provocar o pensar no sujeito.

Considerando a compreensão, no senso comum, para a atividade *hacker*, é necessário esclarecer que a cultura *hacker* não é promotora da transgressão de leis estabelecidas. Segundo Levy (1994), o *hacker* é um modificador por natureza, alguém que deseja conhecer e compreender o funcionamento de algo em suas entranhas, para posteriormente testar hipóteses de melhoria e compartilhar com outros usuários. Os transgressores, que roubam senhas e fraudam sistemas, são conhecidos como *crackers*².

A robótica educativa é aqui tratada pela abordagem do construcionismo, de Seymour Papert, colaborador de Piaget em seu centro de Epistemologia Genética.

O construcionismo, quando definido por Papert e Harel, é uma forma de “criação de estruturas de conhecimento [...] em um contexto em que o sujeito que aprende está conscientemente dedicado a construir uma representação pública, seja um

¹*Hacker* no sentido estabelecido por Levy (1994): modificador, aquele que gosta de construir e modificar com as próprias mãos.

² *Cracker* é o *hacker* que tem o costume de transgredir as leis estabelecidas.

castelo de areia na praia ou uma teoria do universo.”³ (PAPERT e HAREL, 2002, p. 2, tradução nossa).

Tendo eu nascido em uma época distante da popularização das tecnologias digitais, utilizava a criatividade como ferramenta fundamental nas brincadeiras da infância. A criação e a modificação dos brinquedos eram atividades naturais e necessárias para que meu espírito inquieto encontrasse alguma forma de sossego.

A tecnologia permeou meus interesses desde a mais tenra idade, encontrando na eletrônica e no radioamadorismo desafios constantemente renováveis. O que mais me gratificava era a possibilidade de modificações dos sistemas, buscando sempre um melhor desempenho. Hoje, é fácil perceber que o espírito *hacker* já habitava em meu ser, pois dedicava mais tempo à compreensão do funcionamento e à modificação dos equipamentos do que em seu uso efetivo.

Com relação à vida profissional e à graduação, mantive este perfil conectado à criação, montagem, manutenção e modificação de máquinas automáticas utilizadas na produção industrial, graduando-me Tecnólogo em Automatização Industrial.

As necessidades profissionais levaram-me a trabalhar com treinamentos, capacitações e desenvolvimento de manuais. A atividade era atrativa, mas o resultado ficava aquém do desejado; aparentemente as pessoas tinham dificuldade em compreender as explicações que, para mim, eram tão completas e ricas em detalhes técnicos. Novas alterações conduziram-me à atuação como consultor em processos relacionados à qualidade, que envolve a adequação do cliente a normas reconhecidas, um trabalho de muito “treinamento”, como é referenciado nas normas. A dificuldade de compreensão dos “ensinamentos” por parte dos treinados, tão claramente “transmitidos”, inquietava e preocupava.

Então, a oportunidade de trabalhar como professor surgiu em um curso técnico de mecânica e em assuntos conectados à qualidade industrial, em uma Instituição de Ensino Superior (IES). Os assuntos, corriqueiros, fluíam nas explicações e apresentações, focadas no vencimento do plano de aula estabelecido, pois quem trabalha com normas sabe que aquilo que foi documentado deve ser cumprido. As avaliações decepcionavam. Qual o motivo que levava aqueles sujeitos a não demonstrar interesse e compreensão de assuntos trabalhados de forma tão intensa?

³ *Creación de Estructuras de Conocimiento [...] en un contexto donde la persona que aprende está conscientemente dedicada a construir una entidad pública, ya sea un castillo de arena en la playa o una teoría del universo.*

Esta inquietação, e falta de compreensão, provocou a necessidade da busca de formação específica na área de educação. O mais próximo e mais confortável foi um curso para formação de professores para o ensino técnico, em que a filosofia foi motivadora de interesse e uma forma de resposta às inquietações estabelecidas. O que me levava a ser um tipo de professor com o perfil de um profissional com o qual eu dificilmente aprenderia?

A descoberta dos “robôs” da LEGO®, em um curso de formação na escola de ensino técnico, fez com que eu retornasse ao passado da automação e uma conexão, entre os conhecimentos já dominados e a possibilidade de tornar a tarefa educativa mais atrativa, surgiu. Porém este curso não me satisfez. Era apenas um treinamento transmissivo que seguiu uma cartilha de metodologia passo a passo. Tudo já havia sido testado e comprovadamente funcionava, restando apenas o desenvolvimento dos programas de controle. Após duas montagens, perdi o interesse em acompanhar a aula, dedicando-me a auxiliar os colegas com maior dificuldade.

Meu espírito *hacker* não encontrou sossego e saciedade naquela simples imitação; não havia espaço para testar hipóteses e aperfeiçoar o que já estava funcionando. O sentimento que eu vivenciava pode ser compreendido pelo o que está estabelecido na ética *hacker* (LEVY, 1994, p. 32), que o acesso ao que possa lhe ensinar algo sobre o mundo, deve ser ilimitado e livre.

Definitivamente eu não poderia, naquele curso, saciar minha vontade de desmontar e criar, apesar de estar descobrindo todo o potencial e flexibilidade que o sistema de montagens da LEGO® representava, mas que não era possibilitado na metodologia passo a passo. Eu sentia a necessidade de ter um daqueles equipamentos em minhas mãos, com toda liberdade para experimentar.

Adquirit um LEGO® NXT⁴ e montei diversas máquinas semelhantes as que faziam parte de meu passado na indústria. Foi fácil perceber o potencial desta ferramenta⁵ na educação dos jovens alunos com quem eu trabalhava a disciplina de automação industrial. Adquirit então outro kit NXT e utilizei-os em algumas aulas de automação. Assim percebi que as experiências eram recompensadoras, pois os alunos demonstravam real interesse em descobrir como as coisas funcionavam, permanecendo conectados ao problema, de forma mais intensa.

⁴ Kit LEGO® para a construção de “robôs” e sistemas controlados por computador.

⁵ Nesta pesquisa, refiro “ferramenta” numa perspectiva em que os dispositivos são artefatos culturais, que podem transformar relações, podendo potencializar o interagir e o pensar sobre. Não como um recurso que mantém os processos tradicionais de transmissão, iguallados a cadernos.

Voltei-me à pesquisa, na Internet, sobre as possibilidades de utilização deste sistema LEGO®, e fiquei surpreso com a variedade de criações originais disponibilizadas em vídeos, no *youtube*.

As buscas que relacionavam o LEGO® à educação retornavam a sua utilização com sistemas passo a passo, e isto não me satisfazia. Passei a buscar por “robótica educacional” e percebi a existência de um movimento que utilizava pequenos computadores programáveis em sistemas de montagem. Os sistemas disponibilizados comercialmente ofereciam montagens pré-determinadas, dentro da metodologia passo a passo.

Continuando com minhas pesquisas, a rede de contatos tornou possível a descoberta do software *Scratch*⁶ e, posteriormente, do Arduino⁷. O primeiro, um programa aberto e gratuito, desenvolvido para a aprendizagem de lógica de programação por crianças, mas também utilizado com sucesso entre jovens e adultos. O segundo, uma plataforma de código aberto, destinada a automação e programação, com todo programa e sistema de montagem disponibilizado de forma aberta. Alguém havia despendido muito tempo para desenvolver o sistema e, mesmo assim, para minha surpresa, estava disponibilizando de forma gratuita, ao estilo *hacker*.

Novas pesquisas levaram a encontrar um movimento mundial, de utilização e compartilhamento de ideias referentes ao *Scratch* e ao Arduino. Os participantes demonstravam o processo de criação, suas soluções, estimulando a modificação para o aperfeiçoamento e a posterior publicação, alegando as vantagens do compartilhamento em rede. Havia encontrado um universo cativante e que vinha de encontro ao afirmado por um dos poucos pesquisadores brasileiros que olha para a educação *hacker*, Preto, que afirma: “Boa parte desses movimentos (*hackers*) tinha como princípio uma intensa lógica de partilhamento.” (PRETO, 2010, p. 6).

A programação do Arduino em linguagem C, aprendida em minha graduação, mostrou-se bastante complexa quando comparada à linguagem, mais intuitiva, utilizada no sistema LEGO® NXT. Para que a utilização do Arduino se tornasse viável, uma linguagem de aprendizado mais rápido se fazia necessária. As pesquisas na Internet demonstraram a existência de programas do tipo “arraste e solte”, de fácil aprendizado,

⁶ Software freeware, desenvolvido pelo MIT para ensinar programação para crianças, disponível em http://scratch.mit.edu/scratch_1.4/.

⁷ Plataforma Open Source para desenvolvimento de sistemas automatizados, disponível em <http://www.arduino.cc/>.

e meu interesse cresceu, pois não queria passar meses ensinando uma linguagem de programação. Meu foco centrava-se na utilização do sistema.

Em conversa com um colega de trabalho, descobri que o *Scratch* poderia interagir com o LEGO® WeDo, e voltei às buscas na internet até encontrar o *Scratch for Arduino* (S4A), desenvolvido pela *Universitat Politècnica de Catalunya*, de Barcelona. Assim, a vantagem de se utilizar um software livre e uma plataforma *OpenSource*⁸, dentro da filosofia *hacker*, se apresenta, demonstrando que alguém já passou pelo mesmo problema, estudou, desenvolveu e disponibilizou para o uso.

O S4A é uma adaptação do *Scratch* para controlar o Arduino, unindo duas de minhas “descobertas” anteriores. Havia encontrado o que tanto procurava, um software de simples aprendizagem, reconhecido por suas possibilidades de aprendizado por leigos, capaz de programar e interagir junto a uma plataforma microcontrolada, que muito lembrava os Controladores Lógicos Programáveis (CLP’s), utilizados em minha atuação na automação de máquinas.

As possibilidades, acima explicitadas, vão ao encontro da filosofia *hacker*, que afirma que “qualquer sistema pode se beneficiar pela facilidade do fluxo de informações”⁹ (LEVY, 1994, p. 33, tradução nossa). Levy afirma que a melhor forma de promover a livre troca de informações é com a utilização de um sistema aberto (*open source*) e a última atitude a ser considerada é a burocratização (Id., p. 34). Os fóruns de debate, na internet, são numerosos, repletos de informações, novidades e participantes prontos a auxiliar nas dúvidas e dificuldades encontradas pelos que se iniciam nos assuntos tratados.

Pode-se traçar uma linha que une o livre compartilhamento de informações, ao estilo da ética *hacker*, e a cooperação, definida por Piaget (1996, p. 5) como uma relação de respeito mútuo, sem coação. Participantes diversos, unidos, em ambientes auto-organizados, compartilhando informações e conhecimentos interdisciplinares, de forma aberta, conectados pelo desejo de construir algo melhor, respeitando-se mutuamente, sem abdicar de seu posicionamento, construindo novas significâncias para o objeto a ser conhecido.

A participação em grupos de compartilhamento de informações pode ser visto como uma forma de educação da moral, em consonância com o que é afirmado por

⁸ Plataforma de código aberto, que possibilita sua livre alteração.

⁹ *In the hacker viewpoint, any system could benefit from that easy flow of information.*

Piaget “[...] educação da moral, pela adesão a um grupo social, pela responsabilidade individual imposta pela autogestão e pela descoberta do valor social da verdade.” (PIAGET, 1996, p. 22).

É rara a observação de ações coercivas duradouras nos meios de socialização virtuais. Os enganadores não conquistam espaço, pois, com a regulação interna, estes participantes são desmentidos e naturalmente deixados em um plano de fundo. Esta autorregulação interna também é referenciada por Piaget como fator de emancipação e promovedor dos processos de construção de conhecimentos, no que ele chama de *self-government*¹⁰. (PIAGET, 1998, p. 15)

Com relação à robótica educativa, Alimisis define o construcionismo como derivado do construtivismo de Piaget, desenvolvido por Papert e sua equipe do *Media Lab*¹¹, em que “experiências concretas tangíveis com o ambiente físico e social são usadas para criar generalizações, invariantes discriminativas e construir abstrações.”¹² (ALIMISIS, 2009, p. 12, tradução nossa). Alimisis afirma que os alunos não devem recomençar sempre do zero, defendendo assim o uso do que ele chama de “Tijolos Pretos e Brancos”¹³ (Id.). Os “tijolos” são artefatos genéricos que podem ser interligados para a criação de projetos exploratórios maiores e mais interessantes. Os estudantes podem começar de algo complexo e interessante, e aprender pela construção de dispositivos robóticos e seus programas de controle.

A construção de novos conhecimentos, através das interações entre sujeitos e entre eles e o objeto a ser conhecido, é focada no construir de forma colaborativa e não no ensinar, pois todos são sujeitos que aprendem e colaboram. Preto afirma que esta é uma prática comum para os *hackers*, na atividade de depuração de um projeto “que tem como metodologia resolver os problemas surgidos em cada um dos projetos e, a cada solução, a imediata circulação dela para ser objeto de crítica dos outros.” (PRETO, 2010, p. 6).

¹⁰ Autogovernância.

¹¹ Um laboratório do MIT, o Media Lab compreende um programa de graduação em Media Arts and Sciences (MAS) e um programa de pesquisa, altamente inovador, focado em inventar um futuro melhor através de aplicações criativas das tecnologias digitais inovadoras. *A laborator of MIT, the Media Lab comprises both a degree-granting graduate Program in Media Arts and Sciences (MAS) and a highly innovative research program focused on inventing a better future through creative applications of innovative digital technologies.*

¹² *Tangible concrete experiences with the physical and social environment are used to create generalizations, discriminate invariants and construct abstractions.*

¹³ *Black & White bricks.*

Assim, a Epistemologia Genética de Piaget ressoa com os preceitos da ética *hacker*, no que se refere à cooperação, à autogovernância, aos processos sociocognitivos e à formação da moral, pois a Epistemologia Genética de Piaget busca “compreender as raízes da construção do conhecimento” (PIAGET, 1970, introdução), de forma interdisciplinar, considerando que “não existe conhecimento absoluto” (Id.), e que este deve ser aumentado, passando “de um conhecimento inferior ou mais pobre a um saber mais rico (em compreensão e extensão)” (Ibid.).

Piaget afirma que a ciência está em permanente transformação, “e não considera jamais seu estado como definitivo” (PIAGET, 1970, introdução), questionando a validade dos conhecimentos, vendo “no conhecimento uma elaboração contínua” (Id.). Na versão em Inglês de Epistemologia Genética, encontra-se a afirmação de que “O conhecimento científico está em perpétua evolução, ele se modifica de um dia para o outro. [...] o conhecimento atual é um momento na história”¹⁴ (PIAGET, 1970, p. 2, tradução nossa); então, o aprender a aprender é o que realmente importa.

Assim surgiu a possibilidade de integrar o sistema de montagem mecânica, disponibilizado pela LEGO®, com um programa de fácil aprendizagem como o *Scratch*, e com uma plataforma aberta, de uso popular, como o Arduino, em propostas voltadas à educação preconizada por Piaget e Papert, dentro do espírito *hacker*, possibilitando a observação dos processos sociocognitivos na perspectiva piagetiana.

Esta pesquisa tem como objetivo compreender como se manifestam os processos sociocognitivos em crianças/adolescentes¹⁵ de 11 a 13 anos num contexto de robótica educativa. E, como objetivos específicos, analisar como os processos sociocognitivos (cooperação, coação, conformismo) se evidenciam, quando as crianças/adolescentes são provocadas a interagir entre si e com os recursos da Robótica Educativa; e construir princípios para uma proposta de Robótica Educativa a partir dos recursos tecnológicos do Arduino e *Scratch*, considerando os pressupostos da aprendizagem de Piaget e Papert.

Com o intuito de atingir estes objetivos, a pesquisa é delineada como um estudo de caso que analisa os processos sociocognitivos, apoiada na Epistemologia Genética de Piaget, no construcionismo de Papert, nos pressupostos da ética *hacker*, de

¹⁴ *Scientific knowledge is in perpetual evolution, it finds itself changed from one day to another. [...]The current state of knowledge is a moment in the history.*

¹⁵ Classificação dada pelo Estatuto da Criança e Adolescente 2010.

Levy (1994), Himanen (2001) e Thorman (in HIMANEN, 2001), e na Robótica Educativa Construtivista de Alimisis (2009). Para o desenvolvimento de oficinas de Robótica Educativa, as intervenções do pesquisador, durante as oficinas, são inspiradas no Método Clínico Piagetiano. A análise de dados se dá por uma categorização primária, embasada no método de Análise Textual Discursiva (MORAES, GALIAZZI, 2007), deslocando-se, após, para a estruturação com a utilização do Método Clínico de Piaget.

A pesquisa tem sua importância embasada no trabalhar em educação de uma forma atrativa, em que o sujeito é provocado a interagir com o objeto de aprendizagem, de maneira não coerciva. Uma forma que se aproxima do divertimento e que possibilita a construção de conhecimentos lógicos e científicos, provocando o aprender a conviver e compartilhar os saberes construídos. Ela se diferencia de outras pesquisas por unir as teorias de construção do conhecimento de Piaget, o construcionismo de Papert e os pressupostos da ética *hacker*, em atividades de robótica educativa que une os sistemas de montagem LEGO® ao Arduino programado pelo *Scratch* e à caixa de comando, desenvolvida especificamente para esta pesquisa.

Nos capítulos desta dissertação, inicio por descrever o conceito de Piaget para os processos utilizados na **construção de novos conhecimentos**, embasado na Epistemologia Genética (PIAGET, 1983). Passo, a seguir, a descrever os **mecanismos sociocognitivos**, segundo Piaget (1973,1998), que são o objetivo de observação desta pesquisa, descrevendo os mecanismos de coação, conformismo e cooperação. No subcapítulo que trata das “**Possibilidades do Educar**”, apresento os pressupostos **construtivistas e construcionistas**, como a **autogovernância** (PIAGET, 1998) nos trabalhos em grupo e o **construcionismo** de Papert (1994, 2002) que defende o aprender fazendo, os pressupostos da **Ética Hacker** (LEVY, 1994; HIMANEN, 2001), transpostos para as atividades educativas. Concluo o primeiro capítulo articulando estes pressupostos, acima afirmados, com as atividades de **Robótica Educativa** (ALIMISIS, 2009) e apresentando pesquisas acadêmicas realizadas sobre este assunto.

Inicio o capítulo “**Método**”, descrevendo o caminho da pesquisa, explicitando o objeto de pesquisa e o delineamento metodológico. A seguir apresento os sujeitos da pesquisa, o processo de construção de dados, envolvendo o planejamento das oficinas, os instrumentos e o papel do método na reconstrução do planejamento, e o método utilizado nas transcrições.

O capítulo que descreve a “**Construção dos Dados**” apresenta os dados resultantes das **Oficinas de Robótica Educativa** e as categorias de análise.

No capítulo de “**Análise e Discussão**” analiso os três **eixos de análise**, Movimentos Sociocognitivos, o Processo de Construção do Pesquisador e Princípios para o Trabalho com Robótica Educativa, trazendo para o corpo desta pesquisa os extratos das transcrições, as produções dos sujeitos e as anotações do diário de campo, analisados a partir de articulações com as teorias aqui utilizadas.

Concluo este relatório de pesquisa com as “**Considerações Finais**”, refletindo sobre os objetivos desta pesquisa, articulando-os com os pressupostos teóricos aqui defendidos, deixando reflexões sobre possibilidades para o **Educar com o Auxílio da Robótica Educativa**.

1 O APRENDER: com quem pesquiso

Neste capítulo busco explicitar e discutir as teorias que servem de referência para esta pesquisa, baseada na observância dos processos sociocognitivos quando os sujeitos interagem num ambiente de Robótica Educativa, dentro das concepções construtivista e construcionista. A pesquisa fundamenta-se nos pressupostos das teorias da Epistemologia Genética de Piaget, no construcionismo de Papert e nos preceitos da Ética *Hacker*, transpostos para a educação.

1.1 A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET

Jean Piaget formou-se biólogo e sua obra foi no campo da Epistemologia. Para Piaget (1983), a criança é o ser que mais constrói conhecimento. Preocupado com a forma como se desenvolve o conhecimento humano, pesquisou nas crianças as formas como este processo se constrói e se desenvolve. Envolveu-se no estudo da filosofia, na escola de letras de Genebra, e afirmou que sua “desconversão” da Filosofia foi o que o levou a dedicar-se à Psicologia (PIAGET, 1983).

Em uma busca à cientificidade que não encontrava na Filosofia, elaborou a Epistemologia Genética com o auxílio de especialistas de diversas áreas, num trabalho multidisciplinar e participativo, ultrapassando a rigidez da Psicologia e atribuiu a este trabalho cooperativo o resultado de seus trabalhos:

[...] esses resultados foram devidos antes de mais nada a uma contínua colaboração interdisciplinar, sem que ninguém dentre nós tivesse jamais tido a impressão de bastar-se a si mesmo. Essa cooperação, inaugurada sobre uma frágil escala desde o primeiro ano, não fez senão acentuar-se e, sob esse prisma, pode-se dizer que o Centro teve êxito. O mérito foi devido, naturalmente, a excelentes colaboradores [...] (PIAGET, 1983, p. 16).

Entre os seus colaboradores encontrava-se Seymour Papert, na época com dois doutorados em Matemática, formação em cibernética e preocupações na área neurológica. Esta polivalência atraiu Piaget, que o considerou “colaborador ideal para o Centro” de Epistemologia Genética (PIAGET, 1983, p. 17).

Piaget define a Epistemologia Genética como:

[...] pesquisa essencialmente interdisciplinar que se propõe a estudar a significação dos conhecimentos, das estruturas operatórias ou de

noções, recorrendo, de uma parte, à sua história e ao seu funcionamento atual em uma ciência determinada (sendo os dados fornecidos por especialistas dessa ciência e da sua epistemologia), e de outra, ao seu aspecto lógico (recorrendo aos lógicos) e enfim à sua formação psicogenética ou às suas relações com as estruturas mentais (esse aspecto dando lugar às pesquisas de psicólogos de profissão, interessados também na epistemologia). Assim concebida, a epistemologia não é mais trabalho de simples reflexão, mas, propondo-se a apoderar-se do conhecimento no seu desenvolvimento (a própria formação é um mecanismo de desenvolvimento, não comportando jamais um começo absoluto) e supondo que esse crescimento sai sempre simultaneamente de questões de fato e de norma, ela se esforça para conciliar as únicas técnicas decisivas para dividir tais questões: a lógica que ninguém mais discute sob sua forma especializada, a história das ideias e a psicologia do seu desenvolvimento, esta última tendo sempre sido invocada implícita ou explicitamente, mas quase nunca sob sua forma experimental e especializada nas questões de inteligência propriamente dita (PIAGET, 1983, p. 32).

Para Piaget (1973) o sujeito que aprende também ensina e, quem ensina também deve aprender, numa atividade em que o aprender a fazer é mais importante que o memorizar, em consonância com os quatro pilares da educação, preconizados no relatório Delors (2010, p. 31): aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser, fundamentais para o aprender ao longo da vida, considerado uma das “chaves para o século XXI.” (DELORS, 2010, p. 12).

Piaget afirma que:

[...] o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem dos objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se impoem. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre as formas distintas (PIAGET, 1983, p. 06).

A afirmação de que “a compreensão da aprendizagem deve ser genética [...]”¹⁶ (PAPERT, 1982, p. 13, tradução nossa) e de que deve estar referenciada na gênese do conhecimento, aponta para o fato de que a capacidade que um indivíduo tem em aprender está relacionada a suas estruturas. Muitos pensadores da educação, com preferências no construtivismo, pensam de forma parecida. Becker e Marques (2009) citam Piaget para compreender o funcionamento cognitivo:

[...] A construção das estruturas cognitivas resulta de um processo permanente de síntese e não de uma justaposição ou soma da pressão

¹⁶ *La comprensión del aprendizaje debe ser genética*

do meio e da maturação de estruturas pré-determinadas. [...] aprender é proceder a uma síntese indefinidamente renovada entre a continuidade e a novidades. [...] A novidade trazida pela aprendizagem e a continuidade garantida pelo desenvolvimento (BECKER E MARQUES, 2009, p. 04).

Neste aspecto, quem ensina deve estar consciente de que o processo de aprendizado é uma construção participativa. E assim, faz-se necessário uma maior compreensão do processo de construção do conhecimento, na perspectiva abordada por Piaget.

1.1.1 O Processo de Construção do Conhecimento

Para a compreensão do processo de construção do conhecimento, abordo aqui a teoria de Piaget, de adaptação e organização do real pela inteligência, que é um processo de transformação em que o sujeito constrói seu conhecimento pela organização interna, expressa em estruturas de ação, pensamento e conceitualização. A aprendizagem só ocorre quando o sujeito interpreta uma nova situação a partir de organizações internas anteriores. Esta ação de interpretação permite a ampliação dos conhecimentos existentes e a partir deles, a construção de organizações internas novas e mais complexas, ampliando as estruturas e esquemas.

Devemos considerar que Piaget define estruturas como “um sistema que apresenta leis ou propriedades de totalidade, enquanto sistema [...]” (PIAGET, 1968, p. 6 e p. 7), e afirma que as estruturas são dinâmicas, “um sistema de “transformações”, e não uma “forma” estática qualquer” (PIAGET, 1979, p. 12). Um sistema que permite ao sujeito agir quando defrontado a um problema concreto. Esquemas são aqui interpretados como “conjunto de reações suscetíveis de se reproduzirem e, sobretudo, de serem generalizadas.” (CRUZ, 1978, p. 52).

Refletindo e agindo sobre um problema ou uma situação nova, o sujeito incorpora novos dados, relacionando-os e compreendendo-os, numa organização de dados, enquanto resolve a situação ou problema. Esta ação é uma transformação, resultante das ações realizadas, disponibilizada para novas transformações internas, em ações futuras. A isto, Piaget chama de equilíbrio, um processo permanente e contínuo, estruturante das ações e representações, que o sujeito constrói em sua relação com o mundo. Para Piaget, a formação dos conhecimentos é a história de uma organização progressiva, baseada na equilíbrio e de autorregulação.

Então, o conhecimento é fruto de um processo em que o sujeito constrói e reconstrói, através de ações e equilibrações internas e externas, estruturas representativas do indivíduo e do mundo, assumindo novos patamares de conhecimento. O sujeito vai aperfeiçoando cada vez mais suas estruturas, pela interação entre pensamento e a realidade externa, num processo em espiral ascendente.

A equilibração é um processo pelo qual o sujeito, refletindo e agindo sobre um problema ou nova situação, compreende e relaciona os novos dados, incorporando-os a suas estruturas existentes. A resolução do problema ou situação organiza os novos dados, transformando a inteligência, resultado das ações do sujeito, disponibilizando para novas ações e transformações internas futuras, representando o que Piaget (1973b) compreende do processo de conhecimento, como pressuposto para a educação. Sendo um processo de construção sucessiva de estruturas de crescente complexidade, é um passo na formalização dos conhecimentos, cada vez mais complexos, definidos por Piaget como “equilibração majorante” (PIAGET, 1977, p. 45). É um processo subordinado ao que Piaget chamou de Invariantes Funcionais, movendo-se do biológico para o psicológico, subordinado à tendência para a organização e para a adaptação.

A organização é uma tendência natural, interna, para a sistematização dos processos em sistemas coerentes, físicos ou psicológicos, integrando as estruturas em um nível superior.

A adaptação é uma tendência, inata, que os organismos têm para se integrarem ao meio ambiente, num equilíbrio das ações do organismo sobre o meio e do meio sobre o organismo (PIAGET, 1972, p. 19). Para ele, a adaptação é o equilíbrio entre assimilação e acomodação, que é uma organização progressiva em que aparece o desenvolvimento mental, com uma adaptação cada vez mais precisa à realidade (Id.).

Então, a construção de estruturas mentais demanda um equilíbrio entre acomodação e assimilação, manifestado pela adaptação. A adaptação é um conceito que tem origem na biologia, pois na origem dos processos adaptativos existe alguma forma de mudança, tanto do organismo como do ambiente. Se o ambiente mudar, o organismo também deve mudar para se adaptar a ele, e vice-versa (uma alteração do organismo se compensará com uma mudança ambiental, e isto pode ser definido como assimilação). Assim, assimilação e adaptação se tornam conectadas e indissociáveis, num mecanismo adaptativo, em que a predominância de um deles é determinada pela situação em particular. É um processo contínuo e complementar, ou seja, o sujeito internaliza o

objeto mediante a assimilação e, uma vez interiorizado, realiza uma interpretação do dito objeto, encaixando-o aos esquemas anteriormente existentes.

O processo de adaptação exige um movimento do sujeito diante das novidades, de forma que o desconhecido pode ser vivido pelo aprendente como um desequilíbrio a ser superado, uma necessidade. O movimento de acomodação busca um novo equilíbrio, melhorando o esquema assimilador e, talvez, levando-o a um novo patamar de equilíbrio, distinto do anterior.

A assimilação é o organismo agindo sobre os objetos circundantes, num relacionamento com o meio ambiente, a partir de comportamentos anteriores, relacionados ao mesmo objeto ou objetos similares. Um processo de “modificação dos elementos do meio” (PIAGET, 1972, p. 19), incorporando-os a estrutura do organismo. Toda relação do sujeito com o meio apresenta um caráter de não passividade, em que o sujeito o modifica, impondo certa estrutura própria. Então, a assimilação mental é a incorporação dos objetos aos esquemas de conduta, que são as redes de ações susceptíveis de se repetirem ativamente. Considerando que uma conduta é um caso particular de troca entre o mundo exterior e o sujeito, tendo dois aspectos estritamente dependentes, um afetivo e um cognitivo.

Reciprocamente, o meio atua sobre o organismo, num processo que os biólogos chamam de acomodação. Segundo Piaget (1972, p. 19), o sujeito não é passivo nesta reação do objeto, modificando seu ciclo assimilador, acomodando-se ao meio. Assim, a acomodação, num processo complementar, é o ajuste do sujeito a um evento do ambiente/objeto do conhecimento, em função de suas estruturas existentes.

O desenvolvimento e a aprendizagem se dão a partir da superação de conflitos e contradições próprios do desenvolvimento do pensamento e da capacidade de compreender o mundo. Mas esse movimento não se dá de forma isolada do mundo e da interação com os demais. A interação social, mais especificamente os processos sociocognitivos, também foram objeto de estudo de Piaget e são o ponto focal desta pesquisa.

1.2 OS MECANISMOS SOCIOCÓGNITIVOS

O ser humano é naturalmente social, porém egocêntrico, centrado em si. O egocentrismo é uma atitude natural, espontânea, intuitiva e não necessariamente negativa. Piaget (1973) afirma que o egocentrismo tem papel fundamental no

desenvolvimento cognitivo, mas que deve ser superado com o desenvolvimento cognitivo do sujeito e que o sentimento tende a ser suprimido pelo convívio, numa série de adaptações necessárias à manutenção do universo social em que o sujeito vive.

Piaget aponta a relação entre o egocentrismo do pensamento da criança e a dificuldade “em gerir a lógica das relações, em respeitar as regras de objetividade e de coerência formal” (PIAGET, 1998, p. 12). Afirma também que a criança naturalmente evolui pelo respeito, pela obediência a uma fonte de autoridade e pelo respeito mútuo, possibilitando as trocas igualitárias de interesses e formas de interpretar o mundo. O autor (PIAGET, 1973) aponta o trabalho em equipe como caminho para a superação do egocentrismo, natural ao sujeito. No trabalho em equipe, a colaboração dentro do grupo reduz o egocentrismo, propiciando o desenvolvimento dos interesses individuais, dentro de uma atividade comum.

A cooperação, para Piaget, é um processo em ação em que “[...] cooperar na ação é operar em comum, isto é, ajustar por meio de novas operações (qualitativas ou métricas) de correspondência, reciprocidade ou complementaridade, as ações executadas por cada um dos parceiros.” (PIAGET, 1973, p. 105). Na colaboração, as ações em comum ocorrem, porém os ajustes das operações, com relação ao outro, não se evidenciam.

A criança não nasce com uma realidade moral definida, e o respeito é constituído, psicologicamente, pelas disposições afetivas e ativas, como a simpatia e o receio. Para Piaget (1998, p. 24) a sociabilidade, a subordinação, a imitação e, principalmente o afeto, são as raízes instintivas para a definição desta realidade moral, contudo, se não submetidas a uma disciplina normativa, tendem à anarquia. O que constitui esta disciplina é a relação interpessoal, através do desenvolvimento de normas de relacionamento com adultos e com seus semelhantes. É importante perceber que a relação entre criança e adulto produz um efeito distinto do produzido pela livre colaboração entre crianças. O respeito ao adulto formata uma lei numa “relação de constrangimento” (Id., p. 26); contudo, o respeito “mútuo”, construído entre iguais que se respeitam reciprocamente, não implica em qualquer forma de constrangimento e forma uma “relação de cooperação” (Ibid.).

Nas relações de cooperação, a moral constituída traz o sentimento de “bem, mais interior à consciência e em que o ideal de reciprocidade tende a tornar-se totalmente autônomo” (Piaget, 1998, p. 27). Pode-se observar esta relação de cooperação nos jogos, através de um espírito de disciplina criado pelos próprios

participantes, com regras autodeterminadas. As regras constituídas em condições de cooperação são compreendidas e aplicadas mais facilmente, e são chamadas por Piaget de “regras interiores” (Id.), por ele apontadas como as únicas que conduzem a uma “transformação real da conduta espontânea” (Ibid.), capazes de reprimir o egocentrismo infantil. O constrangimento exterior é unilateral e imposto, criando um sentimento de dever, quase no domínio do sagrado.

O mesmo pode ser observado no campo da justiça que, enquanto imposta do exterior, tende à burla, pois a autoridade está acima do sentimento de justiça. Através da cooperação, esta justiça é desenvolvida internamente de forma distributiva, favorecendo o igualitarismo e as possíveis sanções restringem-se a temporária supressão do vínculo de solidariedade, favorecendo as relações sociais. Além destes, devem-se considerar os constrangimentos do passado, das tradições e do grupo social em que o sujeito vive. Para lidar com estes constrangimentos externos, a criança deve estabelecer uma forma de reciprocidade e de cooperação com o grupo, uma solidariedade.

Piaget (1998, p. 59) define dois tipos de solidariedade, a externa e a interna. Na externa “os indivíduos são solidários uns com os outros, porque obedecem em conjunto a uma regra exterior, a qual é absoluta e intangível”. O grupo permanece unido pela obediência e não por decisão comum, construída no entendimento e cooperação. Na interna, a caracterização se dá “pelo fato dos indivíduos, sem estarem sujeitos a uma regra sagrada e transcendente, elaborarem eles próprios leis que lhes são, portanto, interiores e sujeitas à revisão e a reajustamento contínuos” (Id.). Compreende-se aqui regra como “um fato social, pressupondo uma relação entre dois indivíduos, pelos menos” (Ibid.), assentado na união destes indivíduos com sentimento de respeito. Este respeito só existe quando “a vontade de um indivíduo é respeitada pelos outros ou quando a vontade comum é respeitada por todos” (Ibid.). Deve-se compreender que existem dois tipos de respeito, o unilateral e o mútuo. O unilateral é o respeito de um indivíduo por outro, sem retorno, tornando-se obrigatório para o primeiro. No respeito mútuo os indivíduos se respeitam mutuamente, sem constrangimento espiritual, constituindo um ponto de partida para a cooperação.

O constrangimento “conduz a uma moral da heteronomia, a uma moral de obediência à lei como tal, independente do seu conteúdo e de suas intenções” (Piaget, 1998, p. 105). A cooperação, um método fundado na reciprocidade, liberta da coação por não existir a submissão irreflexiva às opiniões morais e intelectuais do outro (Id., p. 104).

A experimentação de necessidades de solidariedade e justiça, leis da vida social, deve ser exercitada em um ambiente educativo que reflita as condições ideais de uma sociedade, onde a experiência pode ser vivenciada e as regras podem ser proveitosamente aprendidas.

Piaget (1998) sugere a autogovernância como método de trabalho em equipe que busca eliminar o constrangimento exterior no processo educativo, “fomentando a autonomia pela interiorização de normas, desenvolvendo a personalidade, assim colocando a formação da personalidade e a cooperação em um nível de indissociabilidade” (PIAGET, 1998, p. 13).

1.3 POSSIBILIDADES DO EDUCAR

Vários pesquisadores da educação, como Papert (1982, 1994), Freire (1987, 1996), Carraher, Carraher e Schielmann (1988) e Alimisis (2009) questionam a forma de educar os jovens, e várias pesquisas têm sido desenvolvidas, sugerindo novas formas de tratar os processos de aprendizagem.

A seguir, apresento as teorias que guiaram as formas conduzir o processo de aprendizagem, utilizadas nesta pesquisa.

1.3.1 A autogovernância

Piaget (1998, p. 13) apoiou, para o processo educativo, a autogovernância (*self-government*) nos trabalhos em grupo. Nela a organização da disciplina escolar é confiada aos sujeitos, desenvolvendo solidariedade, igualdade e justiça, fundada na reciprocidade, em detrimento do egocentrismo. Esta forma de trabalhar baseia-se no trabalho espontâneo da criança, suas necessidades e interesses pessoais, tratando a criança como ser autônomo e tendo em conta, do ponto de vista estrutural, o seu desenvolvimento cognitivo. Algumas funções especiais de coerência, classificação, explicação e relacionamento, na criança, podem ser desenvolvidas nesta modalidade de trabalho.

Piaget (1998, p. 15) afirma que a escola deve promover a atividade social entre as crianças, e que o trabalho em equipe e a autogovernância são essenciais nesta prática. Fala da atividade em termos de experiências e descobertas, devendo corresponder a uma

“realidade vivida”. A necessidade de experiência torna-se necessidade de experimentação, em suas palavras:

[...] A necessidade de experiência torna-se necessidade de experimentação. A atividade torna-se atividade construtiva do pensamento. É a ação que permitirá a construção de operações intelectuais. [...] pela sua atividade, a criança constrói, assim, os seus próprios instrumentos operatórios para compreender o mundo (Piaget, 1998, P.18).

O papel do educador deve ser o de desenvolver no espírito da criança uma compreensão do mundo, de forma recíproca e cooperativa, permitindo-o escapar a “tirania do egocentrismo”.

Para Fagundes e Schlemmer (2000), na interação de um sistema aberto a evolução e o desenvolvimento são construídos pelas negociações realizadas pelos integrantes e as saídas do processo são imprevisíveis, já que são construídas nas negociações. Os sujeitos que aprendem, ativos produtores do processo, decidem em conjunto o rumo deste processo.

Assim, não somente a interação entre educador e sujeito que aprende é importante, mas também a interação entre os sujeitos que aprendem é fundamental para o processo, e deve ser provocada. A discussão e análise dos fatos e processos, em grupo, permitem a construção do ser autônomo, caracterizando-se por uma aquisição de modo social. O social permite a manipulação de conceitos e realidades conhecidas, trilhando o caminho para o desconhecido.

Nessa concepção piagetiana de aprendizagem, o papel do educador não deve ser o de ensinar, mas o de provocar e dar suporte para o sujeito a aprender com os recursos necessários, provocando a exploração, compreendendo o erro como construtivo, facilitando o comando do seu desenvolvimento intelectual. O educador deve escutar o sujeito que aprende e praticar a criação e a pesquisa conjunta no ambiente educativo ou no ciberespaço, facilitando a comunicação do sujeito com a sua criação, sem ser aquele que assinala os erros e valoriza o acerto.

Piaget (1998, p. 9) afirma que “A tônica é colocada na necessidade de conceber o aluno, não como um receptor passivo, mas como uma pessoa que constrói os seus conhecimentos, orientada pelos seus interesses e necessidades”. Concepção essa que está em consonância com Freire, que na obra *Pedagogia da Autonomia* afirma que a pedagogia deve ser “fundada na ética, no respeito à dignidade e à própria autonomia do

educando” (FREIRE, 1996, prefácio) e que “ensinar exige respeito aos saberes dos educandos” (Id., p. 16).

O estímulo às perguntas e à interação entre os sujeitos nas respostas, mediados pelo educador, permite a construção de conhecimentos de forma social. O linguajar falado e escrito, neste relacionamento, pode ser muito distinto do utilizado pelo educador, pois há entre eles diferenças de gerações e o educador deve buscar a linguagem dos sujeitos e a ela adaptar-se. O adaptar-se à linguagem que os sujeitos dominam e praticam, aos equipamentos e tecnologias por eles utilizados e, principalmente valorizar o que ele pode construir e menos o que pode reproduzir, são atitudes fundamentais nesse processo de construção. Os conhecimentos são desatualizáveis com facilidade; então, o aprender a aprender é fundamental.

Com o uso dos recursos tecnológicos atuais como auxiliares na educação, os conhecimentos adquiridos podem ser realmente utilizados e não apenas aprendidos, proporcionando a aplicação daquilo que se aprende, em especial na Robótica Educativa, onde o sujeito que aprende pode construir, testar hipóteses, refletir e experimentar alternativas.

1.3.2 O construcionismo de Seymour Papert

A definição mais simples do construcionismo de Papert é: “aprender fazendo” (HAREL, PAPERT, 2002, p. 9). Papert afirma que a conotação que o construcionismo adota do tema aprendizagem, como “criação de estruturas de conhecimento” (Id., p. 2) é a mesma do construtivismo, independente da situação de aprendizagem. Porém agrega a ideia de que isto ocorre especialmente num contexto onde a pessoa que aprende está conscientemente dedicada a construir uma imagem pública.

Contudo, o autor afirma “não posso expressar minha ideia de construcionismo. Fazer isto trivializaria o assunto, inevitavelmente. Devo limitar-me a mantê-los ocupados em experiências (incluindo as verbais), que podem estimular sua própria interpretação pessoal de algo [...]”¹⁷ (HAREL, PAPERT, 2002, p. 3). E assim, as

¹⁷ [...]hay que esperar que yo no pueda expresarle a ustedes mi idea del construccinismo. Hacerlo inevitablemente trivializará el asunto. Más bien, debo limitarme a tenerlos a ustedes ocupados en experiencias (incluyendo las verbales) que puedan estimular su propia interpretación personal de algo [...]

referências à sua teoria construcionista, aqui apresentadas, seguem a sua forma de expressar, por exemplos.

Papert trabalhou no Centro de Epistemologia Genética, e Piaget o considerava “colaborador ideal” (PIAGET, 1983, p. 17), devido aos interesses multidisciplinares de Papert, com ênfase em matemática, cibernética e neurologia.

Papert é um crítico das formas de educar tradicionalmente utilizadas nas escolas. Em uma de suas “parábolas”, Papert (1994, p. 9) conta que se uma máquina do tempo fosse disponibilizada para cirurgiões e educadores do século passado, possibilitando sua vinda para os tempos atuais, os cirurgiões seriam completamente incapazes de acompanhar a cirurgia e muito menos teriam a compreensão dos equipamentos hoje utilizados; e que os educadores, contrastando com os profissionais anteriores, poderiam assumir a sala de aula sem muitos problemas, embora estranhando alguns equipamentos existentes.

Papert (1994, p. 48) percebe a diferença entre o aprender na escola e todas as outras aprendizagens, enfatizando que, na vida, o conhecimento é adquirido para ser utilizado, mas na escola costuma obedecer a metáfora citada na obra de Paulo Freire (1987 e 1996), “o conhecimento é tratado como dinheiro para ser posto de lado num banco, para o futuro” (PAPERT, 1994, p. 51). O “aprender para saber; e depois de aprendido, colocado de lado num banco de memória, que não paga juros” (Id.) é considerado “ridículo” por Papert.

Esta dissonância entre o aprender na escola e as possibilidades do sujeito é corroborada por Carraher, Carraher e Schielmann (1988, p. 89), e se revela na observação do desempenho de sujeitos que apresentam dificuldades nas atividades ligadas à matemática, na escola, porém desempenham, em sua vida cotidiana, atividades que exigem conhecimentos de aritmética com desenvoltura.

Papert coloca em dúvida a perpetuação da escola, no formato existente: “Como qualquer outra estrutura social, a escola precisa ser aceita por seus participantes. Ela não sobreviverá muito além do tempo em que as crianças não puderem mais ser persuadidas a conceder-lhe um grau de legitimidade” (Papert, 1994, p. 13). Mas ele reconhece a existência de educadores que pensam diferente, educadores criativos e que têm vontade de melhorar a educação.

Papert (1994, p. 21) afirma que alguns “inovadores educacionais” criaram novas perspectivas para esta situação, e cita:

[...] o exemplo da ideia de John Dewey de que as crianças aprenderiam melhor se a aprendizagem verdadeiramente fizesse parte da experiência de vida; ou a ideia de Freire de que elas aprenderiam melhor se estivessem verdadeiramente encarregadas dos seus próprios processos de aprendizagem; ou a ideia de Jean Piaget de que a inteligência surge de um processo evolutivo no qual muitos fatores devem ter tempo para encontrar seu equilíbrio; ou a ideia de Lev Vygotsky de que a conversação desempenha um papel crucial na aprendizagem. Estas ideias sempre atraíram os “Inovadores”; elas ressoam como uma atitude respeitosa às crianças e uma filosofia social democrática. (PAPERT, 1994, p. 21)

Sancho Gil (2013), apoiada em Morin (2003), também questiona as formas estabelecidas, em especial a falta de interdisciplinaridade nos processos educativos, afirmando que devemos “Priorizar o interesse em problemas da Educação e não em problemas da Tecnologia Educacional.” (SANCHO GIL, 2013, p. 13)

Vivemos numa era de desenvolvimento tecnológico exponencial e estonteante, onde a escola não quebrou a oposição inercial de sua zona de conforto estabelecida, permanece avaliando quantitativamente seus educandos e que Papert (1994) já observava a obsolescência da escola e de seus métodos, no século passado, a reflexão sobre o processo educacional se faz necessária. Chegamos então ao questionamento: como mudar esta realidade?

No livro a Máquina das Crianças (PAPERT, 1994), encontra-se a referência a uma máquina utópica, denominada “máquina do conhecimento” por disponibilizar todo conhecimento possível. O autor reconhece o computador como uma espécie desta máquina, pois possibilita o acesso a uma base de dados enorme e aberta, permitindo o divertimento e a motivação necessária para que o jovem aprenda, respondendo a suas perguntas sem a intervenção dos mais velhos. Um recurso com potencialidades de construção de conhecimento, através de atividades atrativas.

Observa-se, entretanto, que é prática comum o uso de computadores na educação com um caráter de ferramenta de pesquisa, de simulação virtual, de instrumento de auxílio ao projeto, que de certa forma programam os usuários, adaptando-os a uma realidade pré-estabelecida, diminuindo a possibilidade criativa e exploratória. Limitam as inesgotáveis possibilidades de criação e a capacidade inventiva é diminuída. Os usuários são formatados aos recursos, e não o contrário.

Papert (1994, p. 48) conta sobre sua experiência em uma visita a uma escola, em que percebe alunos desenvolvendo certa forma de “arte gráfica” no computador,

utilizando a linguagem LOGO¹⁸, e ali identifica a enorme quantidade de matemática técnica sendo assimilados pelos alunos, encantados e empolgados, de forma distante da normalmente utilizada no ensino da matemática. Assim, evidencia a colaboração existente entre as distintas habilidades de diferentes alunos, criando uma fluência, e sugere que a fluência é uma competência importante e pouco reconhecida.

A possibilidade de articular a tarefa a partir de sua própria mente, interagindo com a realidade à medida que pensa e aprende, pode transformar a tecnologia em uma forma de expansão das possibilidades de crescimento da educação.

Defendendo o uso dos sistemas LEGO® de montagem e a linguagem LOGO, Papert indica que a adição de novos elementos, como sensores, motores e controladores computadorizados, pode criar “modelos móveis, mais ativos, que permitem a uma criança construir formas de vida artificiais” (HAREL, PAPERT, 2002, p. 10).

O autor classifica o uso dos computadores na educação em duas “filosofias”, a instrucionista e a construcionista (PAPERT, 1994), mas não considera o instrucionismo ruim. Observa que vivemos mudanças que continuamente afetam nossas formas de pensar e fazer, em que as palavras tecnologia e informação trazem nova significação aos meios de “transmissão do conhecimento” (PAPERT, 1982, p. 7), distintos dos sistemas habitualmente utilizados de exposição, exercícios, avaliação, sistemas estes que se tornam tediosos, pouco criativos e não muito humanos.

Com um avanço tecnológico exponencial, a escola mantém suas técnicas desatualizadas no auxílio ao processo de aprendizagem das crianças. O investimento em equipamentos tecnológicos de informação tem crescido, “escolas compram muitos computadores [...] mas benefícios na sala de aula são poucos” (PAPERT, 1994, p. 40). Com o status criado pelos computadores, os administradores escolares enxergam na criação de laboratórios de computação, controlados por educadores especializados nesta área, um meio de projeção de suas instituições.

Almeida e Valente (2011) afirmam que as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) têm mudado nosso ser e o nosso “estar no mundo”, reconfigurando nossa sociedade. Assim, postulam que um olhar crítico deve ser dirigido à sua influência no processo de estruturação de nossa forma de pensar, ser e agir, “especialmente dos que hoje frequentam nossas salas de aula.” (ALMEIDA E VALENTE, 2011, p. 6). Apontam que o que importa no uso das TDIC é a abordagem

¹⁸ Linguagem de programação criada na década de 1980, voltada para educação de crianças, que controla os movimentos de uma tartaruga, na tela de um computador.

pedagógica que sustenta o seu uso, e que a abordagem construcionista é viabilizada através “da interação do aluno com o conhecimento, com suas próprias ideias expressas na tela e com as informações disponíveis em distintas fontes e representadas por meio de múltiplas linguagens.” (Id., 2011, p. 8). Sugerem o uso de programas abertos, que permitam “inserir novas informações, expressar o pensamento, estabelecer relações, desenvolver a interação social, compartilhar produções, trabalhar em colaboração”.

1.3.3 A Ética *Hacker* e a Educação

O movimento *hacker* traz, em sua ética de comportamento, diversos aspectos que estão alinhados com os aspectos pedagógicos preconizados por Piaget e Papert para a educação, de construção participativa, interagindo socialmente e com o objeto a ser conhecido. Este movimento é aqui considerado pela sua atualidade, atuação e resultados obtidos, no universo cibernético moderno.

Himanen (2001, prefácio) define os *Hackers* como um “grupo fascinante de pessoas”, que apesar de não serem personalidades reconhecidas, têm seus feitos reconhecidos pela maior parte da população, e que constituem parte da nova base tecnológica de uma sociedade emergente: a Internet, a Rede das redes (WEB), os computadores e os programas que os movimentam. Uma compilação de definições, de construção coletiva na WEB, define *hackers* como:

[...] pessoas que programam de forma entusiasmada, e que acreditam que o compartilhamento de informações é um bem positivo e que é um dever ético dos *hackers* compartilhar seus expertises, pelo desenvolvimento de programas livres e pela facilitação do acesso as informações e recursos computacionais, sempre que possível. (HIMANEN, 2001, prefácio, tradução nossa)¹⁹.

O termo “*Hacker*” surgiu em um grupo do MIT, no início dos anos 60, e para evitar a confusão com os “criadores de vírus” e os que invadiam sistemas de informações, os *hackers* começaram a chamar este outro grupo de *Crackers* (HIMANEN, 2001, prefácio).

¹⁹ *The hackers “jargon file”, compiled collectively on the Net, defines them as people who “program enthusiastically” and who believe that “information-sharing is a positive good, and that is an ethical duty of hackers to share their expertise by writing free software and facilitating access to information and to computing resources wherever possible. “*

Levy (1994, prefácio) afirma que muitos encaram o *hacker* como um “*nerd*”²⁰ de má índole, que produz programas de baixa qualidade. O autor garante que todos os *hackers* que teve a oportunidade de conhecer, não se enquadram neste perfil e apesar de sua aparência simples, são aventureiros, visionários, tomadores de riscos, artistas, mas principalmente, que são os que “mais claramente enxergam o computador como ferramenta revolucionária”²¹ (LEVY, 1994, prefácio, tradução nossa). Os *hackers* fazem parte de um grupo que pode trabalhar para liberar a “mágica” que existe nos computadores e, assim, beneficiar a todos.

Os próprios *hackers* enfatizam que o *hacker* é basicamente “um especialista ou entusiasta de qualquer tipo. Alguém pode ser um *hacker* de astronomia” (HIMANEN, 2001, prefácio, tradução nossa)²², e que qualquer sujeito pode ser um *hacker*.

Levy (1994), ao descrever a ética que rege o meio *hacker*, afirma que esta ética raramente é formalizada, mas que ela é intensamente vivida e compartilhada pelos próprios *hackers*.

Segundo Himanen (2001), a cultura *hacker* define a ética financeira como um desafio à nossa sociedade. Certamente, hoje o compartilhamento de informações é uma forma dominante de se ganhar dinheiro. Então as atividades *hacker* deveriam ser motivadas, primariamente, pelo desejo de produzir algo de valor para a comunidade. Este fator tem fomentado debates profundos no meio *hacker*, sendo um possível motivador de mudanças radicais na economia da era da informação, como a ética de trabalho *hacker* o tem sido. O meio *hacker* compartilha suas descobertas, construindo de forma colaborativa, atemporal e descentrada.

Outro ponto dentro da ética *hacker* é “facilitar o acesso a informações e equipamentos”, o que dá origem a uma rede ética, ou “*nethic*” (HIMANEN, 2001). Este fator tem criado ideias de liberdade de expressão na rede e o acesso da rede para todos. A maior parte dos *hackers* tem suportado apenas uma parte deste fator *nethic*, mas sua significação social deveria ser entendida como um todo, pois vai ao cerne dos desafios éticos da era da informação. Levy (94, p. 32) corrobora a afirmação, de que o acesso a computadores e a qualquer coisa que possa lhe ensinar algo deve ser ilimitada e total.

Foi o movimento *hacker* que deu origem ao sistema operacional Linux, para computadores, que não foi desenvolvido por empresas ou governos, mas por entusiastas

²⁰ Termo que define, por vezes de forma depreciativa, uma pessoa com atividades intelectuais consideradas inadequadas, em detrimento de outras atividades mais populares.

²¹[...] *who most clearly saw why the computer was a truly revolutionary tool.*

²² *An expert or enthusiast of any kind. One might be an astronomy hacker.*

individuais que começaram a pôr em prática suas ideias, em um trabalho conjunto com outros apaixonados por computadores. O Linux é disponibilizado, gratuitamente, para qualquer um que queira dele fazer uso.

Linus Torman, criador do Linux, criou uma lei que leva seu nome: *Linus's Law*, expressando que as motivações humanas estão enquadradas em três categorias básicas: sobrevivência, vida social e entretenimento (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo). Postula que o progresso é um atravessar destas categorias, ou fases, num processo de evolução, sendo a sobrevivência uma prioridade para qualquer ser vivo, uma força motivadora fundamental, que se destaca como a mais importante para muitos sujeitos. Contrapõe, afirmando ser fácil encontrar exemplos de pessoas que valorizaram mais seus vínculos sociais do que a suas vidas, e que muitos estão dispostos a morrer por suas famílias, religião ou pátria. Algo que pode levar alguém a perder sua vida, é, com certeza, uma motivação fundamental. O entretenimento também pode levar alguém a morrer, como no futebol e nos esportes de velocidade e de alto risco. Muitos prefeririam morrer a levar uma vida pacata e sem emoção.

Então, seria o dinheiro um motivador? Com certeza o dinheiro é útil, mas para a maioria, ele não é um motivador. O dinheiro é um instrumento de troca para conseguir o que realmente nos interessa e preocupa. Com dinheiro é fácil comprar a sobrevivência e algumas formas de entretenimento, mas ele não compra facilmente vínculos sociais verdadeiros. Linus (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo) afirma que o dinheiro é poderoso, mas não é mais que um representante, um apoderado de outros fatores muito mais fundamentais.

A lei de Linus não se interessa tanto pelas três fases, mas pelo fato de que o nosso progresso consiste em ir passando de uma fase para a outra, da sobrevivência para a vida social e ao entretenimento. O autor (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo) exemplifica esse processo através do sexo, que começou sendo sobrevivência, se tornou parte do tecido social e hoje, nos humanos, também é entretenimento.

Assim, Linus (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo) associa o uso do computador pelo *hacker* à sua lei. Um *hacker* é uma pessoa que no passado usava o computador para sobreviver, levando o sustento para sua casa através da programação, e que passou pelas duas outras fases já citadas anteriormente. O *hacker* usa o computador para suas atividades sociais através do uso de e-mail ou de comunidades virtuais, que são meios de socialização. Mas, fundamentalmente, para o *hacker* o computador é

também entretenimento, não pelos jogos ou pelas belas imagens socializadas da rede, mas pelos desafios que esta máquina oportuniza.

E é assim que algo, como o Linux, nasce. O criador não se preocupa com o “fazer dinheiro”, ele se motiva com o “fazer algo interessante, que possa ser compartilhado com os outros” (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo). Desta forma, o criador tem algo que lhe dá, simultaneamente, entretenimento e vida social. Himanen (2001, p. 4) afirma que os *hackers* acreditam que não existe nada que lhes possa motivar mais do que isto, pois o que movimenta um *hacker* é o prazer, e é comum encontrar afirmações de *hackers* que se dizem entusiasmados pelos desafios, que as suas atividades são prazerosas e lúdicas, que isto os energiza e se torna uma paixão.

Himanen (2001, p. 7) associa esta relação apaixonada pelo trabalho do *hacker* com o mundo acadêmico, citando o trabalho de Platão, fundador da primeira academia, em sua apaixonada exploração intelectual, mais de 2500 anos atrás. Esta paixão pode ser encontrada em qualquer atividade, como nas artes, na engenharia, no mundo editorial.

Burrell Smith, criador do Macintosh da Apple, durante o primeiro congresso *hacker*, em 1984 na cidade de San Francisco, definiu o *hacker* como: “Pode-se fazer qualquer coisa e ser um *hacker*. Pode-se ser um marceneiro *hacker*. Não é necessário utilizar alta tecnologia. Eu penso que tem a ver com a arte de fazer e com estar envolvido com o que se faz” (HIMANEN, 2001, p. 7, tradução nossa).²³ Continuando, Smith afirma que “pessoas aplicam a atitude *hacker* a outras coisas, como eletrônica e música – em realidade, podem ser encontrados nos mais elevados níveis de qualquer ciência ou arte.” (Id.).²⁴

O imperativo *hacker* é produzir com as “mãos na massa”²⁵ (Levy, 1994, p. 32), e a crença é de que lições essenciais sobre os sistemas podem ser aprendidas desmontando-os, observando seu funcionamento, e utilizando este conhecimento para criar novos sistemas, ainda mais interessantes. Sistemas imperfeitos enfurecem os *hackers*, que tem o “instinto” de rearranjá-los, e também se ressentem de qualquer obstáculo que seja colocado entre eles e seus objetivos. Se não se tem acesso às informações que necessitamos para melhorá-los, como poderemos consertá-los?

²³ *Hackers can do almost anything and be a hacker. You can be a hacker carpenter. It's not necessarily high tech. I think it has to do with craftsmanship and caring about what you're doing”.*

²⁴ *There are people who apply the hacker attitude to other things, like electronics and music – actually, you can find it at the highest levels of any Science or art.*

²⁵ *Hands-on.*

1.3.4 A autogovernância, o construcionismo e a ética *hacker* unidos na robótica educativa

Aqui explico a articulação entre os pressupostos teóricos que utilizei para construir esta pesquisa.

A atividade de robótica educativa construtivista, segundo Alimisis (2009), desenvolvida em grupos, beneficia as interações entre os sujeitos através de um recurso atrativo e estimulante, em que o sujeito interage com o objeto que aprende. Assim, nesta pesquisa, associo a robótica educativa à autogovernância, por ser um método de trabalho em grupo que busca desenvolver, de forma recíproca, o espírito de compreensão do mundo, a cooperação e possibilita a vivência de uma realidade, através de experiências e descobertas, livre de coações externas. Também associo o construcionismo de Papert e a ética *hacker*, que defendem o aprender fazendo com “mãos na massa”. O construcionismo afirma a necessidade de construir uma imagem pública. A ética *hacker* trata do fazer por prazer e de compartilhar com o outro, escapando, assim, da pré-formatação da escola, avançando, segundo Pretto (2010), para as atividades educativas trabalhadas dentro dos pressupostos da ética *hacker*.

Alimisis (2009, p. 08) afirma que a robótica educativa foi introduzida, nos processos educativos, pela capacidade de estimular o aprendente a controlar modelos tangíveis, utilizando linguagens de programação específicas (textuais ou gráficas), envolvendo-os ativamente em atividades de resolução de problemas.

A robótica, aplicada no ambiente educativo, é classificada em duas categorias por Alimisis (2009, p. 17), de acordo com papel que desempenha no processo de aprendizado. Ela pode ser um objeto de aprendizagem, incluindo atividades educacionais que estão relacionadas à busca de soluções de problemas relacionados à robótica propriamente dita, como construção e programação de robôs e inteligência artificial. Também pode ser uma ferramenta ou instrumento de auxílio nos processos de aprendizagem, na forma de projetos interdisciplinares. Esta categoria pode ser utilizada em qualquer etapa do processo de educação do sujeito, cobrindo múltiplos aspectos e objetivos, além daqueles formulados no currículo, estendendo-se ao aprimoramento das capacidades de solução de problemas, conceitos de engenharia, matemática e ciências da computação.

A robótica pode incentivar a atitude de pesquisador no sujeito que aprende, fazendo-o pressupor, experimentar e desenvolver a capacidade de abstração. Então, “o processo de aprendizado conduzido através da robótica, vista como objeto de aprendizado, pode ser valiosa para outras áreas cognitivas, pertencentes a um espectro mais abrangente que os assuntos da escola.” (ALIMISIS, 2009, p. 17, tradução nossa).²⁶

A robótica educativa, como aporte auxiliar para o “aprender fazendo” (HAREL, PAPERT, 2002, p. 9), enquadra-se perfeitamente no construcionismo de Papert, pois permite, ao sujeito que aprende, o articular a tarefa a partir da sua mente, numa interação com a realidade expressada pelo objeto construído. O objeto em construção permite testar e experimentar possibilidades, numa interação profunda entre o sujeito que aprende e este objeto.

O desenvolvimento da robótica educativa, em grupos, possibilita e estimula os processos de troca entre os participantes, dentro do grupo e entre os grupos. Assim, a aplicação desta metodologia de trabalho em grupo, onde a cooperação e a autogovernância sejam possíveis, está de acordo com os processos educacionais construtivistas, defendidos por Piaget, e o seu derivado, o processo construcionista, defendido por Papert. O mesmo pode ser afirmado com relação ao imperativo da cultura *hacker* transposto para o ambiente da educação, o livre compartilhamento de informações e a construção colaborativa, com mãos na massa, que buscam promover o aprender a conviver em grupo, o estabelecimento dos processos cooperativos e a autonomia dentro do grupo.

Pretto (2010) afirma que a cultura *hacker*, transportada para a educação, precisa afastar a ideia da escola padronizada, formatada de fora, que segue o processo de reprodução, substituindo-a por uma pedagogia da diferença, que ele define como um “fortalecimento de uma rede não linear de diferenças” (PRETTO, 2010, p. 10), fortalecendo o “eu e a aprendizagem da convivência com a diferença” (Id.). Quando as diferenças formarem a parte viva dos processos, “interagindo com o de dentro e o de fora” (Ibid.), o que importará será o movimento de interação e troca entre os diversos produtos culturais, uma nova produção em “diálogo com o instituído [...] numa recombinação, remixagem.” (Ibid.), gerando um novo produto, novas culturas e novos conhecimentos. Culminando com um julgamento “feito pela qualidade do que eles

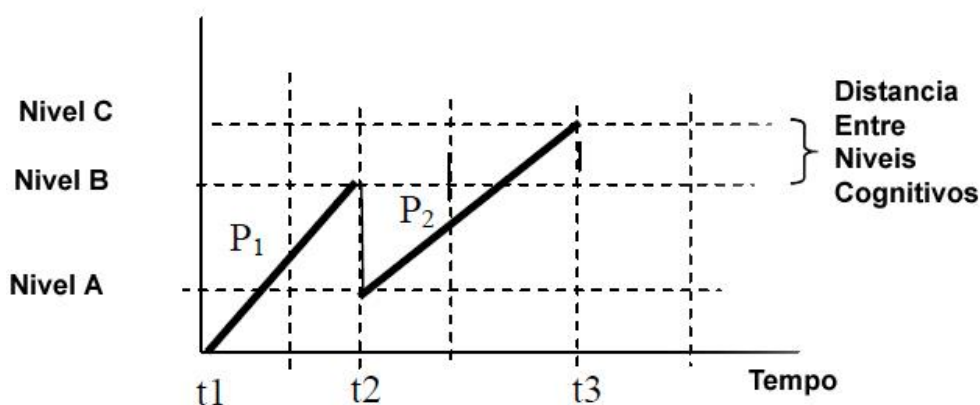
²⁶[...]learning constructed through robotics (seen as learning object) is also valuable for other cognitive areas belonging to the broader spectrum of the school subjects.

efetivamente fazem e realizam [...] e não por critérios falsos, como escolaridade, idade, raça ou posição.” (Ibid.).

Alimisis (2009, p. 37) destaca a importância do professor e do ambiente, neste processo. Reforça que o ambiente é composto de dois elementos, o ambiente físico e a problematização. Não é só o ambiente físico o responsável pelas interações, mas o conjunto dos ambientes oferecidos à tarefa, definida como "situação didática" (ALIMISIS, 2009, p. 37). A “situação didática” deve ser cuidadosamente planejada, de forma a permitir a atividade de exploração construtiva dos sujeitos que aprendem. O autor afirma que a formulação do problema deve ser referenciada a aspectos já conhecidos pelos sujeitos, de acordo com o afirmado por Freire, de que “educar exige respeito aos saberes anteriores, do educando” (FREIRE, 1996, p. 15).

Alguns elementos de novidade devem ser introduzidos, para que desequilíbrios sejam provocados no processo, com o cuidado de manter pequenas “distâncias cognitivas” (ALIMISIS, 2009, p. 37). Embora seja difícil prever os efeitos das novidades na resolução do problema, elas devem ser pensadas para que sua solução seja possível ao sujeito, pela exploração. O autor sugere que a provocação inicial (P1) seja pensada para levar o sujeito a um nível de apropriação (nível B), e quando este nível for atingido, uma nova provocação (P2) seja estabelecida. Esta nova provocação deve partir de um nível menor de apropriação (nível A) buscando levar o sujeito a um nível de apropriação superior (nível C) ao anterior (nível B), construindo uma forma superior de compreensão do assunto. O esquema gráfico desta proposta de Alimisis (2009) está demonstrado no gráfico 01.

Gráfico 01: Níveis progressivos de reequilibração para um novo nível de compreensão.



Fonte: Alimisis, 2009, p. 38

Então, para o trabalho com a robótica educativa, é importante considerar a criação de um espaço em que o sujeito que aprende possa compreender os outros. Piaget (1998, p. 64) afirma que esta situação favorece a “solidariedade interna”, pois valoriza o ponto de vista do outro, unifica a diversidade, favorece a cooperação recíproca e permite ao grupo a autogestão, construindo em conjunto, e não agindo de forma a simplesmente aceitar o que lhe é imposto de fora. Um ambiente que acolha o aluno, respeitando seus saberes e vivências, proporcionando uma forma que possibilite o processo educativo pela ação do educando. Um ambiente em que lhe seja facultada e, estimulada, a capacidade de reinterpretar o mundo através de sua linguagem, compreendendo seu interior e construindo, na prática do cotidiano, suas relações com os outros sujeitos, pois “Ensinar exige respeito aos saberes do educando.” (FREIRE, 1996, p. 16). Além deste ambiente físico acolhedor e respeitador, as ações didáticas devem ser pensadas para também atenderem a estes pressupostos e, principalmente para que as provocações levem os sujeitos a níveis superiores de cognição, de forma progressiva.

1.4 REVISÃO DE LITERATURA: PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCATIVA

Apresento, a seguir, algumas pesquisas focadas no uso de Robótica Educativa, que investigam a interação e colaboração entre sujeitos que aprendem, e o aprender fazendo, de acordo como o preconizado por Papert.

Os trabalhos foram localizados a partir do banco de dados do CAPES²⁷ e pelo Google Acadêmico²⁸, utilizando os descritores: robótica educativa, robótica educacional e *educational robotics*. Dentre as pesquisas encontradas e a partir de uma leitura prévia dos textos, foi realizada uma escolha intencional de dez pesquisas que apresentaram conexão com o problema de pesquisa e com os recursos utilizados. São elas: Abrantes (2009), Cabral (2010), Curcio (2008), Gonçalves (2007), Hacker (2003), Lopes (2008), Melo (2009), Ortega (2011), Santos da Silva (2010) e Strautmann (2011).

Santos da Silva (2010) elaborou sua dissertação de mestrado na Universidade Federal de Rio Grande do Norte, num ambiente de educação não formal, em uma escola

²⁷ Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>

²⁸ Disponível em <<http://scholar.google.com.br/>>

de bairro periférico de Natal que atende a crianças e jovens, de 11 a 16 anos, oriundos da rede pública e de precário nível sócio econômico. Seu objetivo foi o de analisar uma das experiências com a robótica pedagógica em instituição escolar, procurando investigar se a ferramenta fomenta inserção sócio digital dos educandos e como se dá esta inserção. As crianças foram atendidas em grupos que trabalhavam dois dias por semana. Para Santos da Silva (2010, p. 17) o trabalho com robótica “faz com que a criança ou adolescente esteja sempre estimulado a pensar, o agir e o refletir sobre as ações cotidianas, elaborando exemplos práticos como solução”. Nessa pesquisa foram utilizadas diversas plataformas para desenvolver a robótica educacional, como Kits LEGO RCX, pop 1, PCL1001 e X-Interface. A linguagem de programação utilizada foi o LOGO, através de softwares Robolab ou super LOGO. Para coleta de informações, utilizou a técnica de grupo focal, aplicada a grupos de aluno e, após, a professores e administração escolar, além de observações direcionadas enquanto desenvolvia as atividades com os alunos. A análise de dados utilizou uma abordagem qualitativa, valendo-se de metodologia descritiva-explicativa que articulou teoria e prática evidenciada, com caráter etnográfico. Conclui que o uso da robótica no contexto da educação não formal proporciona a ampliação do sentir-se cidadão, uma vez que os sujeitos que dela fazem uso se sentem parte constituinte da sociedade, no sentido crítico e participativo da inserção. Observou que o aprendizado colaborativo constituiu-se em um dos benefícios pedagógicos proporcionados pelo uso da robótica na educação. Afirma que a robótica como tecnologia educacional, pode provocar melhoramentos diversos na qualidade de vida do alunado, melhorias na aprendizagem e perspectivas de melhores condições profissionais. Observou, ainda, que o grande benefício de uso dessa ferramenta não está em seu caráter conceitual, mas sim na possibilidade de servir como ponte de transformação, proporcionando a ampliação do sentir-se cidadão.

Melo (2009), da Universidade de Lisboa, realizou sua dissertação de mestrado utilizando LEGO RCX, pesquisando o impacto da utilização da robótica no processo de resolução de problemas e planejamento de alunos, durante um ano, com alunos do 12º ano do curso de Ciências e Tecnologia. O objetivo central da pesquisa foi avaliar, nos alunos, o impacto da utilização da robótica na resolução de problemas e na sua capacidade de planejar. Observou a relação entre o uso de LEGO e os conhecimentos de física. Para comparar, fez uso de um grupo experimental e de um grupo de controle. O desenvolvimento da investigação utilizou metodologia experimental, com design “quase experimental” (MELO, 2009, p. 16), e a coleta de dados foi de natureza qualitativa.

Seus instrumentos de coleta de dados foram os questionários pré e pós-testes, além de uma prova de nivelamento anterior. Para a descrição dos processos, utilizou entrevistas semidirigidas e notas de campo. Observou que a resolução dos problemas de robótica estimula, no aluno, a capacidade de planejar.

Ortega (2011), da Facultad de Educación Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales de Madrid, em sua tese de doutorado, tinha como objetivo melhorar o processo de ensino e aprendizagem, focado no uso dos estilos de aprendizagem. Sua investigação foi centrada no Peru, com alunos do “Bachirellato Internacional y de la Maestria em Informática Aplicada a la Educación” (Id. p. 52), utilizando LEGO RCX e software ROBOLAB, através de métodos de trabalho cooperativo e colaborativo, para verificar o estilo de aprendizagem. Sua proposta de investigação, tecnológica e de campo, foi fundamentada no modelo de Orión, de Curry, e nos estilos de aprendizagem de Alonso. Seu delineamento de investigação foi orientado por uma investigação tecnológica, com enfoque misto, voltado a uma aplicação quase-experimental, utilizando um grupo experimental (sujeitos cursando entre o primeiro e terceiro ano secundário) e um grupo de controle (sujeitos entre o quarto e quinto ano secundário). Utilizou um pré-teste aplicando o questionário CHAEA, para diagnóstico, e um pós-teste. Entre as conclusões que sua pesquisa obteve, destacam-se a confirmação de que o diagnóstico e estilos de aprendizagem dos estudantes, e o desenvolvimento de uma proposta pedagógica para o ensino eficaz de Robótica educativa, são a alternativa para a mudança e o desenvolvimento em um futuro próximo. Afirma que os alunos dão muita importância ao uso de materiais recicláveis, e a robótica incrementa o trabalho colaborativo²⁹ e cooperativo³⁰, proporcionando a reflexão e desenvolvimento da criatividade dos alunos e dos docentes. Mais de 98% dos professores que participaram da pesquisa afirmaram que a robótica motiva a prática do trabalho colaborativo. Através da robótica, não somente se fomenta o trabalho em equipe, mas também se dá oportunidade ao debate e a discussão grupal, extraindo conclusões e identificando pontos fortes e fracos, dentro da área de trabalho. A proposta pedagógica de robótica educativa gera interesse dos alunos pelo saber conhecer, pelo saber fazer e pelo saber ser. Em suas recomendações finais,

²⁹ Ortega utiliza a definição de Mathew para aprendizagem colaborativa: “*el aprendizaje colaborativo se produce cuando los alumnos y profesores trabajan juntos para crear el saber*” (Matthews, 1996, p. 101 *apud* Ortega, 2011, p. 130).

³⁰Para Ortega, a aprendizagem cooperativa “*exige que los estudiantes trabajen juntos en una tarea común, que compartam información y se apoyen mutuamente.*”(Smith, 1996, p. 71, *apud* Ortega, 2011, p. 130).

Ortega ressalta que as instituições de educação superior devem assegurar a Robótica Educativa, implementando ambientes e fornecendo materiais para o desenvolvimento da RE e a formação e capacitação de docentes.

Hacker (2003), em sua tese de doutorado, no Eliot-Pearson Department of Child Development Tufts University of Massachusetts, utilizou onze semanas de workshops em escola, como atividade extracurricular, com crianças de terceiro a sexto grau. Examinou a eficácia da tecnologia em prover uma compreensão mais profunda dos princípios de ciência e engenharia, baseado na experiência de crianças com o kit de construção LEGO Mindstorms RCX e o programa ROBOLAB. Seu embasamento teórico se deu sob a perspectiva do construcionismo de Seymour Papert. Fez uso de pré e pós-questionários, observação direta de múltiplos observadores e observação dos produtos construídos pelos alunos. A análise de dados foi qualitativa, comparando os questionários e os resultados das observações. Concluiu que o uso do ROBOLAB como ferramenta educativa foi um sucesso, e que o uso do espaço pós-escola foi ideal para testar a eficácia do workshop, devido a não limitação temporal para os projetos das crianças, respeitando seu progresso e suas expectativas. Conhecimentos elementares sobre tecnologia robótica foram suficientes para levar o grupo ao sucesso. Esta tecnologia tem valor benéfico que exalta a experiência educativa permitindo às crianças interações com “mãos na massa”, promovendo uma compreensão profunda dos princípios envolvidos nos trabalhos realizados.

Na dissertação de mestrado de Strautmann (2011), da Missouri University of Science and Technology, encontramos um estudo de caso sobre robótica educacional (ER) utilizada na educação da nova geração de calouros que adentram o mundo da ciência e engenharia. Sua pesquisa tinha o objetivo de determinar como as experiências e o ambiente onde elas foram desenvolvidas afetam o processo de aprendizagem. Fundamentou sua pesquisa no construcionismo de Seymour Papert, e explorou o uso da robótica para despertar interesse nos alunos de nível superior em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) e melhorar seus conhecimentos nestes assuntos. Utilizou LEGO Mindstorms NXT para permitir a aplicação prática dos processos de treinamento para a competição robótica Botball. A análise de dados foi qualitativa, baseada em Schatzman e Straus (1973) e Creswell (1994). Observou que os estudantes envolvidos no estudo de caso demonstraram uma melhoria na aplicação dos princípios matemático/científicos, aplicados à robótica, e venceram a competição Botball, após concluir o “treinamento”. Conclui que evidências geradas pela pesquisa confirmam que

a robótica educacional suplanta os programas educacionais de nível superior, na melhoria de habilidades aplicadas a STEM, e que isto aumenta o interesse nas carreiras profissionais conectadas a STEM. O pesquisador percebeu um aumento na habilidade de uso e aplicação de conhecimentos de matemática e ciência, pois os alunos demonstravam menos interesse nos conceitos de STEM enquanto não viam aplicações práticas para eles. Isto demonstra a relação direta entre percepção do estudante na aplicação da robótica à competição Botball e o objetivo do instrutor em aumentar o interesse e a compreensão de STEM através da robótica.

A dissertação de mestrado de Abrantes (2009), da Universidade de Lisboa, teve como objetivo analisar, descrever e compreender como os alunos aprendem projetos através da interação com robôs na sala de aula. Baseada na perspectiva de Papert e fundamentos na “*Teoria da Actividade*” (ABRANTES, 2009, p. ii), o estudo discute a aprendizagem com ênfase no aprender fazendo e na relação que o aluno estabelece com os objetos e com os artefatos, ou instrumentos – *objects to think with*. A pesquisa analisa as práticas de utilização de robôs na sala de aula, no desenvolvimento de projetos. Foram utilizados sistemas LEGO Mindstorms NXT e foram desenvolvidas programações em outras linguagens, além da original da LEGO. O estudo teve uma natureza interpretativa, orientando-se para a coleta e análise de dados qualitativos. Sua pesquisa se deu com uma turma de 16 alunos, com idade entre 17 e 19 anos, do 12º ano do curso de Ciências e Tecnologia em que lecionava, desempenhando o papel de professora e pesquisadora. A turma trabalhada pertencia a uma disciplina opcional. A coleta de dados se deu sob a forma de observação participante, análise documental de relatórios escritos, vídeos e conversas informais. Afirma que, com a robótica, os alunos não armazenam definições, nem técnicas, nem a aplicação mecânica de conhecimentos práticos. Com os robôs, os alunos aprofundam a compreensão de conceitos científicos, assim como sua capacidade de realizar experiências com base em comportamentos, realimentação e controle. A aprendizagem tem origem nas escolhas e decisões tomadas pelos alunos. Os robôs têm forte impacto na criatividade dos alunos e na capacidade de resolução de problemas. Deixa a recomendação, para trabalhos futuros, de que se deve pensar em projetos suficientemente criativos e estendidos a outras disciplinas, não limitando a relatórios de experiências, alheios ao interesse dos alunos, mas permitindo a eles o papel de investigadores, criando seus próprios cenários com a supervisão e criatividade do professor.

A dissertação de mestrado de Curcio (2008), desenvolvida no Instituto de Engenharia do Paraná, apresenta um método para a utilização da robótica educacional de baixo custo, como ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem. Sua proposta foi a de observar os resultados desta tecnologia e levantar novas oportunidades de aplicação e estudo da robótica educacional de baixo custo na educação. Desenvolveu sua proposta com o uso de sucata, e com a confecção de uma interface de acionamentos, controlada pela porta paralela de um computador pessoal, tipo PC. Para tanto, capacitou professores das escolas de Paranaguá, que posteriormente lançaram, aos seus alunos, o desafio de desenvolvimento de melhorias na cidade. Os alunos desenvolveram maquetes com a utilização de sucata. A automação mecatrônica destas maquetes também se deu com aproveitamento de sucatas. Ao final, uma apresentação dos trabalhos juntou os participantes em um evento público. Utilizou os dados primários para formação de um panorama do uso do método de utilização de robótica educacional. Para análise de dados fez uso de tratamento estatístico em um “sistema desenvolvido para a pesquisa” (CURCIO, 2008, p. 66), combinados com “alguns elementos de perguntas abertas” (Id.). Na pesquisa, observou que ao aplicar o método, todos os envolvidos mostraram-se mais interessados, quando totalmente vinculados e fazendo parte de todos os processos de implementação dos projetos de robótica educacional. Deixou, como recomendação, o envolvimento dos professores e questionamento na adoção de qualquer tecnologia a ser utilizada na escola. Afirmou que o uso de kits comerciais pode ser fator que dificulta a ação do professor em sala de aula e que pode desmotivar. Sugeriu o desenvolvimento de tutoriais e materiais didáticos para o uso de robótica educacional em sala de aula, e recomendou disseminar as aplicações da robótica educacional para outros níveis de ensino, que poderão gerar novas ideias, tornando o processo de criação e envolvimento de professores e alunos uma constante.

A pesquisa de mestrado em ciências da computação, de Gonçalves (2007), da Universidade Estadual de Maringá, não foi voltada aos processos de educação, mas ao desenvolvimento de equipamentos e programas de controle, para posterior uso em educação. Propôs a construção de um robô móvel com a placa GoGo Board, utilizando componentes de baixo custo, ou reaproveitados de sucata eletrônica, tendo como objetivo principal contribuir no estudo e aplicação de ferramentas tecnológicas acessíveis à realidade das escolas brasileiras, podendo, tais ferramentas, serem utilizadas em situações de ensino-aprendizagem através da Robótica Educacional. Para

a programação do robô utilizou a linguagem Logo Cricket. O pesquisador preferiu construir a placa de controle GoGo. Em sua pesquisa descreve detalhadamente o processo de construção e programação de *firmware*. O dispositivo móvel para uso da placa GoGo, bem como os sensores e atuadores, foram construídos a partir de sucata. O autor conclui que a construção de um robô móvel, utilizando a placa GoGo e componentes de baixo custo ou reaproveitados de sucata eletrônica, pode contribuir para o estudo e aplicação de ferramentas pedagógicas acessíveis à realidade das escolas brasileiras. Relata que, durante a montagem da placa GoGo e do robô, constatou a necessidade de conhecimentos técnicos específicos de eletrônica e a ausência de informações em língua portuguesa, necessárias ao iniciante. Deixou como sugestão o desenvolvimento de material didático, de treinamento e suporte em língua portuguesa.

Em sua pesquisa, Lopes (2008) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, utilizou o sistema LEGO de montagem, controlador RCX e Globot³¹ (WeDo), e o software de programação ROBO-LAB Inventor. Seus sujeitos de pesquisa foram crianças da terceira e quarta séries e outro grupo de quinta a oitava séries. Seu objetivo era observar como a exploração de modelos pode provocar condutas cognitivas que deem suporte às construções criativas. Sua metodologia de trabalho passou por montagens de acordo com manuais, projetos temáticos diversos (o professor fornecia soluções incompletas), projetos temáticos na modalidade de competição e montagens livres, nas quais o professor também fornecia soluções incompletas. Lopes afirma que o “fazer” adquire importância no processo de aprendizagem do sujeito, e que as montagens guiadas por material impresso não foram suficientes para ativar, nos alunos mais jovens, sistemas de significação que colocassem os sujeitos em condições de antecipar fenômenos; a compreensão dos alunos era superficial. Com os alunos das séries finais (5^a a 8^a séries), o resultado evidenciado foi diferente. Afirma que a origem desta diferença pode estar no material fornecido aos alunos. Aos menores, foi fornecido material do Globot (WeDo), e aos maiores o material foi o Mindstorms (RCX). O Globot focava a construção temática, o Mindstorms buscava a competência dos sujeitos em se apropriar de esquemas de controle do conjunto. Afirma que o uso de modelos e exemplos está mais conectado a problemas pedagógicos do que à aprendizagem, ressaltando a importância do professor, mediando para superar limitações de estudantes, e que os modelos devem permitir a exploração por parte do sujeito. Para análise de

³¹ Na época, em testes do fabricante. Posteriormente foi comercializado com o nome de WeDo.

dados, utilizou registros em vídeo para identificar as categorias de análise. Em sua conclusão, pode-se encontrar a afirmação de que os projetos de robótica educativa construtivista aparecem como alternativa viável para proporcionar novo movimento no processo de ensino-aprendizagem, e que pode proporcionar melhoria da qualidade da educação, agregando práticas que resgatam a invenção e a descoberta, necessárias à aprendizagem e à criatividade.

A pesquisa de Cabral (2010), da Faculdade de Educação da UFRGS, teve como objetivo a investigação das estratégias cognitivas de resolução de problemas, em Robótica Educacional, utilizando o sistema LEGO Mindstorms 9793 (RCX) e programação com o software ROBOLAB. Sua investigação analisou seis alunos do ensino fundamental, com idade entre 11 e 15 anos, que individualmente resolveram um problema de Robótica Educacional. Seus sujeitos eram alunos do sexto ano até o nono ano do ensino fundamental, selecionados da equipe de robótica, já participantes a mais tempo do programa de robótica educacional, de uma escola de Alvorada. Concluiu o estudo afirmando que o trabalho com objetos concretos, como a Robótica Educacional, proporciona um laboratório de aprendizagem, onde o sujeito pode elaborar hipóteses, verificar e transformar, pela testagem e verificação direta, que é um processo muito próximo da ciência, mas distante da realidade escolar. A análise de dados foi qualitativa e utilizou um software para analisar as gravações de vídeo. Afirmou que na resolução de problemas na robótica educacional, o que fica é a busca da superação do erro ou fracasso, para atingir o êxito do objetivo, e que é importante que os sujeitos possam criar e recriar suas próprias estratégias. Deixa como sugestão para pesquisas futuras, a possibilidade de verificação da generalização de procedimentos elaborados na solução de problemas na robótica educacional para outros procedimentos.

Abrantes (2009), Ortega (2011) e Santos da Silva (2010) relataram ter observado que o trabalho em conjunto é benéfico ao desenvolvimento de Robótica Educacional, fomentando o trabalho em equipe, dando oportunidade para o debate e discussão grupal. Ortega (2011) afirma que observou que mais de 98% dos professores participantes afirmaram que a robótica motiva a prática do trabalho colaborativo. Estes três estudos apontam que a Robótica Educacional pode promover o trabalho em equipe, colaborativo e cooperativo, a reflexão e desenvolvimento da criatividade dos sujeitos e dos docentes, a oportunidade ao debate, a discussão grupal e gerar interesse nos sujeitos pelo saber conhecer, pelo saber fazer e pelo saber ser.

Abrantes (2009), Cabral (2010), Curcio (2008), Hacker (2003), Lopes (2008) e Santos da Silva (2010) afirmam ter observado que o “fazer” adquire importância no processo de aprendizagem do sujeito e na relação que o sujeito que aprende estabelece com os objetos e com os artefatos, ou instrumentos, em que os objetos de trabalho tornam-se objetos para pensar.

Sobre a Robótica Educacional desenvolvida com uso de sucata, que tem adquirido maior relevância nos tempos atuais, encontramos os estudos de Curcio (2008), Gonçalves (2007) e Ortega (2011), que o fizeram com sucesso e afirmam que esta prática cativa os participantes. Porém, Gonçalves (2007), que desenvolveu a montagem da placa GoGo e os sensores e atuadores, utilizando sucata, alerta para a necessidade de conhecimentos técnicos específicos de eletrônica para tal empreendimento.

Sobre a metodologia ou intervenção docente, Ortega (2011) também percebeu que a proposta pedagógica de Robótica Educacional gera interesse dos participantes. Santos da Silva (2010) concluiu que o uso da robótica no contexto da educação não formal, revela que os conhecimentos advindos com o uso dessa ferramenta tecnológica proporcionam a ampliação do sentir-se cidadão, uma vez que os sujeitos que dela fazem uso sentem parte constituinte da sociedade, no sentido crítico e participativo da inserção.

Sobre o aprender fazendo, Cabral (2010) observou que a aprendizagem através da Robótica Educacional proporciona o elaborar hipóteses, verificar e transformar, pela testagem e verificação direta, e o que fica é a busca da superação do erro ou fracasso, para atingir o êxito do objetivo. Hacker (2003) destaca que a Robótica Educacional permite às crianças interações com “mãos na massa”, promovendo uma compreensão profunda dos princípios envolvidos nos trabalhos realizados. Abrantes (2009) relata que, através da Robótica Educacional, os participantes aprofundam a compreensão de conceitos científicos, assim como sua capacidade de realizar experiências com base em comportamentos, realimentação e controle dos dispositivos, e que a aprendizagem tem origem nas decisões tomadas pelos participantes e suas escolhas.

Curcio (2008) e Gonçalves (2007) apontam a necessidade de desenvolvimento de material didático, de treinamento e tutoriais em língua portuguesa, para auxiliar os professores iniciantes que desejam trabalhar com Robótica Educacional.

Esta pesquisa, que utiliza a robótica educacional num trabalho em equipe, respeitando a autogovernância, está em consonância com o afirmado por Abrantes

(2009), Ortega (2011) e Santos da Silva (2010), que observaram os efeitos positivos desta relação de trabalho, porque oportuniza o debate e discussão grupal. Também, esta pesquisa está de acordo com os efeitos positivos no processo de aprendizagem, originados no fazer com as próprias mãos e o aprender fazendo, preconizado pela ética *hacker* e pelo construcionismo, e confirmado por Abrantes (2009), Cabral (2010), Curcio (2008), Hacker (2003), Lopes (2008) e Santos da Silva (2010).

Com relação ao uso de sucata, apesar de ser cativante para o pesquisador, Gonçalves (2007), alerta para a necessidade de conhecimentos técnicos específicos de eletrônica, para tal empreendimento. E este alerta ressoa com a experiência que vivi na construção do sistema Arduino utilizado na pesquisa. Os conhecimentos de eletrônica necessários, não se enquadram no escopo desta pesquisa. A utilização da sucata no desenvolvimento da Robótica Educacional é muito cativante para o pesquisador. Porém, o alerta de Gonçalves (2007) para a necessidade de conhecimentos técnicos específicos de eletrônica para tal empreendimento remeteu-me à experiência que vivenciei na construção do sistema Arduino, utilizado na pesquisa.

Esta pesquisa está em consonância com os relatos dos pesquisadores da área, discutidas neste subcapítulo. Diferencia-se deles por adotar os pressupostos da ética *hacker* no desenvolvimento de atividades de robótica educativa, onde efetivamente pude constatar que são válidos os pressupostos norteadores deste processo.

2 MÉTODO

Neste capítulo descrevo o caminho percorrido nesta pesquisa. Início por explicitar o objeto de pesquisa, a seguir apresento o delineamento, os sujeitos e o processo de construção de dados apresentando o planejamento das oficinas, os instrumentos e o papel do método na reconstrução do planejamento. Por fim, ao tratar da construção dos dados, apresento o método utilizado nas transcrições.

2.1 O OBJETO DE PESQUISA

Observo os mecanismos sociocognitivos e como ocorreram as trocas entre os sujeitos, nos diversos contextos de interação utilizando a Robótica Educativa, em oficinas. Assim, constitui-se o objetivo desta pesquisa:

Compreender como se manifestam os processos sociocognitivos de crianças/adolescentes de 11 a 13 anos num contexto de robótica educativa.

E para dar conta deste objetivo, elenco os objetivos específicos da pesquisa:

Analisar como os processos sociocognitivos (cooperação, coação, conformismo) se evidenciam, quando as crianças/adolescentes são provocadas a interagir entre si e com os recursos da Robótica Educativa.

Construir princípios para uma proposta de Robótica Educativa a partir dos recursos tecnológicos do Arduino e *Scratch*, considerando os pressupostos da aprendizagem de Piaget e Papert.

2.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO: o estudo de caso

Esta é uma pesquisa de caráter exploratório, em que utilizo o estudo de caso como “estratégia de pesquisa” (YIN, 2001, p. 19), pois de acordo com Yin, o estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real” (Id., p. 32).

Segundo Yin (2001, p. 24), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa indicada para questões do tipo “como e por que”, em que variadas “fontes de evidências” (Id., p. 33) são utilizadas, adaptando-se à análise qualitativa, aqui empregada (Ibid., p. 34), que pode ser utilizado em estudos de natureza exploratória, descritiva ou explanatória.

Creswell também afirma que estudo de caso é a estratégia mais adequada quando “[...] múltiplas realidades existem, como a realidade do pesquisador, a dos indivíduos que estão sendo investigados e a do leitor ou audiência que interpreta o estudo” (CRESWELL, 1998, p. 76).

A pesquisa valeu-se do uso de oficinas, em que além de atuar como pesquisador, desempenhei o papel de facilitador, durante os encontros. Segundo Yin o pesquisador “assume uma variedade de funções dentro do estudo” (YIN, 2001, p. 116), utilizando variadas fontes de evidência. Nesta investigação são utilizadas as transcrições dos registros em vídeo (F), o Diário de Campo (DC) e as produções dos sujeitos (PS).

O estudo de caso implica num aprofundamento do estudo do(s) objeto(s), buscando conhecer detalhadamente, descrever e explicar a(s) situação(s) e as variáveis, conforme descrito por Yin (2001, p. 31): “A investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados [...]”

O estudo não deve simplesmente descrever os fenômenos, mas também analisá-los sob a luz de teorias coerentes. A pesquisa é apoiada no movimento de utilização de recursos de robótica na educação, preconizado por Papert (1982), em seu trabalho junto ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e na Robótica Educacional Construtivista descrita por Alimisis (2009). Papert defende a utilização dos recursos da Robótica Educativa numa reestruturação total da educação, criando uma escola legitimada pela aceitação de seus participantes (PAPERT, 1994, p. 13), incentivando a utilização dos saberes adquiridos, princípio que se alinha com as concepções de Piaget (1998). Alimisis (2009) defende a utilização de recursos da

Robótica Educativa utilizando os preceitos do construtivismo, como “meio flexível de aprendizado, oferecendo oportunidades para o design e a construção, com poucos recursos e tempo limitado”³² (ALIMISIS, 2009, p. 11, tradução nossa).

O movimento construcionista e a Epistemologia Genética de Piaget articulam-se com os preceitos da lei de Linus (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo), que expressa a ideia de que as motivações que movimentam os sujeitos passam pela sobrevivência, vida social e entretenimento; aqui considerando o trabalho em grupos como uma forma de vida social e a atividade com LEGO®, como um “brinquedo” capaz de entreter as crianças e jovens. Articula-se, também, com o preceito da ética *hacker*, afirmado por Himanen (2001) e Levy (1994), de que deve ser facilitado o acesso a equipamentos e informações que possam gerar conhecimentos e, principalmente, a construção participativa dos conhecimentos, beneficiada pelo compartilhamento.

As intervenções e análise dos dados construídos são inspiradas no Método Clínico de Piaget.

2.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa são participantes de um projeto que é uma extensão do projeto Mais Educação de uma escola estadual da serra gaúcha, desenvolvido nas instalações de uma entidade civil que desenvolve trabalho de assistência social aos necessitados, oferecendo projetos sócio educativos, cursos técnicos e profissionalizantes, atendimento psicossocial, com o objetivo de prevenir situações de risco e vulnerabilidade social, desenvolvendo potencialidades e fortalecendo os vínculos familiares e comunitários.

Nesta escola, o projeto Mais Educação tem o objetivo de proporcionar inclusão de crianças/adolescentes em situação de vulnerabilidade social ou exclusão escolar, através do atendimento no contra turno escolar, todos os dias úteis da semana. O projeto da entidade atende entre 20 e 30 crianças/adolescentes, com idade entre 10 e 16 anos, um dia por semana, com atividades que envolvem trabalhos manuais, desenho, desenvolvimento de tarefas escolares e aulas de música.

³²[...] as a flexible medium for learning, offering opportunities for design and construction against short time and small funds.

Os sujeitos que participaram desta pesquisa receberam um termo de consentimento (APÊNDICE A), receberam instruções quanto ao seu conteúdo, à necessidade de seu preenchimento para a participação na pesquisa e foram solicitados a apresentá-lo aos seus responsáveis para a assinatura e consentimento.

No primeiro contato como grupo do projeto Mais Educação, fiquei espantado com a quantidade de crianças/adolescentes e anotei em meu diário de campo um fato que chamou minha atenção: “As meninas colocadas juntas, num canto de uma mesa, realizavam trabalhos com tecido, construindo uma boneca de pano. Os meninos, em maior número, estavam espalhados pelo recinto, desenhando.” (DC, 23/04/14). Fui apresentado aos sujeitos como professor de robótica e, em outra sala, conheci mais sujeitos que estudavam música. Anotei no Diário de Campo: “Mais uma surpresa, somente meninos estavam naquele recinto. Minha apresentação causou “brilhos” nos olhares de alguns, e um pequeno falou: “quero ser engenheiro””. (DC, 23/04/14). Mais tarde, o “engenheiro” fez parte do grupo da pesquisa (*Dodô*).

Por solicitação da instituição realizei dois encontros com todos os estudantes, com idades variando entre 11 e 16 anos e duração aproximada de duas horas. No primeiro encontro a atividade tinham como proposta a exploração e construção livre com peças LEGO®, buscando a integração entre o grupo e o pesquisador. No segundo encontro apresentei as imagens das montagens do encontro anterior, a proposta de pesquisa e rapidamente o programa *Scratch*. A professora responsável pelo atendimento ao projeto Mais Educação solicitou selecionar os sujeitos que constituiriam o grupo da pesquisa, respeitando o número máximo de seis participantes, com idade entre 11 e 13 anos. Os participantes da pesquisa foram informados de sua seleção no início da terceira aula, junto com o pesquisador.

Para preservar a privacidade, os sujeitos da pesquisa foram identificados por um nome fictício e seus dados são apresentados no quadro 01, abaixo:

Quadro 01- Sujeitos da Pesquisa.

Sujeito	Idade	Gênero	Série	Tempo de Participação no projeto Mais Educação
<i>Dodô</i>	11	M	6° ano	Um ano
<i>Lelê</i>	12	M	6° ano	Um ano
<i>Gegê</i>	12	F	6° ano	Seis meses
<i>Lulu</i>	13	F	7° ano	Dois anos
<i>Tatá</i>	12	F	6° ano	Um ano
<i>Viví</i>	13	M	6° ano	Um ano

Fonte: O autor.

O pesquisador, nas transcrições, é referenciado como *Je*.

Explicito algumas das características de cada sujeito do grupo da pesquisa:

Dodô demonstrou facilidade de compreensão dos princípios que regem os movimentos dos dispositivos, bem como uma vontade de desenvolver, preferencialmente sozinho, atividades tecnológicas. As atividades criativas o cativavam e frequentemente era o que melhor se adaptava a elas. Não contava com o respeito dos colegas, sendo ignorado em suas frequentes intervenções, que sugeriam modificações e improvisações. Ao final da pesquisa, os colegas mais velhos passaram a respeitar suas opiniões, quando o assunto envolvia dispositivos tecnológicos ou, como referiam no grupo, “as engenhocas do *Dodô*”.

Lelê apresentava um comportamento distinto dos demais. Nos primeiros encontros passava o tempo absorvido em revirar as peças LEGO® dentro da caixa, dificilmente participando das interações ocorridas nas montagens. Em suas poucas intervenções construtivas, demonstrou grande capacidade de percepção e perspicácia. Respeitava *Viví* e, por vezes, agia de forma agressiva e coerciva com *Dodô*, não interagindo com as meninas. Desistiu da participação após o encontro de 25 de junho. Questionada sobre *Lelê*, a professora responsável limitou-se a informar que ele tomava “medicação”, sem conhecer o tipo e o motivo.

Gegê participou do primeiro encontro e desistiu. A informação recebida foi de que não queria mais participar das aulas de Robótica Educativa. *Gegê* interagia e colaborava intensamente com *Tatá* e se submetia às coações de *Lulu*.

Lulu, que completou 14 anos poucas semanas após o final da pesquisa, apresentava comportamento mais “adulto” e era a de maior estatura entre todos participantes da pesquisa. *Lulu* demonstrou, em várias situações, pouca preocupação com as opiniões e vontades dos demais participantes, frequentemente se impondo para

que seus desejos fossem atendidos. Quando coagida, pelo pesquisador, a trabalhar de forma participativa, desinteressava-se e por vezes afastava-se fisicamente.

Tatá iniciou a pesquisa interagindo intensamente com *Gegê* e submetendo-se a *Lulu*. Com a saída de *Gegê*, manteve a formação de grupo com *Lulu*, submetendo-se, sem constrangimento algum, às vontades e coações de *Lulu*. *Tatá* demonstrou traços de ansiedade, batucando os dedos na cadeira ou na mesa, manifestando este comportamento de forma mais intensa quando seus desejos eram contrariados. Nos encontros em que *Tatá* formou grupo com *Dodô*, demonstrou percepção aguçada, encontrando soluções que os colegas não percebiam. Após estes encontros, *Tatá* passou a se impor pouco mais a *Lulu*, e de forma mais intensa aos meninos.

Viví demonstrou interesse com toques de rebeldia, contestador e dominador nas relações com seus colegas. Posteriormente descobri que *Viví* é órfão. Havia perdido o pai, afogado em uma pescaria, e a mãe, por problemas de saúde. *Viví* mora com a família de *Dodô*, já que o pai de *Dodô* é seu padrinho. Conhecer este detalhe de sua vida trouxe compreensão de algumas de suas atitudes com relação a *Dodô*, provocando certo afastamento e tentando demonstrar superioridade com relação aos conhecimentos. *Viví* foi o único que se “atreveu”, no último encontro, a acompanhar a produção do programa que controlava o portão automático, demonstrando grande perspicácia e compreensão do que ocorria no dispositivo de controle e no programa S4A.

2.4 O MÉTODO CLÍNICO: as intervenções e a análise dos dados.

O Método Clínico de Piaget tem aplicações diversas, podendo ser um método de intervenção e um método de pesquisa em que o pesquisador está constantemente verificando hipóteses. O Método Clínico exige do pesquisador um movimento de circularidade crescente, como que numa espiral ascendente, levando a patamares superiores de compreensão do fenômeno, cada vez mais complexos.

O Método Clínico tem sua eficácia reconhecida por Vygotsky (1993, p. 16), ao falar sobre o método criado por Piaget “O seu Método Clínico revela-se como uma ferramenta verdadeiramente inestimável para o estudo dos todos estruturais complexos do pensamento infantil nas suas transformações genéticas”.

Piaget, insatisfeito com os “métodos de observação simples e testes estandardizados” (REIS, 1994, p. 12), buscava “um método de avaliação que analisasse

os processos psicológicos e não apenas os rendimentos ou performances dos sujeitos” (Id., p. 11). Por estes motivos, adaptou o método utilizado em “psicopatologia para sua utilização em Psicologia Experimental” (Ibid.).

Piaget (1926) afirma que os testes que submetem as crianças a perguntas idênticas, feitas sob as mesmas condições, apresentam problemas para utilização de seus resultados aplicados às teorias, devido à falta de contexto, e que principalmente, pode “falsear a orientação do pensamento da criança que se interroga” (PIAGET, 1926, p. 7, tradução nossa). Afirma que a única forma de evitar este problema é manter a flexibilidade do questionário, variando as perguntas e fazendo contra sugestões, sem desviar a orientação do pensamento da criança.

Delval (2002) descreve a essência do método Clínico de Piaget como “[...] uma intervenção sistemática do pesquisador em função do que o sujeito vai fazendo ou dizendo. Em alguns casos, ele tem de cumprir uma tarefa; em outras, explicar o fenômeno.” (DELVAL, 2002, p. 12). Este autor afirma que existe carência de estudos sobre o método, dificuldade imposta por ser um método essencialmente prático e, que ao se adquirir experiência, torna-se automático. É algo que deve ser aprendido na prática e, conforme Piaget afirma, o Método Clínico é parte da observação direta, “[...] o bom clínico não apenas dirige como se deixa dirigir e dá importância a todo encadeamento mental [...]” (PIAGET *apud* DELVAL, 2002, p. 82).

Ao descrever a primeira regra do Método Clínico, Piaget (1926) afirma:

É importante, sobretudo, uma vez que se busca tirar conclusões dos resultados de uma investigação, que se procure uma contraprova estudando-se as perguntas espontâneas das crianças. Dessa forma se perceberá se as representações obtidas das crianças correspondem ou não às perguntas que fazem e à própria maneira com que formulam essas perguntas (PIAGET, 1926, p. 8).

O Método Clínico Piagetiano pode ser compreendido como um método de pesquisa que não apenas busca descobrir o que está acontecendo, mas também os motivos deste acontecimento, mesclando observação, experimentação e testes, ou questionários, que variam de acordo com os interesses demonstrados nas respostas do sujeito (DELVAL, 2002).

Frezza e Silva (2011) postulam que o Método Clínico “permite captar o movimento e fazer um “filme” que, além de registrar a significação atribuída, é capaz de evidenciar o grau de complexidade que o conteúdo representa para o sujeito.” (FREZZA e SILVA, 2011, p. 200). Porém o método, apesar de flexível, exige uma “organização

muito rápida de hipóteses e do pensamento do pesquisador para que seja aplicado de maneira mais adequada.” (Id.).

Na aplicação do Método Clínico, o pesquisador deve analisar os dados referentes aos “procedimentos empregados em função dos esquemas mobilizados [...] e analisar os novos esquemas ativados em função das demandas do problema.” (FREZZA e SILVA, 2011, p. 200), investigando as implicações significativas construídas. Esta investigação permite “verificar a sofisticação das ligações dedutivas que o sujeito realiza entre diferentes esquemas em razão do grau de complexidade que o conteúdo representa.” (Id.). Finalizando, o pesquisador deve provocar uma “variação no problema com relação à situação inicial, e registra-se uma “última foto”, entendida como a significação inicial que o sujeito produz sozinho.” (Ibid.).

Nevado (2001) sustenta que, no Método Clínico, as intervenções assumem três formas: “exploração, justificação e contra-argumentação” (NEVADO, 2001, p. 68), permitindo a interação do sujeito com os materiais e ao pesquisador, o levantamento de “hipóteses sobre as noções espontâneas da criança.” (Id.). As intervenções de justificação buscam “identificar os argumentos que sustentam as hipóteses da criança, legitimando seu ponto de vista, enquanto que as de controle procuram a coerência ou contradição no pensamento.” (Ibid.).

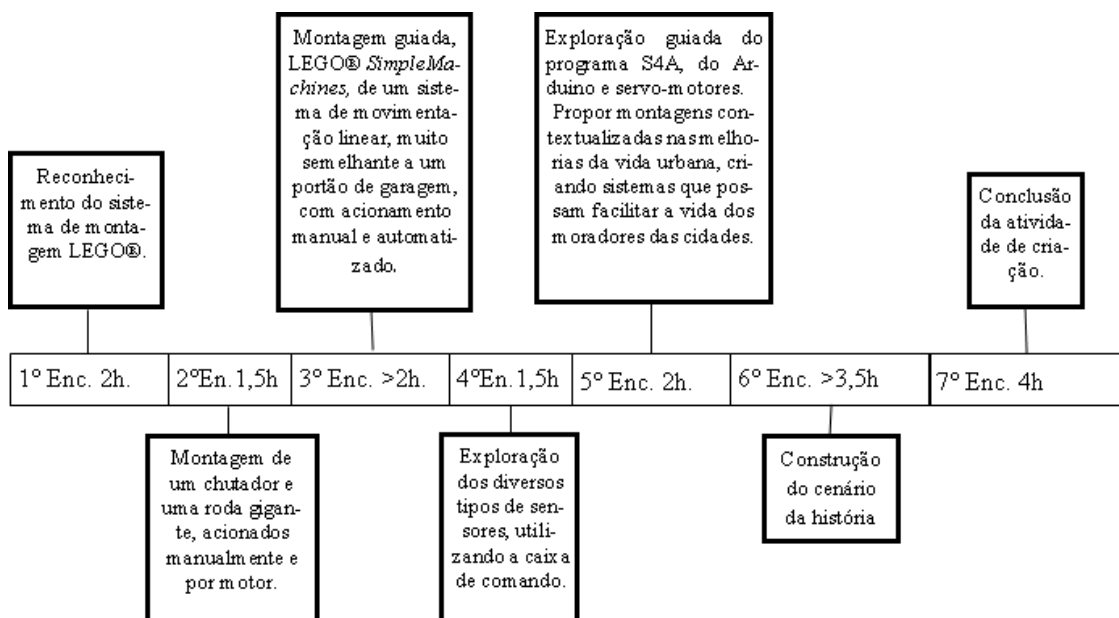
O Método Clínico de Piaget foi adotado nesta pesquisa pela possibilidade de compreensão das hipóteses dos sujeitos, através da exploração de suas noções. Pelo fato de o método ser detentor desta potencialidade, as intervenções foram inspiradas nestas três formas apontadas pelo método, mas o rigor do mesmo não foi adotado na íntegra de sua potencialidade. Frequentemente, as intervenções mantiveram-se na exploração e justificação; as contra-argumentações foram menos frequentes.

2.5 AS OFICINAS DE ROBÓTICA EDUCATIVA

Após o acordo inicial da pesquisa, com a professora responsável pelo atendimento aos sujeitos, as oficinas foram planejadas para uma frequência semanal, nas quartas-feiras, com duração entre uma hora e meia e duas horas. O material de trabalho foi adquirido e organizado para atender a dois grupos, constituídos de dois a quatro sujeitos.

O planejamento do contexto de desenvolvimento das oficinas voltou-se para os objetivos da pesquisa, de observar os processos sociocognitivos com a utilização da robótica educativa. Para tanto, foram propostas atividades de reconhecimento dos sistemas de montagem LEGO®, envolvendo montagens guiadas nos três primeiros encontros. O pesquisador, nesse contexto, teve o papel de mediar a interação entre os sujeitos e o objeto de aprendizagem. Considerando-se o objetivo desta pesquisa, os sujeitos foram convidados a interagir entre si, de forma coletiva, com o objeto de aprendizagem, visando a familiarização com o sistema de montagem e suas possibilidades. As atividades propostas para cada encontro estão representadas na figura 01 e no Quadro Analítico das Oficinas (Apêndice A).

Figura 01: Planejamento das atividades para as oficinas.

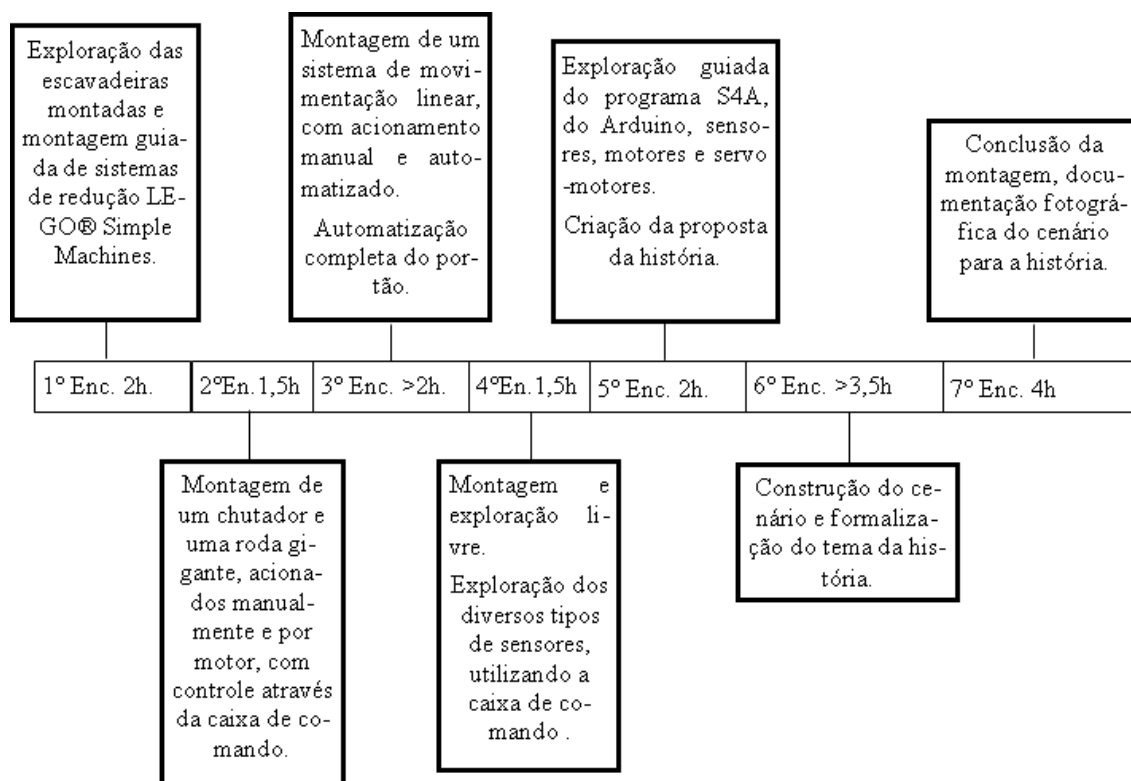


Fonte: O autor.

Após explorar as possibilidades do sistema LEGO® de montagem, os encontros voltaram-se para a utilização da caixa de comando e dos motores de corrente contínua da LEGO®, focando a construção dos conceitos de controle de potência dos motores e sua relação com velocidade e força. O momento seguinte foi o de introdução do controle a partir de sensores, conectados à caixa de comando. A provocação dos sujeitos foi centrada no controle de movimentação de um portão, por ser um dispositivo já conhecido por todos participantes. Considerando a apropriação, por parte dos sujeitos, dos saberes que envolvem o controle de potência dos motores e da lógica de controle através de sensores, as atividades das oficinas voltaram-se ao trabalho com o

Arduino e o S4A. Num primeiro momento, pela exposição guiada de um programa de controle e após, pela exploração dos sujeitos, provocados a controlar automaticamente o dispositivo de movimentação de portão. Os momentos finais da pesquisa ocorreram pela livre exploração dos alunos, em montagens contextualizadas nas melhorias da vida urbana, buscando sistemas que possam facilitar a vida. Os participantes decidiram contextualizar as montagens em melhorias para a vida de um colega de escola, deficiente físico. Então, os sujeitos da pesquisa foram provocados a desenvolver livremente o sistema e criar uma história, utilizando o cenário construído. As atividades efetivamente realizadas em cada encontro estão representados na figura 02 e no Quadro Analítico das Oficinas (Apêndice A).

Figura 02: Atividades realizadas nas oficinas.

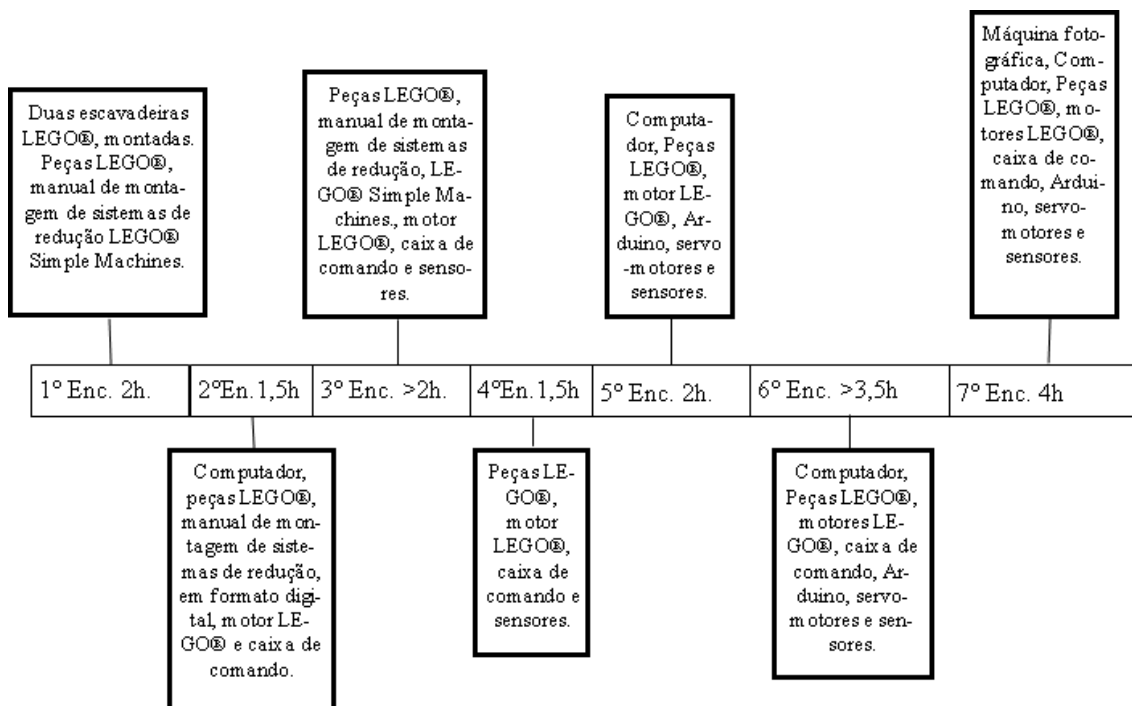


Fonte: O Autor

Para cada encontro, o material foi previamente separado, realizando as montagens guiadas para garantir que todas as peças estivessem presentes, desmontados e colocados em um recipiente plástico com tampa, do tipo semelhante à *tupperware*. Peças extras, sem uso intencional, foram adicionadas em grande número, para provocar

atividades criativas nos participantes. Os materiais disponibilizados em cada encontro estão representados na figura 03 e no Quadro Analítico das Oficinas (Apêndice A).

Figura 03: Material disponibilizado nas oficinas.



Fonte: O Autor

Considerando o ambiente em que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado, solicitei à professora responsável um local que permitisse certa privacidade e espaço físico para comportar seis sujeitos, o pesquisador e todo material disponibilizado. A professora sugeriu a sala do laboratório de informática, realocando alguns computadores para disponibilizar espaço para as montagens.

Um total de sete encontros de pesquisa foram desenvolvidos, totalizando aproximadamente vinte horas. Os encontros, originalmente planejados para uma duração de uma hora e meia a duas horas, não obedeceram a um desenho padrão, normalmente excedendo a duração planejada, dependendo do interesse dos participantes e da disponibilidade de tempo. Os dois últimos encontros tiveram duração próxima há quatro horas.

2.6 OS DISPOSITIVOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA

Aqui apresento os dispositivos utilizados nesta pesquisa, durante os encontros de trabalho com Robótica Educativa. Início pelo uso do LEGO® na educação, uma breve apresentação do Arduino, do programa *Scratch*, do programa utilizado (S4A), da caixa de comando e do sistema montado com o Arduino para programação com o S4A.

2.6.1 LEGO® como Ferramenta³³ de Educação

Frequentemente o LEGO® é visto somente como um brinquedo, o que não é correto. Ele também pode ser uma ferramenta de educação, à frente de seu tempo, e esta característica pode ser uma explicação para o fato de ter tanta aceitação pelas crianças. Além da utilização com crianças, as escolas de treinamento de executivos utilizam os tijolos LEGO® no treinamento de administradores de empresas, em estratégia e organização (CLAGUE, AGULLO, HASSING, 2002).

A LEGO® reconheceu o potencial educativo de seu produto e lançou várias linhas destinadas especificamente às atividades educativas, e os chamou de conjuntos educativos (*education sets*). Estes conjuntos contam com livretos que conduzem o sujeito através de experiências contextualizadas e são baseados na metodologia que a LEGO® chama de contextualizar, construir, analisar e continuar.

No Brasil a LEGO® conta com a LEGO® ZOOM, que desenvolve metodologias específicas para a educação. No meio dos educadores, este sistema conta com adeptos e críticos. Os defensores afirmam que as atividades baseadas em livretos, que conduzem o aluno através de experiências contextualizadas e baseados na metodologia LEGO®, facilitam a apropriação dos conceitos envolvidos. A metodologia aproxima-se da instrução e Papert (1994) não considera a instrução como algo ruim, encontrando aplicação na Robótica Educativa. Porém, o próprio Papert (1982, p. 7) afirma que os sistemas baseados na exposição, exercícios e avaliação, são tediosos. Os críticos são enfáticos em afirmar que a metodologia guiada para o fazer, limita o aprendiz a realizar o que já foi pensado, feito e testado, inibindo a criatividade. As provocações desta metodologia, disponibilizadas por empresas ligadas à LEGO®,

³³Ferramenta é aqui referenciada como um dispositivo, um acessório que possibilita a construção.

limitam o sujeito ao desenvolvimento de programas de controle para situações e dispositivos anteriormente já testados.

Um programa disponibilizado livremente pela LEGO®, chamado LEGO® Digital Designer³⁴, também disponível para Linux e IOs, possibilita a construção de estruturas LEGO® na tela do computador, favorecendo a familiarização com softwares de desenvolvimento 3D, como o Solid Works® e AutoCad®, amplamente utilizado na indústria metal mecânica, construção civil, arquitetura, entre outros. O programa LEGO® StoryStarter, recentemente lançado, permite a construção de histórias em quadrinhos (*story boards*) e filmes *Stop Motion*, utilizando cenários construídos com peças LEGO®, estimulando a escrita e a criação literária.

Na plataforma *Android*, enorme quantidade de jogos para crianças, ambientados em cenários LEGO®, podem ser encontrados na *PlayStore*®.

A LEGO® investe, constantemente, no desenvolvimento de novidades, adaptando seus sistemas às tecnologias emergentes. A empresa tem como regra a total compatibilidade entre seus sistemas lançados e os antigos, de forma que uma peça criada no século passado encaixa-se perfeitamente no mais moderno sistema.

2.6.2 Arduino UNO.

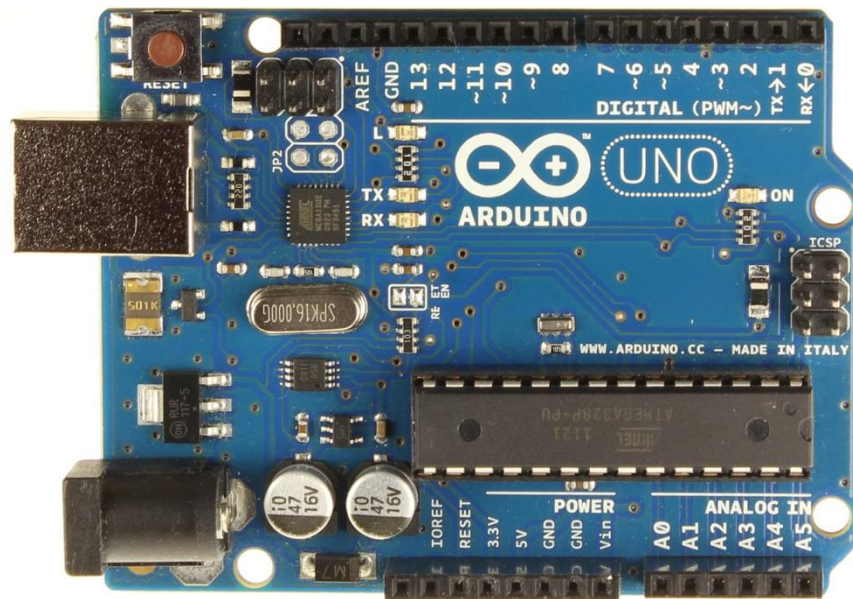
O controlador ARDUINO é uma plataforma de desenvolvimento micro controlada, de fonte aberta³⁵, utilizada e reconhecida mundialmente. Seu processador é o Atmega328, com velocidade de processamento de 16MHz, 32kB de memória flash, 2kB de memória RAM, conexão USB e uma porta de alimentação. Todos os dispositivos para controle das portas e processamento estão na placa, bastando conectar a um computador pela porta USB. Para motores de corrente contínua e cargas de maior consumo, placas específicas e uma fonte de energia externa devem ser adicionadas. Seu esquema eletrônico está disponível na internet, de forma aberta³⁶, o que estimulou o aparecimento de clones a preços muito atrativos. O aspecto físico do controlador está representado na figura 04.

³⁴ Disponível em <<http://ldd.lego.com/en-us/>>.

³⁵ *Opensource*.

³⁶ Disponível em <http://arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf>.

Figura 04: Vista superior da placa do Arduino UNO



Fonte: http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_R3_Front.jpg

A enorme vantagem do ARDUINO, com relação ao modelo NXT da LEGO®, está em sua forma aberta, que proporciona maior flexibilidade, maior número de entradas e de saídas e maior variedade de sistemas de acionamento e sensoriamento disponíveis no mercado, além de uma enorme diferença de custo.

2.6.3 SCRATCH

O *Scratch* é um software livre, desenvolvido pelo grupo *Lifelong Kindergarten* no *Media Lab* do *Massachusetts Instictut of Technology* (MIT), como uma evolução do software LOGO. Disponível desde 2007, é um projeto voltado à aprendizagem e à educação. É uma forma criativa de desenvolvimento de rotinas de programação que suporta tanto a lógica orientada a objetos como a lógica estruturada, programável através de objetos “arrastáveis” (*drag and drop*), extremamente intuitiva. Histórias, jogos e animações interativas podem facilmente ser programados, através de sua interface. Grupos de compartilhamento de programas, chamados de “*Scripts*”³⁷, são numerosos na internet.

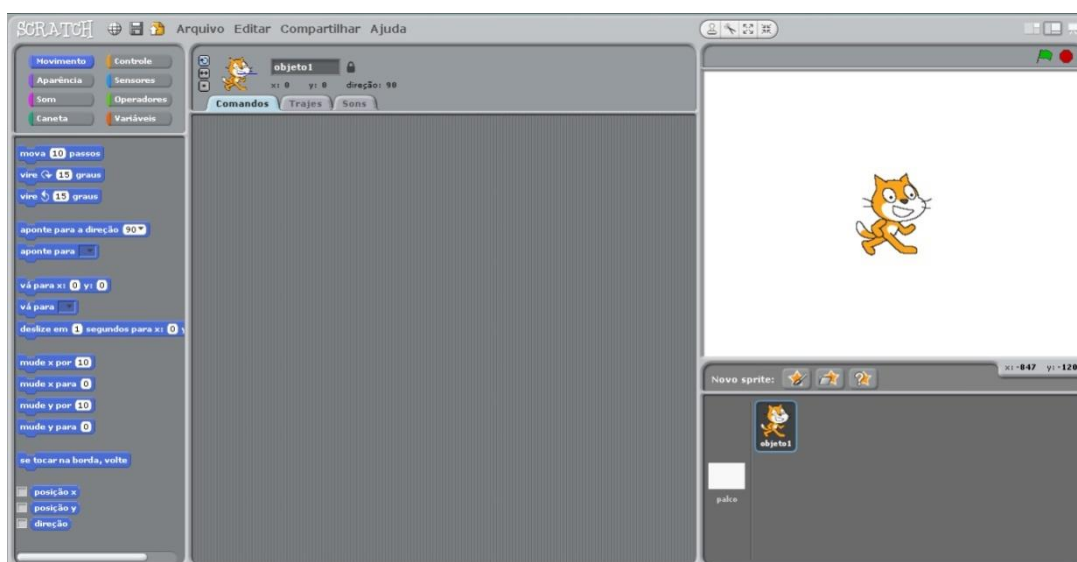
O grupo desenvolvedor compreende que ele ajuda os jovens a aprender a pensar de maneira criativa, refletir de maneira sistemática, e trabalhar de forma

³⁷ Forma que os usuários referem os programas desenvolvidos.

colaborativa. Muitos professores têm utilizado o programa em ambientes de educação, formal e não formal, além de pesquisadores da educação e informática. Uma comunidade virtual existe para compartilhamento de informações sobre o seu uso em educação, desde 2009, com o nome de ScratchEd³⁸, contando com milhares de participantes de diversas partes do mundo. A adesão é estimulada e gratuita.

O ambiente de trabalho do *Scratch* é dividido em três áreas principais; uma régua de comandos, uma área de programação e o palco onde o(s) personagem(s) (*sprite*)³⁹ pode(m) realizar as ações comandadas. Seu personagem original e tradicional, é um gato alaranjado, que pode ser trocado por outros existentes no programa, ou criados a partir de desenho próprio no editor do *Scratch*, ou ainda, importados de outros programas. A interface gráfica está representada na figura 05.

Figura 05: Interface gráfica do *Scratch* 1.4.



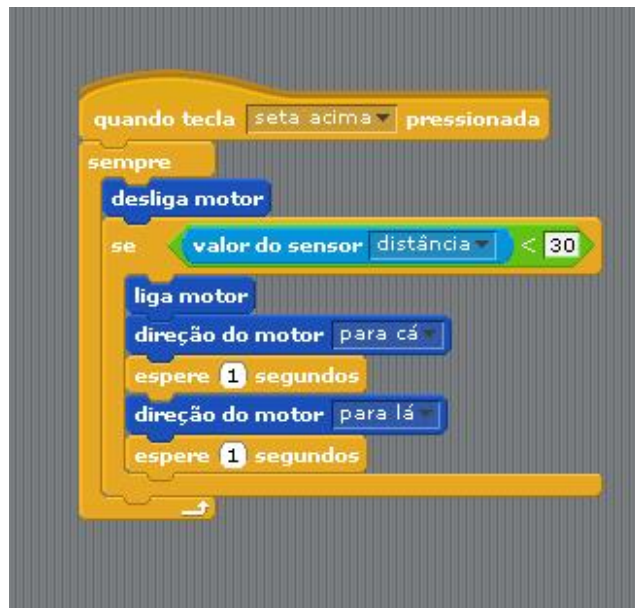
Fonte: o autor

O *Scratch* 1.4 pode ser conectado, sem alterações, ao LEGO® WeDo, acionando o motor – controlando a potência e o sentido de rotação- e lendo um dos sensores conectados ao WeDo. A Pico Board também permite conexão direta com o *Scratch*, mas demanda uma placa que deve ser comprada do fabricante. Um programa de controle para o WeDo, acionando o motor a partir de um sensor, está representado na figura 06.

³⁸Disponível em < <http://scratch.mit.edu/educators/> >.

³⁹Forma que os usuários referem o(s) personagem(s).

Figura 06: *Scratch* controlando o motor e lendo o sensor do LEGO® WeDo



Fonte: o autor.

Como a versão original do *Scratch* não traz a possibilidade de interfaceamento com o Arduino, uma versão modificada, o S4A, foi utilizada na pesquisa.

2.6.4 *Scratch* para Arduino (S4A)

O *Scratch* para Arduino é uma modificação do *Scratch* do *Massachusetts Institut of Technology* (MIT), que permite a programação do Arduino através da adição de blocos de comando de atuadores e leitura de entradas, conectadas ao Arduino. Foi desenvolvido em 2010 pela equipe *Citilab Smalltalk*, e o objetivo principal é de prover um modo simples de interação com o mundo real, aproveitando a facilidade de uso do *Scratch*. O *Citilab Smalltalk* é um grupo do *Laboratory for Relational Algorithmics, Complexity and Learning*, da *Universitat Politècnica de Catalunya*, de Barcelona.

O S4A possibilita a programação do Arduino em alto nível⁴⁰, facilitando o acesso ao mundo da programação, da automação e da robótica às pessoas que não tenham tido contato anterior com o mundo da programação.

O S4A tem uma interface idêntica ao *Scratch*, com a adição de blocos que permitem o controle da placa Arduino, representados na figura 07.

⁴⁰ Linguagem de programação mais próxima da linguagem humana, distante dos códigos utilizados pela máquina.

Figura 07: Blocos adicionados ao *Scratch*, pelo S4A.



Fonte: o autor

2.7 OS SISTEMAS ELETRÔNICOS DESENVOLVIDOS PARA A PESQUISA

A aplicação prática do ARDUINO, dos sensores e atuadores demanda conhecimentos técnicos específicos de eletrônica. Estes conhecimentos costumam ser fator de desistência dos que se iniciam em seu uso e isto pode ser observado nas questões apresentadas nos fóruns sobre o assunto, disponibilizados na Internet. Além disto, o construir conhecimentos referentes à eletrônica, está distante do escopo desta pesquisa. Portanto, os sistemas de conexão e utilização foram pensados e criados de forma a facilitar o seu uso, por parte dos sujeitos da pesquisa, leigos em eletrônica.

A inspiração para a criação tem origem nos sistemas RCX e NXT da LEGO®, do tipo plugue e use⁴¹, consagrados pela sua facilidade de utilização, sabidamente de custo elevado.

Todo sistema eletrônico, incluindo controlador, caixa de comando, sensores e atuadores, foi desenvolvido, exclusivamente para a pesquisa. Este sistema que desenvolvi e montei, foi pensado para preservar o acesso visual aos componentes eletrônicos, visando despertar o interesse pelas “entranhas” dos sistemas eletrônicos, sem dificultar seu uso, e com os cuidados de segurança devidos aos usuários. De acordo com Levy (1994) e a ética *hacker*, o compreender como as coisas funcionam por dentro, é um facilitador e motivador de transformações nos sistemas. Posteriormente utilizei o sistema, com sucesso, em minhas atividades educacionais junto aos alunos do curso técnico em mecânica.

Os sistemas são apresentados a seguir.

⁴¹ *Plug and play.*

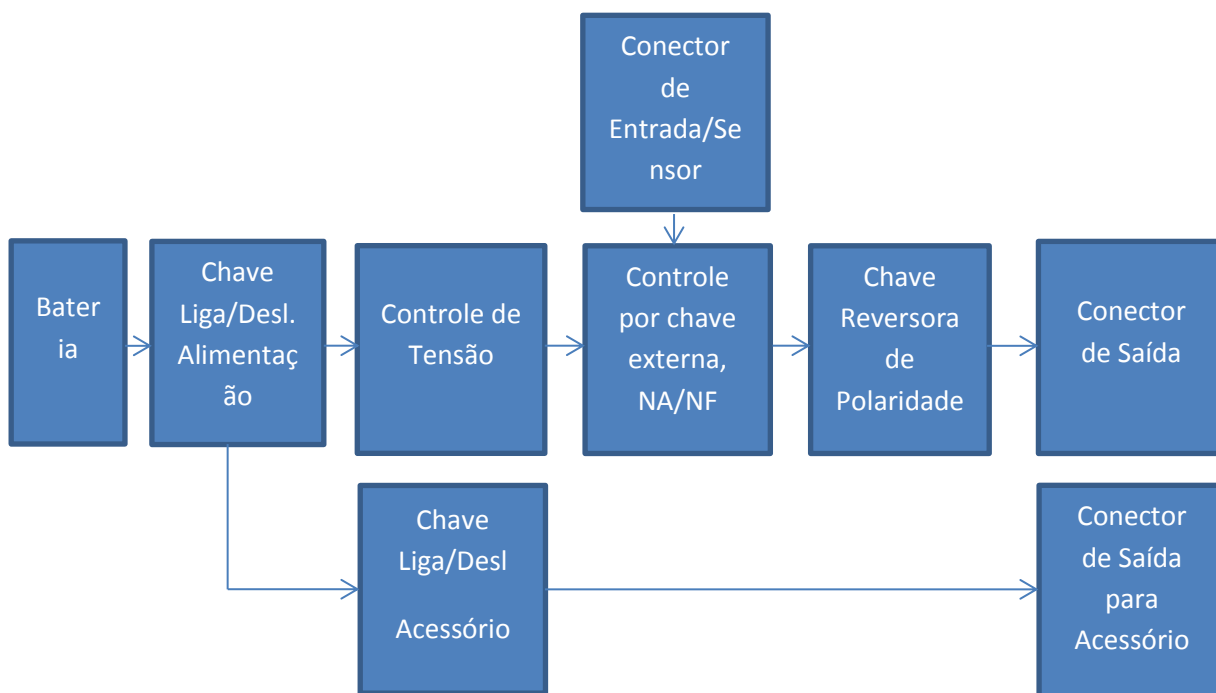
2.7.1 A Caixa de Comando

A caixa de comando é um dispositivo criado para familiarizar o sujeito com o funcionamento dos sensores e motores de Corrente Contínua. Conceitos como potência fornecida ao motor, contatos normalmente abertos (NA) e normalmente fechados (NF), são de difícil compreensão, principalmente para os de idade mais tenra.

O dispositivo é alimentado por baterias, para garantir a integridade física do sujeito, e o sistema de conexão obedece a padronização utilizada no sistema Arduino para o S4A, possibilitando a conexão de alguns dos sensores e motores de corrente contínua, modificados para o Arduino programado pelo S4A.

Uma chave permite a inversão de sentido de giro do motor de Corrente Contínua (CC) e um potenciômetro possibilita a variação de tensão nas saídas para motor CC, variando a potência entregue a ele. Uma saída para acessório, sem variação de tensão e não controlada pela entrada do sensor, também está disponível, controlada por uma chave liga-desliga. As figuras 08 e a fotografia 01 mostram o diagrama de blocos e o aspecto externo da caixa de comando, respectivamente.

Figura 08: Diagrama de Blocos da Caixa de Comando



Fonte: O autor

Fotografia 01 : Painel da Caixa de Comando



Fonte: O autor

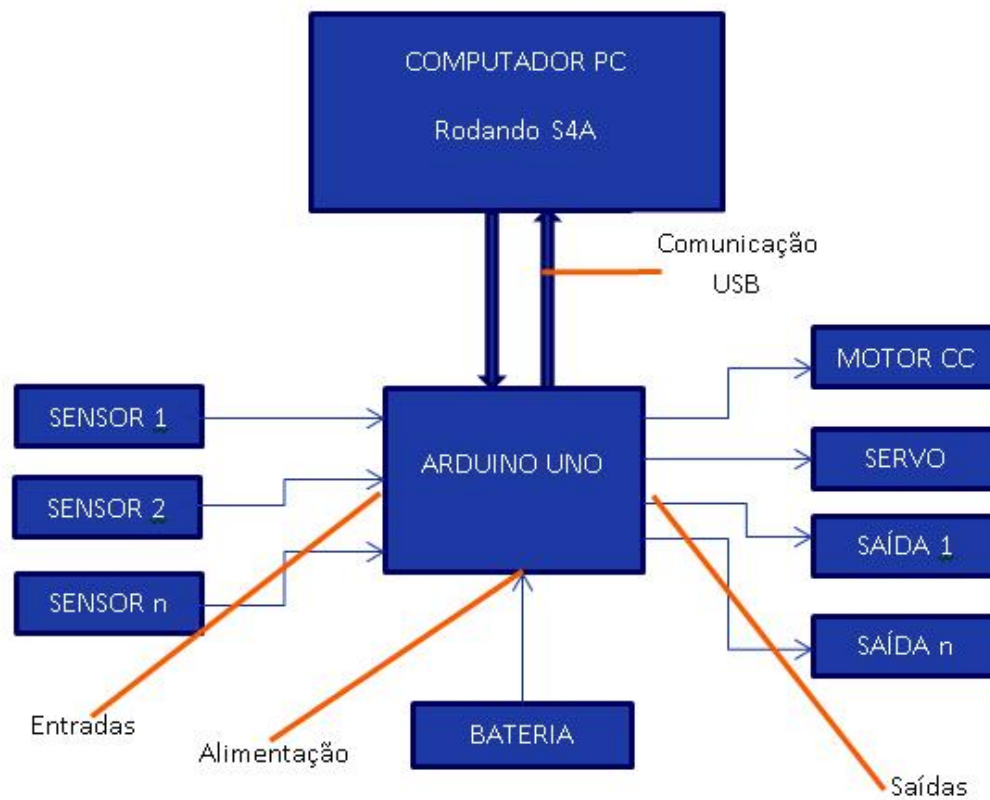
2.7.2 O Sistema Arduino para Programação através do *Scratch* para Arduino (S4A)

O sistema construído para a pesquisa é constituído por um computador do tipo PC, com sistema operacional Windows, rodando o programa *Scratch* para Arduino (S4A), conectado a um micro controlador Arduino (UNO Rev.03) por um cabo USB. O sistema conta com um dispositivo para controle de dois motores de CC, bateria e conectores para simples encaixe dos sensores e atuadores.

Através desta conexão USB, dados são trocados entre o computador e o micro controlador. O computador PC recebe dados do programa S4A e envia para o Arduino, possibilitando o acionamento e o desligamento de saídas. Por sua vez, o Arduino envia dados sobre o estado de suas entradas para o PC, que processa estes valores e envia para o programa S4A, e este novamente processa segundo o programa desenvolvido, em um ciclo que só é interrompido por ação do operador do computador.

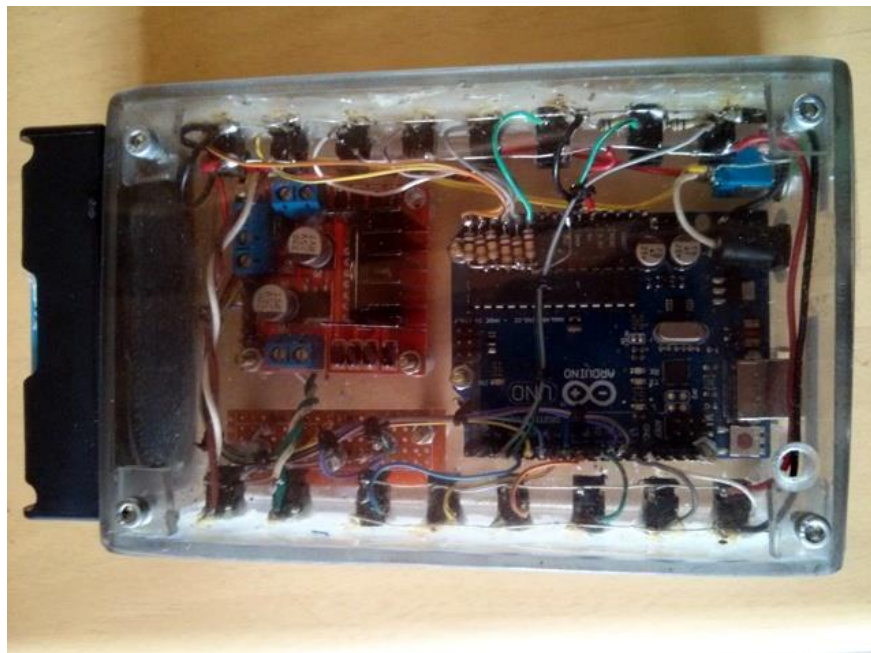
O diagrama de blocos representado na figura 09 demonstra, de forma esquemática, o sistema, e a fotografia 02, o seu aspecto físico.

Figura 09: Diagrama de blocos do sistema S4A



Fonte: o autor.

Fotografia 02: Caixa do Controlador Arduino para *Scratch*



Fonte: o autor.

2.8 OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os registros são fontes de evidências da pesquisa científica e, considerando estudos de caso, Yin (2001, p. 106) recomenda que se utilize mais de uma fonte de evidência. Nesta pesquisa, utilizo a filmagem (F) integral dos encontros, o Diário de Campo (DC) e as produções dos sujeitos (PS).

A filmagem dos encontros considerou os cuidados apontados por Flick (2009) como o posicionamento da câmera para que não domine a situação, o foco para que permita apreender o contexto. A opção pela filmagem se deu por permitir o registro das ações enquanto estas aconteciam, a apreensão de uma maior quantidade de detalhes e a observação repetida de situações transitórias. A escolha da filmagem se deu principalmente pelo foco da pesquisa se situar na análise das interações no contexto das oficinas, complementando os dados dos DC e das PS.

Os encontros foram filmados em sua íntegra e os arquivos foram identificados pela data e horário de início da gravação. O enquadramento das imagens buscava captar as atividades de todos componentes, por vezes tornando a compreensão dos diálogos entre componentes específicos um tanto difícil, principalmente quando diálogos paralelos se estabeleciam. Esta forma de registro, mais coletivo e menos individual, favoreceu a observação dos movimentos de grupo, dificultando, em contrapartida, a observação de fenômenos individuais e diálogos entre participantes próximos. Esses últimos aspectos complementados nos DC.

Imediatamente após cada encontro, anotações de fatos representativos foram feitas no Diário de Campo (DC), identificadas pela data do encontro. Os registros do DC incluíram as impressões do pesquisador quanto as atividades e relações entre os sujeitos, situações que escapavam do planejamento anterior, descrições de acontecimentos e atividades que impactaram o pesquisador e fatos considerados relevantes, considerando os pressupostos desta pesquisa.

As produções dos sujeitos (PS), durante os encontros de oficinas, também serviram como forma de registro para as análises. As PS foram registradas nas filmagens e, eventualmente, por imagens (fotografias) realizadas pelo pesquisador e pelos sujeitos da pesquisa. Na produção da história “O Sonho de M”, as imagens (fotografias) foram realizadas exclusivamente pelos sujeitos da pesquisa, sem interferência do pesquisador.

2.9 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS E TRANSCRIÇÕES: sendo rigoroso para manter a fidelidade

Nesta pesquisa, a transcrição é “uma reprodução de um documento (a gravação) num segundo exemplar (material escrito) que exiba total conformidade e identidade com o primeiro” (MANZINI, 2012, p. 166). Mesmo que distanciado do fato por um lapso de tempo, é um ato de reviver o que foi vivido, com outro enfoque, de forma intencional, olhando para o que foi feito anteriormente.

Durante a transcrição, o enfoque foi nas falas e ações. Foi um exercício de assistir as cenas, descrever as ações e escutar os diálogos, várias vezes, retroceder a gravação para perceber aquele pequeno e importante detalhe, e por vezes se frustrar por não ter registrado o que acontecia e parecia importante para o objetivo da pesquisa.

[...] entrevistas devem ser transcritas, logo depois de encerradas, de preferência por quem as realiza. Depois de transcrita, a entrevista deve passar pela chamada conferência de fidedignidade: ouvir a gravação tendo o texto transcrito em mãos, acompanhando e conferindo cada frase, mudanças de entonação, interjeições, interrupções etc. Transcrever e ler cada entrevista realizada, antes de partir para a seguinte ajuda a corrigir erros, a evitar respostas induzidas e a reavaliar os rumos da investigação. Entrevistas podem e devem ser editadas. (DUARTE, 2004, p. 220)

As produções dos sujeitos (PS) e as anotações no diário de campo (DC) serviram, durante as transcrições, como apoio e complemento às filmagens (F) dos encontros. E quando os arquivos de filmagens apresentaram problemas, como arquivos corrompidos, o diário de campo (DC) foi o meio de registro utilizado com maior aprofundamento.

A transcrição obedeceu rigorosamente a um sistema, ou protocolo, previamente definido. Nesta pesquisa, as transcrições possibilitaram a análise dos movimentos sociocognitivos, bem como da atuação do pesquisador, enquanto provocador. O programa de computador *Transana*⁴² foi utilizado para a apresentação das filmagens, por facilitar o controle de reprodução das gravações, e na segunda metade das transcrições, o programa *ViaVoice*⁴³ foi utilizado para a escrita dos textos. As imagens eram, então, observadas no *Transana* e transcritas no *ViaVoice*.

⁴² Programa desenvolvido para transcrição de filmagens e gravações, disponível em <http://transana.org/download/index.htm>

⁴³ Programa de computador, da IBM, que transcreve para caracteres escritos, textos ditados ao microfone.

A sistemática de transcrição obedeceu, durante todo processo, a uma metodologia rígida, que envolvia a total transcrição das gravações, relatando além dos diálogos, os movimentos e interações ocorridas entre os componentes. Os diálogos de cada componente foram identificados pela representação de uma letra, que representa cada componente, em negrito e itálico, seguido de dois pontos (:), indicando a fala. Quando anotações representativas das ações se fizeram necessárias para clarear o sentido da fala, em meio ao diálogo, foram representadas entre parênteses. Quando, entre diálogos, atividades representativas ocorriam, foram representadas no texto sem a utilização dos dois pontos.

Sempre que uma atividade de maior significância acontecia, uma imagem era gerada através da captura da tela⁴⁴ e colada ao texto da transcrição, junto com rótulos (*tags*) que representavam o horário de ocorrência dentro da filmagem específica, facilitando a busca posterior, durante a análise dos dados. Pausas entre diálogos e tempos de espera foram representados pelo uso de reticências (...).

Na análise e construção dos dados, os registros do Diário de Campo (DC) são representados entre aspas e seguidos da identificação da fonte (DC) e da data de registro, como exemplificado a seguir: “Ao entrar no recinto, fiquei espantado com a quantidade de crianças e jovens.” (DC, 23/04/14).

Os diálogos, registrados nas transcrições, são representados por um recuo de dois centímetros da margem esquerda, tamanho de fonte 11 e espaçamento simples.

Um exemplo de transcrição está representado abaixo, apresentando primeiro a transcrição e após uma captura de tela do programa utilizado, anexada a transcrição:

Transcrições das filmagens de 28_05_14

Arquivo: VID_20140528_090506

[...]

Tatá: Ah, minha colega tinha estes negocinhos ai.

Jê: O que?...Quais negocinhos?...(inicia a demonstração dos movimentos da retroescavadeira).

(0:02:20.7)

⁴⁴Printscreen.

The screenshot displays a software interface for video transcription. The top-left pane shows a red waveform representing the audio track. The top-right pane is a video player showing a group of students in a classroom setting, gathered around a table and working with a yellow robot. The bottom-left pane contains a transcript with the following text:

```

12 [10:02:00.11] [sem que aprender como que estas
13 [10:02:00.11] [brinquedos? Olhem aqui, eu trouxe umas coisas que da
14 [10:02:00.11] [pra fazer com LEGO, tem coisas a mais com brinquedos
15 [10:02:00.11] [montados, mesmo observados por todos
16 [10:02:00.11] [Ter: Ah, minha colega tinha estas aqui...
17 [10:02:00.11] [Dei: O que
18 [10:02:00.11] [De: É isso a demonstração de um robô...
19 [10:02:00.11] [comanda...
20 [10:02:00.11] [comanda...
21 [10:02:00.11] [comanda...
22 [10:02:00.11] [comanda...
23 [10:02:00.11] [comanda...
24 [10:02:00.11] [comanda...
25 [10:02:00.11] [comanda...
26 [10:02:00.11] [comanda...

```

The bottom-right pane shows a search bar and a list of items. The Windows taskbar at the bottom indicates the date is 28/05/2014 and the time is 14:58.

45

⁴⁵ A imagem apresentada é parte integrante do exemplo da transcrição.

3 CONSTRUÇÃO DOS DADOS: as oficinas de Robótica Educativa

O primeiro encontro de trabalho com os sujeitos da pesquisa ocorreu em 28 de maio de 2014, contando com a presença de **Dodô, Lelê, Gegê, Lulu, Tatá e Viví**. Duas máquinas escavadeiras, montadas em LEGO®, representadas na figura 06, foram apresentadas para exploração dos grupos, com o intuito de familiarizar os participantes com as possibilidades de construção que o LEGO® permite. Os participantes foram provocados a explorar os sistemas de engrenagens disponibilizados nas máquinas apresentadas. Após, uma atividade guiada, baseada em um roteiro de montagem da LEGO® *SimpleMachines*, foi apresentada aos sujeitos. Envolveu o uso de vários sistemas de redução e ampliação de relação de rotação, utilizando engrenagens e polias. A problematização da atividade estava relacionada à percepção das distintas relações de transformação de velocidade e de força, provocando os sujeitos à exploração de um sistema de engrenagens. A contagem do número de voltas dadas em uma manivela instalada no eixo de entrada e o número de voltas de um ponteiro indicador instalado no eixo de saída do sistema redutor, provocou, nos sujeitos, a possibilidades de fazer relações com conceitos matemáticos. Quando questionados sobre a relação que poderia ser feita com a matemática, afirmaram ser a operação de divisão (V, 28/04/14). Após, provocados a trocar a posição do ponteiro pela manivela, afirmaram que o sistema multiplicava o número de voltas da manivela (V, 28/04/14). O encontro está representado na fotografia 03.

Fotografia 03: Primeiro encontro, exploração das máquinas LEGO.



Fonte: O autor.

No segundo encontro com os sujeitos da pesquisa, em 11 de junho de 2014, apenas *Viví*, *Tatá*, *Lulu* e *Lelé* estavam presentes. Duas montagens estavam programadas, um chutador e uma roda gigante. Os esquemas de montagem das bases e da roda gigante, desenvolvidos anteriormente pelo pesquisador, foram disponibilizados em formato digital, com a utilização do programa LEGO® *Digital Designer*. A problematização destas atividades estava relacionada à escolha da correta relação de transformação, utilizando engrenagens para cada montagem. Uma instrução guiada de montagem, desenvolvida no programa LEGO® *Digital Designer* e disponibilizada em um computador para cada grupo, foi apresentada visando a construção da base e a correta localização dos eixos de acionamento. A atividade do chutador, acionado manualmente, encerrou com um desafio entre as duplas de chute à distância, provocando forte interação entre os sujeitos e entre os grupos. Dando sequência ao encontro, houve a montagem da roda-gigante com acionamento manual, que posteriormente recebeu motor LEGO® controlado pela caixa de comando. A proposta da competição entre os grupos foi manter um tijolo LEGO® no banquinho da roda-gigante, enquanto essa girava. A montagem da roda gigante acionada por motor está representada na fotografia 04.

Fotografia 04: Roda Gigante, acionada por motor.

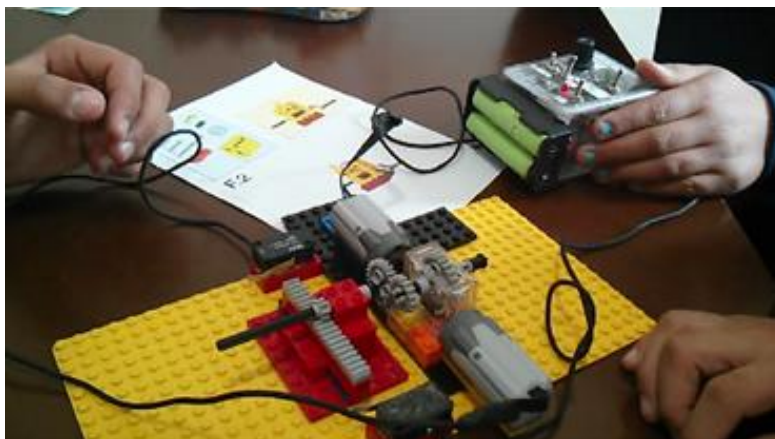


Fonte: o autor.

Em 25 de junho de 2014, durante o terceiro encontro da pesquisa, o grupo foi alocado em uma pequena sala com uma escrivaninha. Estavam presentes *Viví*, *Lelé*, *Dodô* e *Tatá*. Foi o primeiro encontro da pesquisa em que um dos subgrupos formou-se com um menino (*Dodô*) e uma menina (*Tatá*). A proposta inicial foi a de uma

montagem guiada, LEGO® *SimpleMachines*, de um sistema de movimentação linear, muito semelhante a um portão de garagem, com acionamento manual. Após a conclusão da montagem inicial, os sujeitos foram provocados a movimentar o sistema com a utilização de um motor controlado pela caixa de comando. Após perceberem que o sistema deveria ser desligado manualmente, os sujeitos foram provocados a automatizar o sistema, utilizando sensores. No final do encontro, **Dodô** sugeriu a automatização completa do portão, apresentado na fotografia 05, provocando interação de todos participantes em um único projeto. Este fato foi considerado muito significativo porque, até este encontro, as interações entre os grupos restringiam-se a conflitos e coações entre os sujeitos.

Fotografia 05: Sistema de movimentação automatizado.



Fonte: o autor

No quarto encontro da pesquisa, realizado em 02 de julho de 2014, estavam presentes **Dodô**, **Tatá** e **Lulu** e o início das atividades se deu pela livre exploração das peças disponibilizadas, por vontade dos sujeitos. **Tatá** envolveu-se intensamente na construção de um carrinho motorizado. Após a livre exploração, a proposta de trabalho foi explorar os diversos tipos de sensores, utilizando a caixa de comando, representada na fotografia 06. **Lulu**, que brincava com uma figura feminina, removeu o cabelo da boneca e afirmou: “está com câncer”, sugerindo a construção de uma história sobre a bonequinha com câncer, representada neste fragmento da transcrição das filmagens (F).

Lulu tira o cabelo do boneco e mostra para **Tatá**. Ambas riem.

Lulu: é câncer

Tatá: câncer...

Lulu: não fala, ela é doente.

Jê: o que?

Lulu: ela é doente.

Jê: sim ela pode estar fazendo quimioterapia.

Lulu: quem sabe, um dia, a gente faz uma historinha sobre isto aqui.

Fotografia 06: **Lulu** e **Tatá** exploram o sensor de som.



Fonte: o autor.

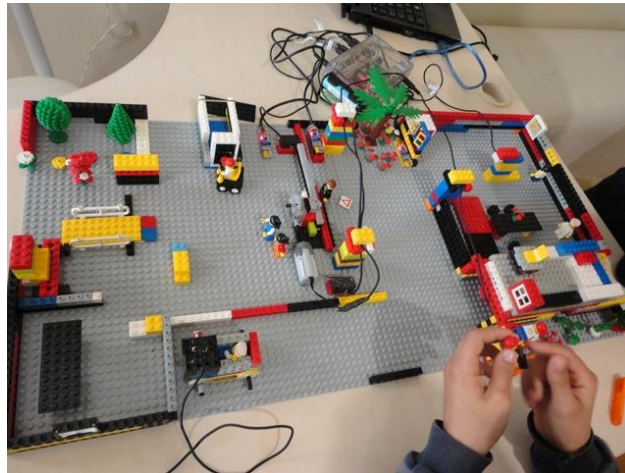
Após esta interação, os participantes foram informados que a proposta de construção da história poderia ser concretizada nos encontros finais, provocando reações de alegria entre eles.

O quinto encontro, de 09 de julho de 2014, apresentou problemas de registro. O arquivo gravado da filmagem (F) corrompeu, impossibilitando seu acesso. O único registro deste encontro está no Diário de Campo (DC). Neste encontro **Lulu**, **Tatá**, **Viví** e **Dodô** exploraram o Arduino, utilizando o programa *Scratch* para Arduino (S4A). Como **Lulu** e **Tatá** não demonstravam motivação, os grupos foram rearranjados, colocando **Viví** e **Lulu** em um grupo, e **Dodô** e **Tatá** em outro. **Lulu** e **Viví** brigaram, pois **Lulu** monopolizava as montagens e explorações, **Dodô** e **Tatá** interagiram de forma mais participativa. As provocações foram relacionadas à descoberta do funcionamento dos sensores, dos motores, servo-motores e da lógica de programação do Arduino através do programa S4A. Os alunos foram provocados a programar o sistema para que o acionamento dos sensores atuassem sobre o controle de velocidade e/ou sentido de giro do motor, e o ângulo de posicionamento do servo-motor. Neste encontro surgiu a ideia da criação da história sobre possibilidades que poderiam tornar a vida de **M** mais fácil. **M** é um menino, deficiente físico, colega e amigo dos sujeitos.

O sexto encontro, em data distinta da programação inicial, foi combinado com a professora responsável, para que a pesquisa pudesse ser concluída antes das férias de inverno que se aproximavam. Realizado no laboratório de informática da escola, em 14 de julho de 2014, teve como proposta a construção do cenário da história que propunha melhorias e soluções para a vida de *M*. Participaram do encontro *Lulu*, *Viví* e *Dodô*. O tema da história foi definido pelos sujeitos da pesquisa com o título: Uma vida melhor para *M*. Ao iniciar o encontro, a grande quantidade de peças disponibilizadas provocou alvoroço e uma intensa exploração. Após L, V e D foram provocados a formalizar o tema da história, o que provocou intensa discussão sobre o assunto a ser desenvolvido. Para propiciar autonomia aos participantes, sai do recinto, deixando-os a sós. Ao serem solicitados a informar o tema decidido, em meu retorno ao recinto, os sujeitos informaram que fariam uma história sobre um dia na vida do colega, deficiente físico. A história iniciaria com ele em casa de onde sairia para a escola com uma van adaptada, já que a normalmente utilizada não é adaptada para ele. Na escola, ele encontraria uma menina que praticaria *bullying*, deixando-o triste. Ao final, o colega acordaria e tudo não passaria de sonho. Após a aprovação da história, as bases para a montagem com Lego foram dispostas no centro da mesa e as montagens foram liberadas. *Lulu* decidiu montar a escola, *Viví* decidiu montar a van e *Dodô* preocupou-se com a divisão dos ambientes, desejando montar o portão com acionamento automático.

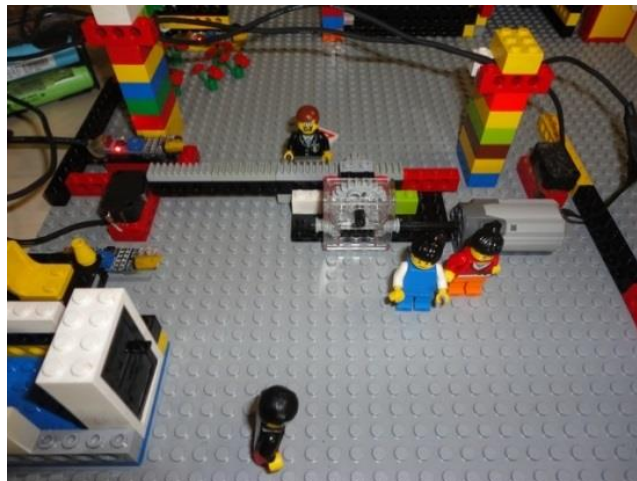
Em 16 de julho de 2014, o sétimo e último encontro da pesquisa aconteceu na entidade que atende os jovens, com a participação de *Viví*, *Dodô*, *Lulu* e *Tatá*. Os sujeitos concluíram a montagem do cenário, fotografia 07 e fotografia 08, realizaram as fotografias, fotografia 09, criando hipóteses para a construção da história. Após, o cenário foi apresentado ao grande grupo do projeto Mais Educação, fotografia 10.

Fotografia 07: Montagem final do cenário para a história.



Fonte: o autor.

Fotografia 08: Detalhe da montagem.



Fonte: o autor.

Fotografia 09: Realização das fotografias para a história.



Fonte: o autor.

Fotografia 10: **Dodô** explica, para o grande grupo, o funcionamento do cenário.



Fonte: o autor.

Após as férias de inverno, em 06 de agosto de 2014, em um encontro além dos anteriormente previstos para a pesquisa, apenas **Dodô** e **Viví** estavam presentes. Os sujeitos foram provocados a produzir a história no programa *Power Point* e, por alegarem não conhecer o programa, uma pequena história foi produzida como exemplo, com apoio do pesquisador, utilizando as fotografias anteriormente realizadas pelo grupo. A história não foi salva no computador e os sujeitos foram provocados a desenvolver a sua própria história sem a participação do pesquisador, em companhia dos demais sujeitos da pesquisa. A tarefa de realização da história foi deixada sob a responsabilidade dos sujeitos, com entrega programada para três semanas depois, sendo entregue na data prevista.

3.1 AS ANÁLISES: a incansável recursividade

As análises das transcrições obedecem ao que, numa metáfora, definiria como uma dobra de método sobre método. A intenção de utilizar o Método Clínico de Piaget é confrontada com a dura realidade das transcrições, como Delval cita ao referir o Método Clínico sendo utilizado como método de análise:

Depois de concluir a coleta de dados e de transcrever as entrevistas, deparamo-nos com uma enorme quantidade de informações que não tem uma estrutura precisa. À primeira vista, as respostas dos sujeitos são muito variadas, por se tratar de um método muito aberto e flexível, e cabe a nós encontrar uma organização e uma coerência nesses dados. (DELVAL, 2002, p. 14)

Por isso, a análise das transcrições teve início por uma categorização primária, embasada no método de Análise Textual Discursiva, preconizado por Moraes e Galiazzi (2007), buscando categorias significativas dentro do objeto de estudo. Este método foi selecionado por facilitar a organização do relativo caos que se estabelece nas transcrições, uma tarefa que Stecanella (2010) bem define em sua metáfora, como um trabalho de arqueologia, um constante “escovar as palavras”, recursivamente buscando significações e categorizações.

As categorias inicialmente adotadas foram as que envolviam a sociocognição: coação, conformismo e cooperação. Após a categorização inicial, o método de análise se afastou da Análise Textual Discursiva, deslocando-se para um movimento de análise a partir da estruturação do Método Clínico de Piaget. Assim, um constante olhar para as categorias selecionadas, descritas no próximo subcapítulo, seguido de buscas teóricas, retorno para os dados e volta às teorias, sempre se perguntando pelos objetivos, levou a um construir e reconstruir, despertado pelas teorias reavivadas nas leituras e nos dados, dando consciência sobre os fenômenos e processos, sem recortar o texto, mantendo os processos em sua íntegra e analisando-os sob a luz da teoria.

Este constante movimento de considerar os dados F, DC e PS, entremeados de aprofundamentos nos estudos das teorias envolvidas, trouxe uma percepção não considerada nos objetivos desta pesquisa, ou seja, a percepção de que as intervenções utilizadas pelo pesquisador nem sempre estavam de acordo com o que havia sido planejado, identificando movimentos de tomada de consciência quanto ao método e à teoria. Esta reflexão está descrita no subcapítulo “O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO PESQUISADOR”.

3.2 AS CATEGORIAS DE ANÁLISE

Como já explicitado anteriormente, esta pesquisa tem o objetivo de observar e compreender como se evidenciam os mecanismos sociocognitivos entre os sujeitos, durante as seções de oficinas com o uso da Robótica Educativa. Com esse foco desenvolveu-se dois eixos de análise (Movimentos Sociocognitivos e Construção do Pesquisador). Um terceiro eixo de análise se propõe a construir princípios para uma proposta de Robótica Educativa a partir dos recursos tecnológicos do Arduino e *Scratch*, como anunciado num dos objetivos específicos.

Embora os mecanismos de conformismo, coação e cooperação fossem já definidos a partir da teoria, no desenvolvimento da análise diversos aspectos emergiram. Destaque deve ser dado ao que se evidenciou como coações do pesquisador. Esse aspecto deu origem a uma reflexão sobre o “ser educador”, o pesquisador, constituindo o segundo eixo de análise, como já referido anteriormente e denominado “Construção do Pesquisador”. Essas análises são apresentadas no capítulo seguinte.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO: Observando de forma crítica

Nesse capítulo trago a análise dos três eixos já referidos no capítulo anterior, a saber, Movimentos Sociocognitivos, o Processo de Construção do Pesquisador e Princípios para o Trabalho com Robótica Educativa a partir dos recursos tecnológicos do Arduino e *Scratch*.

Início por explorar o primeiro eixo, com as características dos processos que evidenciam o estabelecimento de processos de **conformismo, coação e de cooperação**. Após, discuto a origem de um novo pesquisador e educador, durante a pesquisa, e termino por apontar princípios para trabalho com a robótica educativa.

4.1 MOVIMENTOS SOCIOCÓGNITIVOS

Esse primeiro eixo de análise busca responder ao objetivo específico de analisar como os processos sociocognitivos (cooperação, coação, conformismo) se evidenciam, quando as crianças/adolescentes são provocadas a interagir entre si e com os recursos da Robótica Educativa. Mapeou, assim, a presença dos mecanismos sociocognitivos, considerados, nesse estudo, a partir do que apresento a seguir:

- Conformismo: caracterizado por respeito unilateral, hierarquia nas relações, heteronomia, não envolvimento ou comprometimento, um desligar-se do que ocorre ao seu redor.

- Coação: caracterizado por respeito unilateral, heteronomia, regras externas ao sujeito, hierarquia nas relações, impor seus desejos e formas de pensar, sem considerar o ponto de vista do outro, egocentrismo.

- Cooperação: caracterizada por descentração, reciprocidade, autonomia, trocas heterárquicas, respeito mútuo, em que se pode “construir novas hipóteses de conhecimento a partir do confronto, das trocas de ponto de vista e da colaboração e intercâmbio com os pares iguais” (RANGEL, 1992, p. 71)

Ainda segundo Rangel , cooperar é:

transformar, reelaborar ou construir julgamentos morais e normas de convivência social a partir de um processo de conscientização e de tomada de decisão que emerge do confronto e se direciona para o consenso entre a minimização das perdas pessoais e a maximização dos ganhos pessoais e coletivos (RANGEL, 1992, p. 71).

Conforme já apresentado no capítulo do método, percebeu-se que os sujeitos interagiam a partir de propostas e desafios do pesquisador.

Os indícios dos movimentos sociocognitivos estão representados, de forma sucinta, no quadro 02, abaixo, e são discutidos com maior profundidade nos subcapítulos seguintes.

Quadro 02: Indícios de movimentos sociocognitivos.

CATEGORIAS	ENCONTRO	EVIDÊNCIA
Coação: caracterizada por respeito unilateral, heteronomia, regras externas ao sujeito, hierarquia nas relações, imposição de seus desejos e formas de pensar, sem considerar o ponto de vista do outro, egocentrismo.	2°	<i>Tatá</i> tenta pegar uma peça no chão e <i>Lulu</i> , com expressão impositiva e com certa agressividade na voz: segura aqui. <i>Tatá</i> a observa e logo segura a base. <i>Lulu</i> continua girando e a peça cai. <i>Lulu</i> solta à montagem e se abaixa para apanhar a peça caída. <i>Tatá</i> aproveita para movimentar o sistema.
	3°	<i>Lelê</i> segura a ponta da cremalheira. <i>Viví</i> : pó largar, pó largar (tira a mão de <i>Lelê</i> das peças).
	3°	Enquanto <i>Lelê</i> fala muito alto “eu não quero ir para a escola”, várias vezes, os demais conversam entre si, impossível compreender. <i>Viví</i> arranca o boneco das mãos de <i>Lelê</i> , que sorri e se aquieta. <i>Viví</i> : deu, deixa ele aqui (coloca o boneco sobre a mesa, longe de <i>Lelê</i>).
	6°	<i>Lulu</i> : para, vamos pensar o que vamos fazer. (tira umas peças da mão de <i>Dodô</i> .) <i>Dodô</i> : tá. <i>Lulu</i> para <i>Viví</i> : fica quieto. <i>Viví</i> : Tu que fica.
Conformismo: caracterizado por respeito unilateral, hierarquia nas relações, heteronomia, não envolvimento ou comprometimento, um descompromisso com o que ocorre ao seu redor.	2°	<i>Tatá</i> tenta pegar uma peça no chão e <i>Lulu</i> , com expressão impositiva e com certa agressividade na voz: segura aqui. <i>Tatá</i> a observa e logo segura a base.
	3°	<i>Dodô</i> faz a alteração na montagem e <i>Tatá</i> tenta interferir, porém <i>Dodô</i> mantém as mãos na frente. <i>Tatá</i> encolhe os braços e fecha as mãos.
	6°	<i>Jê</i> : e mais o que vocês vão fazer além desta única porta que o <i>Dodô</i> está fazendo? E do carrinho? <i>Lulu</i> : não sei por que ele tá ocupando a escola inteira com este motor. (nenhum dos meninos dá atenção ao que ela fala) Né senhor <i>Dodô</i> ? <i>Dodô</i> continua sua montagem do portão, e <i>Viví</i> a do carrinho.
Cooperação: caracterizada por descentração, reciprocidade, autonomia, trocas heterárquicas, respeito mútuo, em que se pode “construir novas hipóteses de conhecimento a partir do confronto, das trocas de ponto de vista e da colaboração e	3°	<i>Dodô</i> e <i>Tatá</i> buscavam a solução para o desafio que eles haviam criado, abrir e fechar o portão de forma automática. <i>Viví</i> , pertencente a outro grupo, interfere de forma construtiva, buscando a solução junto ao outro grupo. <i>Dodô</i> : agora eu entendi, é que são dois (movimenta o segundo sensor em sua mão). <i>Jê</i> : então, explica para <i>Tatá</i> . <i>Dodô</i> : é que este daqui (sensor 2) não tá ligado neste aqui (caixa de comando 1). <i>Tatá</i> : Uhhmm... <i>Jê</i> : Tu <i>Viví</i> , e explica para ela. <i>Viví</i> : é que este daqui (caixa de comando 1) vai neste motor

intercâmbio com os pares iguais” (RANGEL, 1992, p. 71).		aqui, e como este daqui (sensor 1) funciona só neste motorzinho aqui (aponta a caixa de comando 1 e o motor)... Aí se tu ligar este (sensor 2), ele não é o mesmo que esse (caixa de comando 1), a aí e ele não vai parar. Tatá: ãããã
	5°, 6° e 7°	Criação da história de um mundo melhor para M , um movimento que sugere indícios de cooperação moral pôde ser observado quando os sujeitos descentraram-se, colocando-se no lugar de M , a fim de que a história fosse criada, conscientizando-se da realidade vivida pelo colega/personagem, deficiente físico, e tomando decisões de aspecto moral e, principalmente, posicionando-se contra o <i>bulling</i> .
	6°	Dodô teve problemas na montagem do redutor de velocidade para o portão, colocando as engrenagens com alinhamento perpendicular, impedindo seu funcionamento. Problematizados sobre a origem do não funcionamento, não perceberam o erro de montagem. Solicitado a girar duas engrenagens, Viví segurou uma em cada mão e girou-as separadas. Solicitado a juntar as engrenagens, aproximou-as, mantendo a perpendicularidade entre elas. Questionados sobre outra forma de montagem, Lulu , embora não estando diretamente envolvida na montagem, tomou as engrenagens da mão de Viví e encaixou-as corretamente, demonstrado o correto posicionamento.
	6°	Dodô: era para ter um final feliz. Jê: filma ali (indicando o portão) Dodô: era para ter um final feliz. Jê: era para ter um final feliz, e não teve? Dodô: terminou com ele chorando, a porque sofreu <i>bulling</i> . Jê: mas a vida dele, não é assim? Dodô: não. Viví: não, tem uns que zoam com ele mesmo. Dodô: é, mas tem gente que brinca com ele. ... Deveria terminar com um final feliz...
6°	Jê: Viví , conta para o professor o que é isto aqui. Viví: isto é o tipo o uma encenação, com sensores, da casa dele. Quando ele passa por aqui, tipo embaixo, liga esta luz e a da garagem. E aqui tem um portão... Jê: por que vocês fizeram isto tudo? Viví: a gente fez e isto tudo, para tipo, facilitar a vida dele na escola.	

Fonte: O autor.

4.1.1 Movimentos de coação e conformismo

A seguir apresento alguns extratos em que indícios de **coação e de conformismo** se evidenciaram nas trocas, a partir dos movimentos dos sujeitos.

Nas trocas que evidenciam a coação e o conformismo não há igualdade na relação, ou seja, o respeito é unilateral, as relações são heterônomas e hierárquicas e as

regras são externas ao sujeito. No conformismo encontramos os mesmos aspectos da coação, além do não comprometimento ou envolvimento com a atividade.

As interações entre os sujeitos foram provocando movimentos nas trocas entre os sujeitos, sugerindo a existência de coações e conformismos, exemplificadas nos extratos das transcrições das filmagens (F), abaixo representados.

Durante o segundo encontro, enquanto os sujeitos interagiam em seus grupos, as meninas testavam a montagem e **Jê** interagia com os meninos.

Lulu e Tatá, juntas: ai, caiuuu...

Lulu, girando a roda em alta velocidade: ó que tri, faz vento.

Tatá tenta pegar uma peça no chão e **Lulu**, com expressão impositiva e com certa agressividade na voz: segura aqui.

Tatá a observa e logo segura a base. **Lulu** continua girando e a peça cai. **Lulu** solta à montagem e se abaixa para apanhar a peça caída. **Tatá** aproveita para movimentar o sistema.

O movimento dos sujeitos, acima, aponta indícios de um estabelecimento de hierarquia através da imposição de um sujeito sobre o outro, sem que as regras tenham sido negociadas. O sujeito **Tatá** apresenta comportamento que aponta indícios de conformismo, enquanto a ação do sujeito **Lulu** apresenta indícios de coação e constrangimento, impondo suas vontades sobre **Tatá**, que aceita. Porém, no instante em que **Lulu** está desatenta à montagem, **Tatá**, rapidamente, assume o acionamento da montagem. Como já foi afirmado anteriormente, para Piaget (1998), o constrangimento leva à obediência da lei imposta, sem considerar suas intenções.

O terceiro encontro, conforme afirmado anteriormente, foi distinto dos anteriores na constituição dos grupos, pois um dos grupos apresentou constituição de gênero misto, produzindo movimentos de interação distintos dos anteriormente verificados, como os que sugerem coações, exemplificados nos extratos das filmagens (F) abaixo representados.

Jê: e está difícil para tirar? Deixa ajudar. (utiliza um sacador de peças)

Lelê observando **Jê**: ah, que legal.

Jê: ó, uma para cada um (entrega um sacador para cada grupo).

Dodô faz a alteração na montagem e **Tatá** tenta interferir, porém **Dodô** mantém as mãos na frente. **Tatá** encolhe os braços e fecha as mãos.

Jê: vocês lembram o que falei antes, sobre quem monta?⁴⁶

Dodô: ahã.

Dodô coloca a montagem ao alcance de **Tatá**.

[...]

Jê: tenta fazer aí com ele (percebe que o tijolo que está embaixo da cremalheira não aceita a inclusão de mais peças). Faz assim (apanha um tijolo mais comprido na caixa), e este aqui é igual àquele só mais comprido... Tira a cremalheira fora, liga ai.

Lelê segura a ponta da cremalheira.

⁴⁶Anteriormente os sujeitos haviam sido provocados a realizar as montagens de forma participativa, alternando os seus papéis durante os encontros, buscando evitar a monopolização da montagem.

Viví: pó largar, pó largar (tira a mão de **Lelê** das peças).
[...]

Jê: qual era a história?

Enquanto **Lelê** fala muito alto “eu não quero ir para a escola”, várias vezes, os demais conversam entre si, impossível compreender. **Viví** arranca o boneco das mãos de **Lelê**, que sorri e se aquieta.

Viví: deu, deixa ele aqui (coloca o boneco sobre a mesa, longe de **Lelê**).

No primeiro extrato percebe-se mais claramente movimentos de coação entre os sujeitos, sendo que **Viví** e **Lulu** assumem uma posição mais coercitiva, sendo que os demais assumem uma posição de conformismo.

No extrato a seguir percebemos um movimento diferenciado do sujeito **Tatá**, que a princípio não se importava com a sua situação de submissão, conformando-se com as coações de **Lulu**. Foi **Tatá** quem percebeu as necessidades de uso de dois sensores para desligamento, na montagem automatizada do portão, durante o terceiro encontro, representado na fotografia 11. Esta situação provocou um sentimento de satisfação pelo sucesso, como pode ser observado no diálogo abaixo, transcrito das gravações:

Jê: o que nós podemos fazer para parar?

Tatá: será que não é um sensor que, tipo, ele fica ali e quando está chegando perto, tipo, para ele cair, ele não fecha? [...]

Tatá: tipo, quando ele abre, não tem um botão para encostar? [...]

Tatá: tem que ser este aqui (mostra a chave fim de curso. Após, pega a peça da mão de **Dodô**, para desmontar) [...].

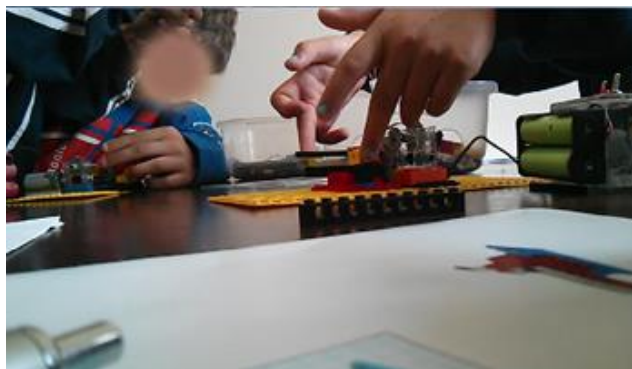
Tatá: (em tom de deboche) gurias não sabem mexer neste negócio, né...

Dodô: eu disse que gurias são mais (incompreensível, ?gata?, ?chata?), não que não sabem mexer.

Jê: viu como preconceito não leva a lugar nenhum, já aconteceu lá com o colega de vocês, outro dia.

Tatá, esfregando as mãos, satisfeita: daí quando chegar lá, vai fazer.

Fotografia 11: **Tatá** apontando o local onde deveriam existir sensores.



Fonte: o autor

No exemplo de interação acima, pode-se perceber um movimento que indica indícios de empoderamento de **Tatá**, num posicionamento contra a coação, de acordo com a afirmativa de Freire de que a educação deve propiciar oportunidade para que os oprimidos “comecem a crer em si mesmos” (FREIRE, 1987, p. 29), descobrindo sua vocação de “ser mais” (Id.) e não ser “simplesmente reprodutora da ideologia dominante.” (FREIRE, 1996, p. 70). Provocada pelo pesquisador, **Tatá** descobriu a solução para o problema antes que seus colegas que, anteriormente, demonstravam ter mais facilidade em compreender os dispositivos automatizados.

Após este encontro em que trabalhou junto a **Dodô** e sem a presença de **Lulu**, **Tatá** demonstrou maior reação com relação a situações de coação, atrevendo-se a contrariar os demais participantes, impondo suas vontades, pouco considerando os desejos dos demais sujeitos.

A partir desta constatação, é possível aventar a possibilidade de que **Tatá** inicia uma tomada de consciência do seu “poder”, num movimento de empoderamento⁴⁷, saindo do conformismo, de acordo com o que Piaget (1998, p. 10) afirma ser um movimento que pode ser provocado pela escola ativa, e em conformidade com Freire (1996) e Silva (2013), que afirmam que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), em que a Robótica Educativa se enquadra, podem propiciar um movimento de empoderamento ao sujeito aprendente, tomando consciência de seu potencial, da sua capacidade, do seu poder de realização e das suas possibilidades de progresso. Nesse sentido Valente e Freire (2001, p. 11) afirmam que:

O trabalho com o computador permite o desenvolvimento de produtos que têm uma *assinatura intelectual*, porque feitos com o conhecimento de que o aprendiz dispõe, com seu estilo e criatividade. Essas características contribuem para que os alunos adquiram a noção de que são capazes, de que podem realizar coisas e de que podem progredir. Esta é a ideia de *empowerment* – um sentimento que as pessoas desenvolvem e que as move para continuar a viver e a aprender. É a certeza de que não são incapazes, como a sociedade pode supor.

No extrato a seguir podemos observar como os movimentos sociocognitivos estão permeados pelas possibilidades do pensamento dos sujeitos.

Lulu, que comandou as meninas desde o princípio, perdeu poder com sua ausência no terceiro encontro, sofrendo maior reação a suas imposições, principalmente por parte de **Tatá**. Durante as montagens para a história de **M**, no penúltimo encontro, **Lulu** demonstrou indícios de egocentrismo, tentando impor suas vontades e tentando

⁴⁷ *Empowerment*.

violar as regras que havia determinado anteriormente, fato que pode ser observado no fragmento extraído das transcrições das filmagens (F), do encontro:

Lulu: para, vamos pensar o que vamos fazer. (tira umas peças da mão de **Dodô**)

Dodô: tá.

Lulu para **Viví:** fica quieto

Viví: Tu que fica.

Dodô: tá, o que a gente vai fazer?

Lulu: o que é que a gente pode fazer?

Viví: uma parte, a escola (desenha com os dedos sobre a base), e a casa dele (apontando para o lado de **Lulu**).

Lulu: tá, aqui a escola (apontando para o seu lado) e aqui a casa dele? (apontando para o lado de **Viví**). [...]

Lulu: é... Então aqui é a escola (mostra na base). [...]

Lulu: vamos fazer assim, vocês que são meninos montam a escola, e eu que sou menina monto a casa.

Dodô: ah. Por que a casa? A escola tu quase já montou tudo.

Lulu: tá então vocês montam a casa.

Estas atitudes, que denotam egocentrismo, acrescentam dificuldades para que os processos cooperativos se estabeleçam, pois Piaget (1994, p. 58) afirma que para que o sujeito possa se envolver em processos cooperativos deve compreender como o outro percebe a situação real que está ocorrendo, considerar que esta percepção é distinta da sua e, sem abandonar sua perspectiva, coordenar as interações para que a situação seja concluída com respeito mútuo. A gênese deste respeito mútuo está na superação do egocentrismo, que dá origem à coação do respeito unilateral, intimamente ligado à figura da autoridade. A relação de respeito mútuo depende da sensação de igualdade entre os sujeitos, livre de hierarquias, uma certa “generosidade” para com os companheiros, envolvendo o julgamento de justo e injusto de forma a regular as relações.

Esta falta de respeito mútuo, originada na imposição hierárquica, pode ser observada no extrato da filmagem (F), deste mesmo encontro, abaixo representado:

Jê: e mais o que vocês vão fazer além desta única porta que o **Dodô** está fazendo? E do carrinho?

Lulu: não sei por que ele tá ocupando a escola inteira com este motor. (nenhum dos meninos da atenção ao que ela fala) Né senhor **Dodô**?

Dodô continua sua montagem do portão, e **Viví** a do carrinho.

Aqui podemos referir Pretto (2010, p. 07) que recorre ao terceiro princípio da ética *hacker* para afirmar que “se deve sempre desconfiar da autoridade [...]. A descentralização passa a ser palavra de ordem” (PRETTO, 2010, p. 07) e com o que Levy afirma: “É natural desacreditar em qualquer força que tente limitar a extensão

desta força (da meritocracia)”⁴⁸ (LEVY, 1994, p. 35, tradução nossa). Percebe-se no posicionamento de *Dodô* e *Viví*, neste fragmento de transcrição, um descaso pela tentativa de coação de *Lulu*, que foi ignorada pelos colegas em suas reivindicações e conformou-se com a situação de exclusão, corroborando a afirmação de que sem que se construam regras internas, considerando o que Piaget (1998, p. 64) definiu como “solidariedade interna”, a construção em conjunto não se estabelece, dificultando o estabelecimento de processos cooperativos.

Pode-se observar nos movimentos dos sujeitos, acima representados, momentos que sugerem a existência de indícios de coação e de conformismo. Sua origem, além da natural tendência ao egocentrismo encontrada nas crianças e jovens, pode estar na ausência de coerção externa do meio, uma vez que as atividades extraclasse não envolvem o mecanismo de avaliação de desempenho encontrado nas “provas” e “avaliações” formais. Nos momentos em que o pesquisador interferiu, buscando uma participação mais igualitária nas distribuições de tarefas, os sujeitos acataram a resolução, porém excluíram-se da participação, simplesmente repassando a tarefa para os demais. É plausível que os sujeitos, por não terem tido outras oportunidades educativas com o recurso disponibilizado, nem experiências construtivas de compartilhamento, tenham se concentrado na satisfação de sua curiosidade e desejos, afastando-se da construção conjunta.

4.1.2 Movimentos de cooperação

Aqui, com origem nos movimentos dos sujeitos, apresento extratos em que indícios de **cooperação** se evidenciaram nas trocas entre os sujeitos.

Nas trocas que evidenciam a cooperação pode-se constatar a descentração, a reciprocidade, a autonomia e as trocas heterárquicas, com respeito mútuo e igualdade, na construção de novas hipóteses.

Segundo Rangel (1992), a cooperação pode ser de natureza intelectual ou moral. A primeira está relacionada aos movimentos de cognição; a segunda relaciona-se aos movimentos que envolvem o caráter moral das relações.

⁴⁸ *So it was natural to distrust any force which might try to limit the extent of that power.*

As interações e os movimentos provocados nas trocas entre os sujeitos, que sugerem a existência de cooperação, estão exemplificadas nos extratos das transcrições das filmagens dos encontros (F), aqui apresentados.

Embora os processos cooperativos sejam frágeis e raros, conforme afirma Piaget, “[...] a verdadeira cooperação é tão frágil e tão rara no estado social dividido entre os interesses e as submissões, assim como a razão permanece tão frágil e tão rara em relação às ilusões subjetivas e aos pesos das tradições” (PIAGET, 1965, p. 111). Considerando-se que cooperação intelectual pode ser definida como “Construir novos entendimentos da realidade (hipóteses do conhecimento), a partir do confronto, das trocas de pontos de vista e da colaboração e intercâmbio com os pares de iguais” (RANGEL, 1992, p. 71), podemos inferir que no terceiro encontro muitos indícios de cooperação intelectual foram observados dentro do grupo e entre os grupos, com a participação intensa de *Viví*, *Dodô* e *Tatá* na solução do último desafio, da automatização total do portão.

Neste fragmento de texto, extraído das transcrições das filmagens (F) e das anotações do diário de bordo (DB), do terceiro encontro, pode-se observar interações que sugerem a existência de processos cooperativos:

Após o correto funcionamento das montagens automatizadas do portão, construindo soluções para seus problemas, perceberam que o portão só funcionava em um sentido. Ou abria, ou fechava, de forma automática. Ao provocar os sujeitos, com relação ao funcionamento do sensor e a dependência da posição da chave NA/NF da caixa de comando, explicitarei que na caixa de comando só poderia ser ligado um sensor e um motor. (DB)

(F) Neste momento, um diálogo se estabelece no grupo e entre componentes dos dois grupos:

Dodô: ah, tive uma ideia.

Tatá: teria que ter dois... [...]

Tatá: dois sensores destes?

Lelê: é

Dodô: se eles emprestarem o deles (apontando para a caixa de comando de *Viví*) aí a gente pode ligar os dois.

Jê: e tu vais ligar aonde este sensor?

Dodô: aí (aponta a caixa de comando de *Viví* e *Lelê*)

Jê: tu vais colocar o sensor aqui (apontando a montagem de *Dodô*)? E ligar?

Dodô: daí a gente deixa... (reflete sobre o assunto e manipula os cabos que conectam o sensor a sua caixa de comando). [...]

Dodô refletia sobre a utilização de dois sensores conectados a uma única caixa de comando, porém o projeto da caixa só permite o controle do motor através de sensor único.

Viví: onde tu vai ligar este sensor?[...] Mas só usa um aqui.

Dodô aponta para a caixa de **Viví**: empresta aí. [...]

Dodô pensa então em conectar um sensor em cada caixa de comando, controlando um único motor, facilidade que o projeto da caixa de comando não permite.

Viví: não, porque este aí (aponta para o último sensor colocado por **Dodô**), vai parar (aponta para a sua caixa de comando). E este aqui (aponta para o motor que movimenta a montagem de **Dodô**) tá ligado naquele (aponta para a caixa de comando de **Dodô**).

Tatá: daí, os dois têm que tá no mesmo sentido, né.

Jê: os dois controles?

Tatá: tem que estar ligados no mesmo lugar.

Jê: vamos ver...

Viví: não vai dar certo isto aí que tu tá pensando.

Dodô liga a sua montagem.

Jê para **Viví**: por que tu achas que não vai dar certo?

Viví: é vai, então...

Tatá tenta auxiliar **Dodô**, agindo sobre a segunda caixa de comando: aí tem que girar este aqui (tentando inverter a rotação do motor que não está ligado em sua caixa). Vai. (o motor não funciona)

Viví levanta e coloca a mão no primeiro sensor: é que está engatado aqui (remove o sensor, e o motor funciona). Agora vai girando. Inverte... Reverte.

Dodô: é que aí... Não tinha...

Jê: tá, agora vai abrir o portão. E aí, vai acontecer o que?

Dodô: aí ele vai fechar.

Viví: não, quer ver que não vai parar ali.

O motor não para e arranca o sensor do lugar. [...]

Tatá e Dodô analisam o sistema e discutem as possibilidades entre eles, enquanto Viví observa atento. Dodô ainda tenta desenvolver uma solução para o funcionamento do portão, utilizando um motor e dois sensores.

Tatá: porque este aqui tava ao contrário.

Viví: não é não.

Tatá manipulando o sensor: sim.

Viví: não, este... Ele tá ligado aqui (aponta a segunda caixa de comando), aí não vai ser o mesmo que esse (aponta primeira caixa de comando), e esse aqui tá arrodando (apontando o motor e a primeira caixa de comando).

Tatá: volta aqui.

Viví insiste com sua explicação (que é a correta interpretação).

Dodô parece concordar, e fala algo, muito baixinho.

Tatá: como é que é?

Dodô: aí tem que tá aqui ó (mostrando o segundo sensor e a primeira caixa de comando).

Jê: **Dodô** sensor só tem um lugar que encaixa aí, no pretinho. (Mostra o conector do sensor na caixa de comando)

Dodô: é.

Jê: se ligar em outro lugar, não vai funcionar.

Dodô: agora eu entendi, é que são dois (movimenta o segundo sensor em sua mão).

Jê: então, explica para **Tatá**.

Dodô: é que este daqui (sensor 2) não tá ligado neste aqui (caixa de comando 1).

Tatá: Uhmmm...

Jê: Tu **Viví**, e explica para ela.

Viví: é que este daqui (caixa de comando 1) vai neste motor aqui, e como este daqui (sensor 1) funciona só neste motorzinho aqui (aponta a caixa de comando 1 e o motor)... Aí se tu ligar este (sensor 2), ele não é o mesmo que esse (caixa de comando 1), a aí e ele não vai parar.

Tatá: ãããã

Jê: entendeu **Tatá**?(confirma com a cabeça) O problema que aconteceu é que eu não tenho como colocar dois sensores aqui. Se eu colocar este aqui (sensor 2) ele vai controlar aquele motor que está na outra montagem. Eu não tenho como colocar dois motores aqui... Talvez até tenha...

Percebendo que o horário previsto para o transporte dos sujeitos participantes se aproximava, e que um interessante processo se estabelecia, **Jê** sugere a utilização de dois motores conectados ao mesmo eixo e controlados por caixas de comando separadas. Um motor serviria para abrir e outro motor para fechar o portão, assim possibilitando a conexão de dois sensores ao sistema.

Tatá: tipo colocar este aqui (recoloca o sensor 2 na montagem)

Jê: posso desmontar aqui **Viví**? (**Viví** confirma, e **Jê** retira o motor da montagem).

Dodô: agora sim. (acionando o motor) [...].

Tatá: quebrou.

Viví: é que tu só esqueceu do lado, por isso. (**Tatá** aciona o motor para o outro lado, até alcançar o sensor que desliga o motor) agora desliga ali. (Aciona a sua caixa de comando) ó tá funcionando.

Neste momento, registrado no extrato da filmagem (F), as interações dentro do grupo formado por **Dodô** e **Tatá** e entre este grupo e **Viví**, pertencente a outro grupo, provocaram um processo de descoberta de novas possibilidades para a montagem, não aventadas pelo pesquisador como possíveis.

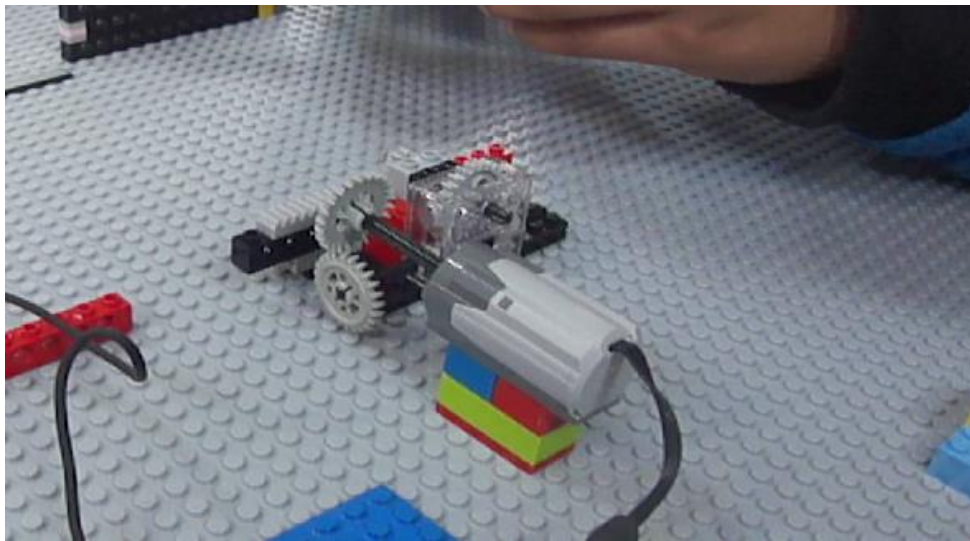
Assim, nesta descoberta de uma possibilidade que não havia sido anteriormente pensada, corrobora-se o imperativo *hacker* que afirma que sempre devemos atuar com mãos na massa, e de que os “*hackers* acreditam que lições essenciais sobre os sistemas do mundo podem ser aprendidas quando se desmonta as peças, se verifica o seu funcionamento, e se usa este conhecimento para criar coisas novas e mais interessantes.”⁴⁹ (LEVY, 1994, p. 32, tradução nossa). Também pode ser um motivador para processos cooperativos, através do compartilhamento de saberes distintos dos diversos sujeitos. Os indícios de processos cooperativos podem ser observados nas

⁴⁹ *Hackers believe that essential lessons can be learned about the systems about the world from taking things apart, seeing how they work, and using this knowledge to create new and even more interesting things.*

interações entre *Viví*, *Dodô* e *Tatá*, buscando novas soluções, procurando compreender a forma de pensar de seus colegas e reposicionando sua forma de pensar.

Em outra situação, durante o encontro em que preparavam o cenário para a história de *M*, *Dodô* teve problemas na montagem do redutor de velocidade para o portão, colocando as engrenagens com alinhamento perpendicular, visível na fotografia 12, impedindo seu funcionamento. Problematizados sobre a origem do não funcionamento, não perceberam o erro de montagem.

Fotografia 12: Engrenagens montadas de forma errada.



Fonte: O autor.

Solicitado a girar duas engrenagens, *Viví* segurou uma em cada mão e girou-as separadas. Solicitado a juntar as engrenagens, aproximou-as, mantendo a perpendicularidade entre elas. Questionados sobre outra forma de montagem, *Lulu*, embora não estando diretamente envolvida na montagem, tomou as engrenagens da mão de *Viví* e encaixou-as corretamente, demonstrado na fotografia 13.

Fotografia 13: **Lulu**, demonstrando correta montagem das engrenagens.



Fonte: o autor.

Aqui, também o preceito da ética *hacker* (LEVY, 1994) de construção coletiva, demonstra que a participação de um sujeito não diretamente envolvido no desenvolvimento da atividade, mas que solucionou o problema encontrado pelos sujeitos diretamente envolvidos na solução, pode ser benéfica para a resolução do problema.

Em Camargo e Becker (2012, p. 529) encontra-se a compreensão que Piaget dá às novas lógicas de pensamento, aos ajustes originados nas interações, inserindo a cooperação no espaço da autonomia moral e relacionando-a a coordenação de pontos de vista, à abstração reflexionante, ao sentimento de respeito, à justiça e ao princípio de igualdade. Assim, Piaget tratou-a como uma relação sem hierarquia, originada no respeito mútuo, em que a criança considera o ponto de vista do outro, para estabelecer um diálogo. Movimento que pode ser observado no exemplo anterior.

Rangel (1992, p. 71) estabelece a seguinte subdivisão: para além da cooperação intelectual, estabelece a cooperação moral, em ressonância com a afirmação de Camargo e Becker, acima referenciada. Na cooperação moral, os movimentos conduzem para a construção e reelaboração dos julgamentos morais, buscando a maximização dos ganhos coletivos, sem perdas pessoais, conforme explicitado anteriormente.

Com relação à cooperação moral, numa etapa final das oficinas surge a possibilidade de construção de uma história sobre um colega e amigo dos sujeitos, deficiente físico, que só tem um membro, o braço esquerdo, aqui referenciado como **M**.

O jovem **M** é um rapaz com enorme pulsão de vida, participa de grupos de dança, joga futebol com os colegas, e é tratado pela maioria de seus colegas como os

demais. Os sujeitos da pesquisa perceberam, com muita clareza, as dificuldades que o ambiente escolar impõe a ele, bem como as situações de exclusão e discriminação que ele vivencia. Embasados nesta percepção, sugeriram criar a história contando um pouco das dificuldades vividas e propondo soluções que facilitariam sua vida.

Percebendo o potencial desta história, passei a provocar movimentos de reflexão sobre o que a sociedade poderia oferecer para pessoas que possuem limitações de movimentação, aproveitando os recursos de automação proporcionados pelo Arduino. Assim surgiu a ideia de criar sistemas de detecção de presença e movimentação automática, como o portão da escola, que na criação dos sujeitos da pesquisa detecta a presença abrindo e fechando automaticamente.

Na montagem da maquete, utilizando LEGO®, os sujeitos representaram a casa de *M*, a van que o transporta e a escola. Na casa de *M* um sistema de iluminação automática foi criado, ligando a luz através da detecção de movimento. Com relação a van, *Viví* que se encarregou da montagem expressou a necessidade de um sistema que pudesse lidar com a cadeira de rodas de *M*, apesar de não ter conseguido implementar a solução. Na escola, um portão automático foi criado, além da representação de um banheiro, que na opinião dos sujeitos representava uma melhoria com relação a abertura da porta, já que o existente na escola abre a porta para o lado errado, dificultando o acesso de *M*, e estão cientes de que ele não pode utilizar o banheiro não adaptado, como expressado neste fragmento da transcrição da filmagem (V), de 14 de julho de 2014:

Lulu olhando para *Viví*: aqui é o banheiro dos guris, que ele não pode o usar, né? (aponta para a outra extremidade da base) aqui vamos fazer um banheiro para ele, só para exemplo, para ter uma noção.

Criaram também um bebedor de água mais baixo, pois segundo os sujeitos ele se molha ao utilizar o bebedor com tamanho padrão, como pode-se perceber neste fragmento da transcrição (V) de 14 de julho de 2014:

Lulu: olha professor, aqui tenho bebedor pra ele, ele se molha todo.

Assim, observa-se nestes movimentos, relativos à construção do cenário, indícios de descentramento dos sujeitos, preocupando-se em propiciar a *M* meios que facilitem sua vida, em sua casa, no transporte e na escola em que convive com os sujeitos desta pesquisa.

Pode-se afirmar que, durante a criação da história de um mundo melhor para *M*, um movimento que sugere indícios de cooperação moral pôde ser observado quando os sujeitos descentraram-se, colocando-se no lugar de *M*, a fim de que a história fosse

criada, conscientizando-se da realidade vivida pelo colega/personagem, deficiente físico, e tomando decisões de aspecto moral e, principalmente, posicionando-se contra o *bulling*. A história criada pelos sujeitos da pesquisa (PS), “O Sonho de *M*” (ANEXO A), conta um sonho de *M*, em que ele sofre situações de *bulling*. A história apresenta também várias soluções que poderiam ser implementadas na escola e na sua casa, eliminando restrições do ambiente que não considera algumas das limitações de *M*.

A história final demonstrou indícios de descentração, em que os sujeitos evidenciam colocar-se no lugar do outro. *Dodô* demonstrou, em diversas situações, desejo de que a história tivesse um final feliz ou, como ele externou: “emocionante, muito emocionante”. *Viví*, preocupado com este final, feliz manifestou insatisfação quando *Tatá* cogitou que a menina que derrubou *M* da cadeira morresse.

Tatá: vamos ter que fazer sofrer um acidente.

Viví: não, é muito trágico, ela vai ter que aprender a gostar dele e como ele é.

Tatá: sim, mas depois ela sofre um acidente... No dia seguinte a ela vai tá PAH. ... Ela vai sofrer um acidente.

Dodô foi quem teve a ideia de que o *bulling*, relatado na história, fosse um sonho. A proposição de sua ideia gerou um movimento de interação entre os sujeitos, em que a reciprocidade, ou seja, considerar o ponto de vista do outro, se percebe nesse momento de troca. Isto pode ser observado neste fragmento da transcrição da filmagem (F) do sétimo encontro:

Dodô: Oh, professor! Eu tive uma ideia... Ele está sonhando, a aí ele acorda, a aí acontece tudo, e no final ele ainda estava sonhando.

Jê: ele estava sonhando, é isto que vocês vão fazer?

Lulu: não, tu tá mudando a história.

Dodô: ele está sonhando, aí ele acorda...

[...]

Dodô: daí ele vai para escola, sofre *bulling*, volta para casa e acaba.

Tatá: mas ele tá chorando sofreu *bulling* da guria... Que ele gosta...

Em outra passagem deste mesmo encontro, *Viví* demonstra colocar-se no lugar do colega deficiente físico, com uma afirmação que aparenta demonstrar que o *bulling* a ele dirigido é uma constante em sua convivência na escola, conforme o extrato da filmagem (F), abaixo transcrito.

Tatá: ele sofreu *bulling*.

Viví: um dia normal.

No final das fotografias, *Dodô* demonstrou-se preocupado com o final da história. Ele desejava um final feliz, conforme pode ser observado neste extrato da

filmagem (F) da apresentação que os sujeitos da pesquisa fizeram para seus colegas de projeto Mais Educação:

Dodô: era para ter um final feliz.
Jê: filma ali (indicando o portão)
Dodô: era para ter um final feliz.
Jê: era para ter um final feliz, e não teve?
Dodô: terminou com ele chorando, a porque sofreu *bulling*.
Jê: mas a vida dele, não é assim?
Dodô: não.
Viví: não, tem uns que zoam com ele mesmo.
Dodô: é, mas tem gente que brinca com ele. ... Deveria terminar com um final feliz...

Instantes depois, durante esta apresentação aos colegas que não participaram da pesquisa, **Viví** novamente demonstra envolvimento com as dificuldades encontradas pelo colega, deficiente físico, observada neste extrato da filmagem (F):

Jê: **Viví**, conta para o professor o que é isto aqui.
Viví: isto é o tipo o uma encenação, com sensores, da casa dele. Quando ele passa por aqui, tipo embaixo, liga esta luz e a da garagem. E aqui tem um portão...
Jê: por que vocês fizeram isto tudo?
Viví: a gente fez e isto tudo, para tipo, facilitar a vida dele na escola.

As análises das transcrições demonstram que em muitas oportunidades, o livre compartilhamento de informações, o respeito do educador com relação ao sujeito que aprende e seus saberes anteriores, além da construção colaborativa, provocaram indícios de cooperação e de autonomia dentro do grupo, promovendo o aprender a conviver em grupo, para além do egocentrismo intelectual e moral. Em diversos momentos convivemos em um espaço em que o sujeito aprendente pôde compreender o outro, no que Piaget (1998, p. 64) definiu como “solidariedade interna”, não deixando de valorizar o ponto de vista do outro, unificando a diversidade, cooperando reciprocamente e permitindo ao grupo a autogestão⁵⁰, construindo em conjunto, e não agindo de forma a simplesmente aceitar o imposto de fora.

Mesmo que consideremos que em diversos momentos, indícios de coação e de conformismo foram evidenciados, os movimentos dos sujeitos durante o processo de trabalho com a Robótica Educativa apresentam indícios que sugerem a existência de processos cooperativos, de ordem intelectual e moral. Estes movimentos estão de acordo com os quatro pilares considerados como relevantes para a base da educação, do

⁵⁰Self-government.

relatório Delors (2010), da UNESCO, dando especial relevância ao “Aprender a conviver, desenvolvendo o conhecimento a respeito dos outros, de sua história, tradições e espiritualidade” (DELORS, 2010, p. 13), considerado fundamental para o “Aprender a ser” (Id., p. 14), preparando o sujeito para a vida.

4.2 O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO PESQUISADOR. O novo pesquisador e educador que surge durante o processo de pesquisa

Esse subcapítulo pretende fazer um duplo movimento de análise: primeiro do processo de constituição do pesquisador, na perspectiva da Epistemologia Genética e do Método Clínico. Segundo, possibilitar que esse movimento metacognitivo possa permitir um novo olhar sobre si e sobre a teoria, apoiando uma nova volta na espiral de tomada de consciência e constituição do pesquisador a partir desse movimento de análise. Nessa escrita reflexiva esses movimentos são indissociáveis, assim escrevo olhando para o processo e para as transformações que movimentaram meus novos entendimentos e fazeres da teoria, da pesquisa e da docência.

4.2.1 O docente, o pesquisador: movimentos de transformação

Desde a matrícula no curso de mestrado em educação, por falta de conhecimento sobre o processo, meu foco estava concentrado na utilização do LEGO®, do S4A e do Arduino, em minha pesquisa. Existia uma fixação neste aspecto, apesar dos esforços da orientadora em mostrar que o processo de pesquisa envolvia mais do que as atividades com os recursos da robótica e as produções dos sujeitos, principalmente a compreensão dos processos sociocognitivos no contexto de interação com a robótica e da constituição do pesquisador. Eu a escutava, mas aquilo não significava muito para mim.

As recordações daquele período pré-construção dos dados mostram minha preocupação em organizar o “sistema”. Eu estudava Piaget e Papert, defendia o construtivismo e o construcionismo, porém meu pensamento e minhas ações tinham grande conteúdo mecanicista. As conversas com um colega de docência, que também trabalhava com LEGO®, de forma mecanicista, frequentemente giravam em torno da

tentativa de convencimento de que ele deveria experimentar outra abordagem, mais livre, aproximada à concepção de Piaget, utilizando a autogovernância, deixando de lado a “máquina de ensinar”. Percebo agora que eu ainda precisava compreender o que essa teoria significava para o processo de aprendizagem, mas já buscava provocar essa reflexão e mudança nos outros.

O projeto de pesquisa estava recheado de literatura piagetiana, defendendo a concepção de interação, da autogovernância e respeito aos tempos e vontades dos educandos. Reconheço como um dos primeiros movimentos, ou primeiras perturbações, provocados, o estudo da teoria e a análise dos meus processos de ensino e aprendizagem. Refleti sobre a forma pela qual fui “ensinado” a ser um profissional de perfil técnico-cartesiano. Questionei: “qual o motivo que me fazia exigir dos sujeitos que aprendiam envolvimento, através de um sistema que comigo não funcionava?”⁵¹ Eu acreditava estar contaminado pelo espírito piagetiano e que compreendia as teorias de Piaget. Seria fácil colocar em prática tudo aquilo que eu havia proposto na teoria. Constituiu-se um primeiro ciclo: o movimento inicial de conhecer a teoria e a assimilação deformante. Eu acreditava que sabia, que estava livre dos antigos conceitos com os quais fui educado.

Ao iniciar a busca por um grupo onde pudesse realizar o processo de pesquisa, o projeto Mais Educação surgiu. Surpreendi-me com a quantidade de crianças e adolescentes que lá estavam, bem como a faixa etária dos estudantes, distante do que eu havia planejado.

A coordenação do projeto Mais Educação desejava um trabalho com todos os estudantes, o que inviabilizava meu projeto. Os problemas surgiam, demandando administração de conflitos, e chegamos a um acordo, conforme está descrito no capítulo do Método, para dar conta das demandas do projeto, acordei que a professora escolheria os seis participantes e, como contrapartida eu trabalharia com o grande grupo, em encontros realizados nas semanas em que não se realizariam os encontros relativos à pesquisa.

Enquanto os encontros com o grupo não iniciavam, o colega de trabalho da IES, que trabalhava com LEGO®, demonstrava profundo interesse em minha pesquisa. Passávamos muito tempo conversando sobre teorias da educação e sobre o uso dos meus “dispositivos”, tão queridos. Nestas conversas, sempre tentava demovê-lo de seu

⁵¹CALLEGARI, Jean Hugo. Projeto de Pesquisa, 2014.

espírito mecanicista, que seguia a apostila fornecida. Certo dia, com um compromisso inadiável, ele pediu para que eu o substituísse como professor em um grupo com que trabalhava, informando que o mesmo era um tanto complicado, com crianças que ele chamou de “difíceis de trabalhar”. Pensei eu, claro, com esta tua estratégia mecanicista, o que esperavas? Perguntei a ele se podia experimentar meu método, e ele prontamente concordou. O encontro foi uma das experiências mais frustrantes que tive em minha atuação como professor, pois os sujeitos, sem limites, chegaram ao extremo de quebrar peças LEGO®. Posteriormente conversei com o colega e externei a ele minha frustração. Ele comentou que tinha problemas parecidos, e isto também ocorria em outros grupos com que trabalhava. Algo em nossos métodos não funcionava corretamente e fiquei pensativo, tentando avaliar meu fracasso.

Quando os encontros com os sujeitos da pesquisa iniciaram, a intensidade do envolvimento e da curiosidade das crianças/adolescentes me desgastava, pois eles tinham muita vontade de montar o que estava projetado para eles. Eu os provocava e orientava para executarem montagens, que dentro de minha compreensão os prepararia para a execução de montagens robóticas, utilizando o Arduino e o S4A.

Após o encontro eu fazia as transcrições das filmagens, observando e fazendo uma análise inicial de minha conduta, enquanto professor e pesquisador/interventor. Lembro-me de ficar assustado com um evento em que chamei a atenção dos sujeitos que conversavam, enquanto explicava a experiência do dia. Eu estava com fones de ouvido, do tipo que cancela os ruídos externos, extremamente atento aos diálogos, e recordei ter saltado da cadeira quando me escutei chamando a atenção deles. Tive o primeiro vislumbre de minha imperfeição, enquanto professor. Como poderia ter feito aquilo com os sujeitos da pesquisa? O que isso evidenciava de minhas apropriações teóricas e metodológicas?

Comentei com meu amigo, colega de IES, sobre a importância de observar nossa atuação, enquanto docentes. Neste dia, outros colegas professores e interessados nos processos educativos estavam presentes, iniciamos uma proveitosa conversa sobre nossa atuação e problematizamos muito. Cheguei a sugerir que todos deveriam passar pela experiência de se observar, enquanto professores, e refletir sobre sua atuação.

Aqui percebi outro movimento ou perturbação, provocado pela observação de minha atuação como docente e como pesquisador, refletido sob a luz das teorias estudadas. A afirmação de Demo (2006, p. 14) começava a significar: “Quem ensina

carece pesquisar; quem pesquisa carece ensinar. Professor que apenas ensina jamais o foi. Pesquisador que só pesquisa é elitista e explorador, privilegiado e acomodado.”

A transcrição de filmagens é um processo que demanda muito trabalho e atenção, e após alguns dias nesta atividade passei a ter certo desconforto na sua realização. A princípio, prestei pouca atenção aos processos sociocognitivos e à relação ensino-aprendizagem, preocupando-me mais com o conteúdo das falas e com o registro das atividades que ocorriam, já que as crianças estavam respondendo razoavelmente bem ao desenvolvimento das atividades dos encontros. Alguns fatos me perturbavam, como a hierarquia estabelecida entre eles e aspectos de discriminação que observava nos encontros realizados no grande grupo, ou seja, no grupo que eu atendia além dos sujeitos da pesquisa.

Novamente, a partir da transcrição das filmagens, percebi que havia falhado em muitos aspectos. Percebi que desconsiderei o Método Clínico, inúmeras vezes, induzindo, apressando e impondo. A partir dessa análise reflexiva, tomei consciência que meu foco não estava nos processos sociocognitivos. Eu queria chegar ao uso do Arduino e do S4A, com o foco de ensino e produção mais do que de pesquisa. Percebo que, em inúmeras vezes, estive consciente das dificuldades em realizar essa produção e agi de forma coerciva, oferecendo a solução pronta, buscando economizar tempo para atingir meu objetivo.

Assim, mais um ciclo estava se constituindo: a reflexão sobre a minha atuação docente me decepcionava e perturbava. Eu tomava consciência de que nada sabia, ou se sabia, não aplicava. A afirmação do Zaratustra transformava-me no meu próprio algoz: “Podes proporcionar a ti mesmo teu bem e o teu mal, e suspender a tua vontade por cima de ti como uma lei? Podes ser o teu próprio juiz e vingador da tua lei?” (NIETZSCHE, 1999, p. 33). É certo que minha metodologia de trabalho não funcionaria se eu fosse obrigado a estudar com um professor que adotasse esta forma de conduzir as aulas.

Marcou-me profundamente quando, ao apresentar minhas transcrições para a orientadora, a imagem dela lendo em seu computador, parando sua leitura para olhar em minha direção e falar: “professor!”, em tom sarcástico, explicando que naquela situação eu deveria ter considerado o Método Clínico e a teoria, perguntado, investigando os caminhos do pensar daquela criança, para tentar provocar a descoberta por seus próprios meios. Novamente comentei com meu colega de IES, falei pra ele que eu havia acabado com o Método Clínico, e que aquilo estava me perturbando. Eu estudava tanto,

imaginava ter me apropriado dele, mas a consciência da auto ilusão provocava forte frustração.

Ao concluir os encontros de pesquisa, recomecei a ler as transcrições para buscar perceber os processos sociocognitivos. De tanto observar minhas condutas e falhas, percebi uma categoria emergente que representava minhas induções e coações sobre os sujeitos. A afirmação de que, “A noção de professor precisa ser totalmente revista, sem recair em preciosismos importados de fora”. (DEMO, 2006, p. 48) significou profundamente. A sensação de incompetência em provocar a construção dos conhecimentos pela descoberta, preferindo oferecer a solução pronta, foi corroborada pela quantidade de minhas ações indutivas e coercivas. Nesta tomada de consciência, meus colegas de mestrado e de IES, alguns deles pesquisadores de educação, serviam de apoio aos meus desabafos sobre minha frustração com minha atuação.

Em paralelo, ia exercitando algumas tarefas alternativas com estudantes da IES onde atuava, e partilhava estas experiências com meus amigos e colegas. Com a ajuda deles, percebi que estava fazendo algo diferente, um pouco do que propunha em minha pesquisa, utilizando LEGO® em tarefas avaliativas para as turmas de Gestão do Conhecimento, desenvolvendo histórias em quadrinhos ou filmes *stop-motion*. A atividade era prazerosa para os participantes e proporcionava bons resultados no aprendizado. Estava provocando o aprender pela ação, pela escuta dos estudantes e provocações para a reflexão.

A cada releitura das transcrições, eu sofria um novo impacto. Tive vontade de recomeçar minha pesquisa, descartando tudo que havia produzido. Como, depois de tanto estudar, eu não conseguia ver processos cooperativos? Eu só observava minhas induções e coação entre eles. Percebo que o Método Clínico estava atuando em mim, quando eu buscava compreender minhas intervenções, explorar meu próprio pensamento, explicar minhas escolhas e, finalmente, construir novas possibilidades.

Durante um de meus habituais desabafos, meu amigo do IES confidenciou que ao trabalhar Robótica Educativa com seu filho, numa tarefa em que deveria montar um par de espantalhos que giravam em torno de seu próprio eixo, obrigou-o a instalar o motor nos espantalhos. A criança se rebelou e disse que não queria mais estudar Robótica com ele, mesmo assim ele procurou contornar a situação fazendo com que a criança colocasse o motor na montagem. A criança colocou o motor, mas não o conectou aos espantalhos. Indagado, respondeu ao pai: “tu já viu espantalho girando?”. Rimos muito de nossa atitude pouco inteligente, tentando fazer com que crianças

obedecessem aos nossos objetivos. Neste dia ele confessou que estava adotando uma postura mais suave com as crianças de seus grupos. Não estava mais tão formatado pela cartilha, permitindo que as crianças produzissem com maior liberdade, e que isto estava dando resultados mais satisfatórios que a metodologia mecanicista, formatada antecipadamente esperando um sujeito passivo.

Outra perturbação ocorreu quando fui solicitado a trabalhar Gerência de Projetos, para substituir um colega que estava com problemas de disponibilidade de tempo. Ao verificar os planos de ensino, reparei que o professor anterior trabalhava sob o enfoque de uma norma de aproximadamente 400 páginas, chamada PMBOK (livro de conhecimentos sobre o gerenciamento de projetos). Ele foi extremamente solícito em fornecer o material que utilizava em aula, para que eu pudesse planejar. Algumas de suas aulas chegavam a conter 70 slides para apresentação. Eu vislumbrava muitas aulas para um volume tão grande de slides, mas ele trabalhava em um único encontro.

Numa conversa com a coordenadora responsável pela matéria expus meus temores e motivos. Passamos então a delinear um novo perfil a ser desenvolvido, mantendo as competências e habilidades inalteradas, voltando a matéria ao projeto que os estudantes devem desenvolver, obrigatoriamente, para a conclusão do curso.

Expus aos alunos como a matéria seria tratada, que o projeto, objeto de nossa análise e aprendizado, seria o planejamento de seu próprio projeto e pesquisa. A reação foi animadora, com aceitação geral. Porém, a cada tarefa dada, os sujeitos pensavam unicamente no produto resultante de sua tarefa, que poderia ser um projeto de intervenção, uma pesquisa bibliográfica, uma *startup*, entre outros. Durante três aulas seguidas utilizei os dois primeiros períodos na tentativa acordar a nova ótica da matéria. Nas tarefas práticas, eu era solicitado sem parar, por todos os grupos. Eu não compreendia o que estava acontecendo ali e saía estafado destas aulas, pela necessidade de atendimento a todos, mas principalmente pela decepção de não compreender os motivos. Poucos foram os grupos que compreenderam esta forma de trabalho.

Os estudantes, descobri depois, costumam buscar informações sobre as matérias que irão cursar junto a colegas veteranos. Com estranheza percebi que os estudantes tinham uma expectativa do que seriam as aulas e haviam criado uma barreira à alteração, por estarem formatados ao sistema anteriormente utilizado, mesmo sem o ter vivenciado.

Os participantes começaram a perceber minha vontade de intervir na construção de seu conhecimento, preparando-os para algo que seria útil para eles e

realmente seria vivenciado num futuro próximo. Em uma conversa de orientação, um sujeito falou um tanto brabo: “professor, todo mundo nos pede para criar um negócio ou um produto. Quando é para criar uma cadeira, me dão um modelo de um banco e ensinam a adaptar. Tu tá pedindo coisa que a gente não sabe”. Ali tive a primeira percepção do problema com o qual lidava, uma questão de paradigmas estabelecidos, instrucionismo contra construtivismo. Eles preferiam o comodismo da repetição que já havia sido pensado e testado, ressonando com a afirmação de Demo (2006, p. 56) “Aqui está um disparate monumental, quando a vida acadêmica se restringe à aula. Todavia, o maior problema não é o aluno que apenas aprende, mas o professor que apenas ensina”.

Comentei com meus colegas que pensam educação, na IES, e muitas conversas posteriores, na sala da coordenação, giraram em torno deste problema e das possibilidades de alteração deste perfil.

A continuidade nas leituras e estudos sobre a cooperação em Piaget trazia novas frustrações, pois ao me apropriar mais da teoria percebia com mais clareza meus equívocos de intervenção durante a pesquisa e em minha atuação docente. Pensava em resolver este conflito, mas como? Eu só observava erros. “Conhecimento adquire dimensão de autoconhecimento, aparecendo logo a importância da formação da consciência crítica como passo primeiro de toda proposta emancipatória.” (DEMO, 2006, p. 28). Estaria eu me emancipando?

Neste contexto, minha orientadora teve grande influência em provocar reflexões. Percebeu que eu estava começando a ter lampejos de compreensão daquilo que supostamente deveria ter compreendido antes da pesquisa. Com sua paciência e experiência foi mostrando que, apesar dos erros, eu havia obtido alguns sucessos, ou como ela costumava referir, algumas coisas “preciosas”. Recuperei o ânimo e retornei à pesquisa, convicto de que Piaget estava certo quando referiu o papel da afetividade na educação.

Mais um ciclo se completava; uma tomada de consciência de que o sistema de educação está formatado a como os professores foram, em sua maioria, ensinados, e de que para que eu pudesse empregar o que eu estava começando a aprender, teria que passar por diversas barreiras.

O mais incrível de todo este processo é que o Método Clínico funciona não só nas intervenções do educador junto a seus sujeitos, que aprendem. Ele funciona muito bem quando o educador questiona a si mesmo, recursivamente, os motivos que o levam

a não significar corretamente o que tanto estuda. Acredito que este processo recursivo estava formando um novo professor.

Creio que, nesta etapa do processo, fui profundamente modificado pela pesquisa.

Demo afirma a importância da prática na pesquisa:

Pesquisa prática quer dizer “olhos abertos” para a realidade, tomando-a como mestra de nossas concepções. Quem é inteligente sempre aprende, porque está em atitude de pesquisa. Naturalmente muda de posição, no dinamismo natural de uma realidade variável e surpreendente. Ao contrário da tendência teórica que “ensaca” a realidade na teoria, pesquisa prática busca o movimento contrário: colocar realidade na teoria, obrigando a teoria a se adequar e nisto a se rever, mudar e mesmo se superar. Assim chegamos a reconhecer que o critério mais pertinente, criativo, formal e politicamente, da cientificidade é a discutibilidade: Somente o que é discutível, na teoria e na prática, pode ser aceito como científico. (DEMO, 2006, p. 28 e 29)

Observo, em meu processo, os diferentes níveis de apropriação, em que: a) não compreendo o processo e a intervenção como o foco da pesquisa, pois tenho o resultado e a produção como objetivo; b) começo a questionar meu fazer e me perturbar com o que observo em minhas transcrições, no entanto ainda não opero efetivas mudanças no processo; c) durante as interações com os estudantes, começo antecipar as possibilidades de intervenções a partir da incorporação dos estudos teóricos.

A recursividade do Método Clínico de Piaget promoveu movimentos circulares constituídos pela análise das transcrições, seguidos de estudos teóricos e reflexões. Estas reflexões levaram a uma evolução do pesquisador, presumivelmente levando a subir um patamar no que se refere à apropriação do conhecimento de si, enquanto educador, e das teorias. Seguindo para nova análise, estudo teórico e reflexões, recursivamente, estabeleceu-se uma espiral ascendente, que pode ser aqui referenciada como uma espiral do autoconhecimento e do melhoramento do “ser professor” para alguém preocupado com a construção do conhecimento no outro sujeito, participante do processo.

É bastante provável que a pesquisa tenha me levado à “emancipação” do “objeto” professor “manobrado” pelo sistema imposto, fruto de minhas reflexões alimentadas pela minha auto-observação, apoiada nas teorias que fundam esta pesquisa, de acordo com o preconizado por Demo:

A passagem de objeto a sujeito emerge nesse fenômeno de diagnóstico de dentro para fora (autodiagnóstico) com base no questionamento crítico. Chega-se a isso através da discussão repetida, confrontada, dialogada até o ponto em que a “massa de manobra” se reconhece

como tal, e, a seguir, lança a expectativa de sair da condição histórica imposta. Este momento é teórico, no sentido de se alimentar da discussão crítica (DEMO, 2006, p. 78 e 79).

Deste processo recursivo e dolorido, de tomada de consciência, fica a certeza de que algo se transformou em mim, com esta pesquisa. Felizmente o processo de pesquisa para obtenção do título de Mestre em Educação não foi um processo estéril, que vislumbrou somente o título. Foi um processo em que tive que me reconstruir.

No próximo capítulo discuto uma possível proposta de trabalho com Robótica Educativa, que é um de meus objetivos de pesquisa.

4.3 UMA PROPOSTA DE TRABALHO COM A ROBÓTICA EDUCATIVA

Esse terceiro eixo de análise busca responder ao objetivo específico de “Construir princípios para uma proposta de Robótica Educativa a partir dos recursos tecnológicos do Arduino e *Scratch*, considerando os pressupostos da aprendizagem de Piaget e Papert”, conforme descrito no capítulo “MÉTODO”.

Ao iniciar esta pesquisa, meu objetivo era o de formatar uma proposta de trabalho, utilizando os recursos tecnológicos do Arduino e do *Scratch* junto ao sistema de montagem disponibilizado pela LEGO®. Meu motivador era auxiliar os professores interessados neste assunto, pois ao procurar por literatura disponível, deparei-me com grande quantidade de informações, porém em línguas estrangeiras. Curcio (2008) e Gonçalves (2007), em suas pesquisas, apontaram a falta de material didático em língua portuguesa para os interessados em Robótica Educativa.

Porém, com o desenvolvimento da pesquisa e o aprofundamento nas teorias que envolvem os processos de construção de saberes, abordados nas perspectivas construtivista e construcionista, além da experiência vivenciada nas oficinas de Robótica Educativa, este objetivo mostrou-se incompatível com o que é preconizado por estas abordagens. O respeito à individualidade e aos saberes anteriores dos sujeitos precisava ser observado, para que a coerência fosse mantida com os pressupostos teóricos.

Considerando o imperativo *hacker*, já mencionado, de produzir com as “mãos na massa” (LEVY, 94, p. 32), de que lições essenciais sobre os sistemas podem ser aprendidas observando seu funcionamento, e que a educação precisa afastar a ideia da

escola padronizada, formatada de fora, que segue o processo de reprodução, substituindo-a por uma pedagogia da diferença (PRETTO, 2010, p. 10), uma proposta “formatada” de trabalho não se alinha aos pressupostos defendidos nesta pesquisa.

Assim, o questionamento de como atingir este objetivo inicial, sem contradizer os pressupostos teóricos, aqui defendidos, provocou um movimento de construção de **princípios norteadores** para os trabalhos com Robótica Educativa, sem formatar uma metodologia rígida, engessada em uma cartilha passo-a-passo.

Alimisis (2009, p. 12) referencia Papert e Resnick para afirmar que o uso de metodologias fechadas, passo a passo, não é o caminho para a mudança na educação necessária no século XXI. Afirma, também, que ao fazer com que o sujeito inicie sua construção do zero, ele tende a permanecer em platôs de desenvolvimento, sem avançar a níveis superiores de saber. Para contornar este problema, Alimisis (Id.) afirma que o uso de dispositivos tipo “*black-boxes*” pode ser benéfico. O autor postula que estes dispositivos são “artefatos genéricos que podem ser utilizados como blocos de construção para sua exploração, através dos meios digitais.”⁵² (Ibid. tradução nossa). Para Alimisis, “uma parte importante no aprendizado com robótica, além de construir e programar, é controlar (os robôs), ou o seu ambiente, num jogo ou brincadeira.”⁵³ (ALIMISIS, 2009, p. 13, tradução nossa).

Uma alternativa em voga, atualmente, é o uso de sucata nas atividades de Robótica Educativa. Além de ter que começar do zero, a construção com sucata demanda conhecimentos específicos de eletrônica (CURCIO, 2008), apesar de ser atraente e de baixo custo (GONÇALVES, 2007; CURCIO, 2008; ORTEGA, 2011). Considerando que a construção destes conhecimentos não foi objeto desta pesquisa, e que demandaria um tempo elevado para sua construção, uma alternativa de utilização mais intuitiva se fez necessária.

Para tanto, desenvolvi sistemas de controle, à semelhança das “*black-boxes*” sugeridas por Alimisis (2009), que possibilitaram o uso e conexão intuitiva, sem necessidade de conhecimentos específicos de eletrônica, montados em caixas de acrílico, para que os sujeitos pudessem observar “as entranhas” dos dispositivos, despertando sua curiosidade para como as coisas funcionam, em acordo com o afirmado pelos preceitos da **ética hacker** (LEVY, 1994). Frequentemente os sujeitos foram

⁵²[...] generic black box artifacts which they could then use as building blocks for their constructions with exploratory digital media.

⁵³ An important part of learning with robots, apart from constructing and programming them, is controlling them or their environment in play.

flagrados observando o interior das caixas, conforme testavam seu funcionamento (DC, 25/06/2014).

O sistema de conexão de sensores e atuadores⁵⁴ contou com conectores do tipo P1, utilizados em fones de ouvido estéreo, e isto permitiu o simples encaixe para colocar os dispositivos em funcionamento. Assim não foram introduzidas as variáveis de conexão que demandariam os conhecimentos de eletrônica, fora dos objetivos desta pesquisa, como já foi dito. Este sistema se assemelha ao sistema disponibilizado pela LEGO®, em seus sistemas de robótica, como o *Simple Machines*, o DACTA, o RCX, o NXT e o EV3, amplamente utilizados em pesquisas que envolvem a Robótica Educativa. (ABRANTES, 2009; HACKER, 2003; LOPES, 2008; MELO 2009; CABRAL 2010; SANTOS DA SILVA, 2010; STRAUTMANN, 2011; ORTEGA 2011).

Conforme descrevi no capítulo “A Caixa de Comando versus o Arduino”, a caixa de comando foi utilizada com desenvoltura pelos sujeitos, durante a pesquisa. Nos encontros que mantive com o grupo verifiquei que, sem minha interferência, todos os sujeitos compreenderam seu funcionamento, intuitivamente e/ou auxiliados pelos colegas que já a haviam utilizado durante a pesquisa. Isto permite inferir que o aprendizado de seu uso seja intuitivo para os sujeitos nesta faixa de idade, facilitando a construção dos saberes relacionados ao uso de sensores e controle de motores de CC.

4.3.1 Uma Possibilidade de Trabalho com Robótica Educativa: o que pode ser feito

Conforme descrito no capítulo da “ANÁLISE DOS DADOS”, os movimentos que apontam indícios de processos de **cooperação** ocorreram nos momentos em que os sujeitos **trabalharam livremente**, não sendo esses processos observados nas montagens guiadas, em acordo com o construcionismo de Papert (1994, p. 48) e o construtivismo de Piaget (1998). Os pontos em que ocorreram perturbações modificadoras, como a do terceiro encontro, também ocorreram nestes mesmos momentos de livre construção.

Nestes momentos de construção livre, os primeiros indícios de **cooperação**, os indícios de **empoderamento** de *Tatá* e o desenvolvimento da automação de uma forma

⁵⁴ Dispositivos de movimentação e sinalização, como motores de CC, servomotores, LED's, cigarras, etc.

que eu não havia imaginado, ocorreram provocados por uma modificação na formação dos grupos, não planejada, devido à ausência de um sujeito que, frequentemente, usava de **coação** sobre os mais jovens. Esse fato proporcionou forte **interação** entre os grupos.

O respeito à vontade e desejos dos sujeitos foi o que forjou a história “O sonho de *M*”, nascendo das brincadeiras permitidas fora do planejado, construído a partir dos saberes dos sujeitos e com mínima interferência do pesquisador, que apenas provocava esforços de desenvolvimento além do que já havia sido feito.

Assim, acredito que minha contribuição para uma proposta a ser utilizada na Robótica Educativa se restrinja a recomendar **princípios** de trabalho com a Robótica Educativa, que passo a descrever.

Considerando que a Lei de Linus (TORMAN in HIMANEN, 2001, prólogo) afirma que o sujeito se movimenta motivado pela sobrevivência, pela vida social e pelo entretenimento, conforme afirmado no capítulo “A Ética *Hacker* e a Educação”, as atividades desenvolvidas com Robótica Educativa podem promover bons resultados quando **trabalhados em grupos**, “provocando interações entre os sujeitos e entre os grupos” (PIAGET, 1998). As atividades e as provocações devem considerar o **entretenimento** dos sujeitos, respeitando suas vontades (FREIRE, 1996). A **construção participativa**, que estimule o **compartilhamento** dos saberes, é benéfica (HIMANEN 2001 e LEVY 1994) e deve ser estimulada, evitando o estabelecimento de “papéis” pré-determinados para as diversas tarefas.

Considerando a futura atuação profissional dos sujeitos, preparando-os para uma vida independente (FREIRE, 1996), Himanen (2001) reflete, no início deste século, sobre o futuro dos profissionais que atuam nas tecnologias da informação. Para ele, o profissional da informação deve ser “autoprogramável e ter a habilidade de retreinar-se, adaptar-se a novas tarefas, novos processos e novas fontes de informação, pois a tecnologia, demandas e gerenciamento, aceleram a taxa de mudança”⁵⁵ (HIMANEN, 2001, p. 112, tradução nossa). Esta reflexão, aplicada a quem atuava nas tecnologias da informação, no início deste século, pela expansão e permeabilidade que estas tecnologias assumiram, transfere-se, hoje, para todo sujeito que necessita colocar-se na vida em sociedade, garantindo seu sustento de forma independente e sua atuação social de forma crítica.

⁵⁵ *The new information professional is self-programmable and has the ability to retrain itself, and adapt to new tasks, new processes, and new sources of information, as technology, demand, and management speed up their rate of change.*

Embora o discurso de Himanen seja referenciado em seus saberes relacionados à cibernética, quando transpostos para uma abordagem construtivista/construcionista, é razoável afirmar que as atividades com Robótica Educativa devem ser contextualizadas em **experiências concretas tangíveis** (ALIMISIS, 2009, p. 12), desenvolvidas de forma a provocar a **autogovernância** (PIAGET, 1998), para que o sujeito construa em seu ser a possibilidade de autogovernar seu aprendizado, adaptando-se a esta modernidade líquida, que reestrutura sua realidade a cada dia, “tornando-se, parcialmente, seu próprio administrador, programando-se eficientemente, em detrimento do administrador estabelecido.”⁵⁶ (HIMANEN, 2001, p. 112, tradução nossa). Segundo Himanen (2001), é hora de mudar o enfoque da “administração de pessoal para a administração pessoal.”⁵⁷ (Id.), ou, transpondo para a abordagem construtivista/construcionista, tornar o sujeito capaz de **autogovernar a construção de novos saberes** e de seu desenvolvimento, enquanto ser que se humaniza.

Com relação ao desenvolvimento de **programação** na Robótica Educativa, o uso do Scratch, uma evolução do programa LOGO de Papert, como já afirmado no subcapítulo que descreve o programa, pode ser um caminho recompensador para a iniciação dos sujeitos, pois o programa é intuitivo e a atuação do objeto no “palco”, reagindo à programação, funciona como realimentação às atividades e intenções de controle do sujeito que as programa (ALIMISIS, 2009, p. 14). Segundo Papert (1994), o computador proporciona à criança a capacidade de descobrir e pesquisar segundo os seus próprios interesses.

No trabalho com Robótica Educativa, é importante que o **sujeito seja “intelectualmente ativo no processo**, tentando de forma persistente identificar novas inserções nos esquemas anteriores e tentando dar significância às demonstrações do professor.”⁵⁸ (ALIMISIS, 2009, p. 16, tradução nossa). Portanto, as metodologias passo-a-passo devem ser restritas a um mínimo, servindo apenas para a familiarização dos sujeitos com um sistema que eles, porventura, não estejam acostumados a utilizar. Formas guiadas podem contribuir para a redução do tempo de construção de determinados conceitos, fundamentais ao desenvolvimento das atividades. Porém os momentos de construção livre devem ser propiciados durante os encontros, pois nesta

⁵⁶ [...]learn to be partly their own managers and to program themselves more efficiently on behalf of the manager.

⁵⁷ [...]time that shifting from the traditional personnel management to personal management.

⁵⁸ [...]is essentially to be intellectually "active" in the process, striving to identify new "inclusions" in the previous schemes and trying to give significance to the "demonstrations" of the teacher.

pesquisa foi observado que é nestes momentos que os indícios de processos cooperativos ocorrem. Demo (2006) confirma esta percepção: “É fundamental, o contato com material didático que motive o espírito questionador em geral e o diálogo persistente com a realidade, ao contrário de meros “manuais”, “apostilas”, receitas empobrecidas feitas para empobrecer.” (p. 91).

Outra possibilidade para iniciar este tipo trabalho, e que está “na moda”, é o “*Design Thinking*”. Atualmente utilizado nos mais diversos campos do conhecimento, envolve o “pensar o *design*” como atividade inicial. Pesquisadores que têm utilizado os sistemas LEGO® nesta área. Plater, Meinel e Leifer (2011, p.45) afirmam que as atividades de *Design Thinking* estimulam a criatividade, e utilizaram sistemas LEGO® para pesquisar como ele inspira trabalhos criativos multidisciplinares em equipes (PLATER, MEINEL, LEIFER, 2011, p. V). Afirmam que “Todos participantes gostaram de trabalhar/jogar (com LEGO®)”⁵⁹ (id., p. 185, tradução nossa) nas atividades relacionadas ao *Design Thinking*.

Lopes (2008, p.40) afirma que nas atividades passo a passo não existe espaço para o design. Citando Resnick, afirma que a atividade de *design* “proporciona aos estudantes um entendimento melhor sobre o processo de construção do saber científico. Ao mesmo tempo, tais atividades possibilitam aos estudantes se apropriar de noções estéticas [...]” (LOPES, 2008, p.41).

Então, a atividade de pensar antecipadamente o projeto, desenhando a possibilidade de criação, pode ser fator que auxilie na apropriação dos conhecimentos envolvidos na atividade de construção, posteriormente desenvolvida.

O professor também deve estar **atento às conversas e sugestões dos sujeitos**, buscando formas de contextualizá-los à proposta inicial, pois os registros apontam indícios de que estes foram os momentos em que transformações mais intensas ocorreram dentro da pesquisa. Neste aspecto, o papel do professor é o de provocar articulações do sujeito com os conceitos a serem trabalhados, suas vontades e seus saberes anteriores. A “aprendizagem deve ser ativa, significativa, questionadora, buscando significados, em que os sujeitos são vistos como construtores de próprio conhecimento, de forma autônoma”⁶⁰ (ALIMISIS, 2009, p. 36, tradução nossa).

⁵⁹ *All participants enjoyed playing.*

⁶⁰ *Learning must be active, meaningful, through inquiry, and the students are seen as the builders of their own autonomous learning.*

A Robótica Educativa articula-se, também, com o preceito da ética *hacker*, afirmado por Himanen (2001) e Levy (1994), em que deve ser, mesmo que de forma temporária, **facilitado o acesso a equipamentos tecnológicos e informações que possam gerar conhecimentos.**

Quando a idade dos sujeitos permitir, a utilização de **formas virtuais de troca de saberes**, como blogs, redes sociais, criação de páginas na internet, pode ser um movimento que propicie trocas e compartilhamentos de saberes, levando os sujeitos a construir de forma colaborativa, em consonância com outro preceito da ética *hacker*, afirmado por Himanen (2001) e Levy (1994), que afirma que a construção colaborativa produz resultados superiores aos desenvolvidos de forma não compartilhada.

O desenvolvimento desta pesquisa deixa evidências de que os princípios educativos postulados por Piaget, como a **autogovernância e o trabalho em equipe** (PIAGET, 1998), quando articulados com os princípios do “aprender fazendo” de Papert (1994), com a construção colaborativa e o livre compartilhamento de informações e saberes da ética *hacker* (LEVY, 1994; HIMANEN, 2001) e o trabalho com a robótica educativa (ALIMISIS, 2009), podem ser fatores que promovem o aprender através dos movimentos de cooperação (PIAGET, 1973), entre os sujeitos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando o objetivo desta pesquisa de compreender a manifestação dos processos sociocognitivos de crianças/adolescentes de 11 a 13 anos, num contexto de robótica educativa, nos deparamos com os modernos recursos eletrônicos disponibilizados para os jovens, nativos digitais. Jovens inseridos na cultura digital, usuários desenvolvidos de *gadgets*, que frequentam escolas que ainda os tratam da mesma forma como atuavam os educadores do século passado, que expõem matérias em quadros que utilizam giz, e que levam o processo educativo a resultados questionáveis. Boa parte dos processos de aprendizagem são conduzidos por professores que não compreendem como estes jovens vivem e constroem seus conhecimentos. Professores que desistiram de aprender, dificilmente conseguindo sintonia com estes jovens, tão cheios de possibilidades e potenciais. Os fatos enumerados poderão trazer consequências no desenvolvimento efetivo dos processos de aprendizagem, pois a realidade vivida pelos educandos não compactua com o que lhes é oferecido.

Os discursos, que pregam a autonomia do ser, têm se mantido no campo das teorias, como instrumentos políticos, pouco influenciando a realidade da escola, mesmo entre os educadores.

Entre os que pesquisam as possibilidades da robótica educativa, por vezes, alguns enxergam, nas ferramentas descobertas e desenvolvidas, a possibilidade de construir uma forma de angariar recursos financeiros para si, esquecendo as possibilidades de transformação social que suas pesquisas carregam. Raros são os que compartilham suas descobertas práticas, mantendo seu discurso público no campo das teorias, comercializando suas práticas.

Alguns recursos disponibilizados comercialmente para uso da Robótica Educativa, cosmeticamente belos e atrativos, promovem um discurso construtivista/construcionista, mas apresentam, na prática, métodos pedagógicos que tolhem a criatividade e as possibilidades de construir conhecimento, oferecendo soluções que já foram testadas e comprovadas, impossibilitando o desafio promovido pelo erro e pelo fracasso, não levando o sujeito aprendente a construir sua ascensão a um novo nível de conhecimento.

Estas ponderações me fazem acreditar que meu esforço deve ser compartilhado, em coerência com os princípios teóricos que aqui utilizei. Para tanto,

estou organizando uma página na internet⁶¹, em que busco disponibilizar os sistemas montados e utilizados nesta pesquisa.

Considerando estas dificuldades encontradas na educação moderna, no princípio desta pesquisa estava esperançoso de que a utilização do sistema Arduino, programado pelo *Scratch*, seria um motivador de construção de saberes nos sujeitos. Também acreditava que poderia criar uma sistemática de uso destes recursos, dentro de um ambiente construtivista/construcionista, disponibilizando-os para os educadores interessados. Hoje, observando o caminho percorrido nesta construção, percebo o quanto meus desejos e crenças me afastavam de ser um pesquisador em educação. Não mais acredito que “o sistema” seja o diferencial da educação. Boas práticas, aliadas à criatividade e aos mais simples materiais, podem dar excelentes resultados educativos.

Certamente, nem eu, nem a “minha Robótica Educativa” gozávamos de liberdade, no sentido que Bauman dá à palavra “livre”:

Ser livre significa conhecer sua própria potencialidade; conhecer sua potencialidade é um conhecimento negativo, isto é, um conhecimento do que se está impedido de fazer. O conhecimento propriamente dito significa que o homem jamais vivenciará seus limites como opressão; é o desconhecido, a necessidade insuspeitada que é confrontada como uma derrota penosa, frustrante e humilhante. (BAUMAN, 1977, p. 13)

A conquista de certa liberdade, como pesquisador, foi penosa, recheada de conflitos e dores, pois concluir que uma certeza existente no início da pesquisa não passou de um engano, e até mesmo de uma derrota, normalmente nos traz o sentimento de frustração. Mas é assim me constituí um novo pesquisador e educador, neste movimento de tomada de consciência das limitações e das falhas, sempre tendo as teorias preconizadas como balizadores e o Método Clínico Piagetiano como método de pesquisa, análise, mas principalmente de autoanálise. Considerando meu objetivo pessoal, enquanto educador: “A meta é o novo mestre, que aprende a aprender; sua marca é saber criar soluções, construir alternativas no diálogo produtivo com a realidade.” (DEMO, 2006, p. 90), acredito ter executado os primeiros movimentos deste processo, quando percebi que deveria repensar minha forma de atuar e, conseqüentemente, meu planejamento.

Os encontros de Oficinas de Robótica Educativa, cuidadosamente planejados e organizados com antecedência, raramente se mantiveram dentro do planejado e,

⁶¹ www.profmentira.comunidades.net

felizmente, o respeito às teorias enunciadas para a pesquisa teve maior influência que os próprios desejos do pesquisador, dando liberdade aos sujeitos e obtendo resultados compensadores.

O uso de modelos de montagem guiados certamente abreviou o tempo para que o objetivo de alguns encontros fosse alcançado. Porém os movimentos sociocognitivos mais observados nestes momentos sugerem a existência de coação e de conformismo, normalmente gerando disputa pela possibilidade de executar a montagem.

A análise dos registros das oficinas de Robótica Educativa sugere que o trabalho em equipe e a autogovernância favoreceram o **aprender a conviver**, constituindo um ser cidadão, através do conhecer e aprender a respeitar o outro em sua diversidade, de acordo com o preconizado por Piaget (1998), Freire (1987, 1996) e Papert (1982).

Com relação aos movimentos de cognição do pensamento, os dados construídos na pesquisa demonstram que as oficinas de Robótica Educativa são fomentadores destes. A Robótica Educativa, desenvolvida com o uso do sistema de montagem LEGO®, provou cativar os sujeitos, e sua comprovação se deu pelo número de componentes do grande grupo que se manteve até o final da pesquisa, pelas reclamações dos demais sujeitos do projeto Mais Educação, não participantes da pesquisa, demonstrando real interesse em compor o grupo. Era comum escutar, ao encontrar o grupo, perguntas do tipo: “professor, hoje vamos trabalhar com robótica?” (DC, 11/06/14) e, ao escutarem uma resposta negativa, as exclamações de desagrado eram manifestadas.

Considerando os encontros de trabalho com a Robótica Educativa, os momentos de **livre exploração** do material, permitindo a autogovernância, apresentaram indícios de serem fator motivador de movimentos sociocognitivos, que não a coação e o conformismo. Foi possível observar que, nos momentos de livre exploração, houve maior ocorrência de movimentos que sugerem a cognição do pensamento. Descentramentos e indícios de cooperação entre os sujeitos e entre os grupos por eles formados também foram percebidos.

Como possíveis motivadores da história, “O Sonho de *M*”, considero o encontro em que a ordem planejada foi subvertida pelo desejo dos participantes em brincar com as figuras humanas da LEGO®. A vontade de *Lulu* em criar uma história sobre a figura com câncer retornou à discussão no encontro seguinte, como possibilidade de criação da história do Sonho de *M*. Então, é razoável afirmar que o

respeito às vontades dos sujeitos pode ser motivador de movimentos sociocognitivos, bem como dos indícios de cooperação moral observados. O pesquisador deve manter o foco no planejamento, mas as **vontades dos sujeitos** devem estar acima do planejado, proporcionando condições para a livre exploração.

A escolha dos sujeitos integrantes dos grupos de trabalho é assunto que não foi explorado nesta pesquisa. Os dados construídos demonstram que determinadas formações proporcionam resultados distintos, na construção de conhecimentos, e favorecem, ou dificultam, o aparecimento de movimentos colaborativos. Então, compreender como se tecem as **redes de poder**, dentro dos grupos, bem como **a forma de constituir estes grupos**, são assuntos que podem inspirar pesquisas futuras.

As análises das transcrições demonstram que em muitas oportunidades, o livre compartilhamento de informações, o respeito do educador com relação ao sujeito que aprende e a construção colaborativa provocaram indícios de cooperação e de autonomia dentro do grupo, promovendo o **aprender a conviver em grupo** para além do egocentrismo intelectual e moral.

Com relação ao material utilizado na pesquisa, os sujeitos demonstraram que a utilização do Arduino e do *Scratch* para Arduino (S4A) não foi por eles apropriada. É provável que isto se deva ao estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram e pelo pouco tempo disponibilizado para a construção dos conhecimentos relativos ao seu uso e programação.

A caixa de comando, utilizada com os motores CC da LEGO® e com os sensores montados sobre peças LEGO®, teve maior apropriação por parte dos sujeitos da pesquisa, que demonstraram desenvoltura em seu uso. A análise das transcrições sugere a apropriação dos conceitos referentes ao uso e controle de motores de CC, bem como dos fatores relativos ao uso de sensores, quando a caixa de comando foi utilizada.

Assim, é plausível afirmar que a análise de dados nos leva a concluir que **não é a sofisticação e/ou complexidade do equipamento disponibilizado** que garante resultados compensadores, quando objetivamos a construção de saberes, respeitando o sujeito que aprende.

Considerando o postulado pela ética *hacker*, de que o **compartilhamento e a construção colaborativa no ciberespaço** podem ser fator de melhoria e desenvolvimento nos processos de construção (LEVY, 1994), a atividade com Robótica Educativa poderia ter se beneficiado deste movimento. Porém, os sujeitos eram jovens e

com pouco conhecimento de informática, devido a sua condição social, e não foi possível provocar o compartilhamento virtual de suas experiências.

É plausível afirmar que as atividades com Robótica Educativa foram prazerosas, fato que pode ser observado no fragmento da transcrição das filmagens de 11 de junho, em que *Lulu*, ao ser questionada sobre estar satisfeita com as atividades da pesquisa, respondeu: “nossa, não tem nada que não seja legal aqui.” (V, 11/06/2014). Himanen (2001, p. 4) afirma que as **atividades prazerosas e lúdicas transformam-se em paixão**, e a reação dos sujeitos ao enxergar o pesquisador no início dos encontros (DC, 11/06/14) corrobora a afirmação.

Com relação à formação do pesquisador, enquanto professor, é fundamental que a análise das transcrições seja um momento de autoquestionamento, observando criticamente sua atuação e seu método, atento à possibilidade de evolução. Recomendo a qualquer pessoa que realmente queira ser um “educador”, como já o fiz com diversos colegas de docência, que pratique este exercício de autoanálise, sob a luz das teorias que acredita como válidas.

Observando os resultados construídos nesta pesquisa, acredito ter atingido meus objetivos. Mas também acredito ter avançado um pouco além deles, percebendo minhas possibilidades de falha e movimentando-me para reconstruir meu “ser professor”, num processo de formação e reformatação, sem fim.

É bastante provável que o fator tempo tenha sido um limitante no que se refere à pouca apropriação do sistema Arduino, por parte dos sujeitos. *Viví* demonstrou ter construído certa compreensão e é muito provável que *Dodô* e *Tatá*, com o devido tempo, também viessem a se apropriar do sistema, considerando que os dois demonstravam maior interesse pelos dispositivos tecnológicos.

Pesquisar as possibilidades de apropriação do Arduino, controlado pelo *Scratch*, por sujeitos dentro desta faixa etária, é uma possibilidade que me atrai e pode fornecer um bom caminho para quem cogita se dedicar à pesquisa em educação, utilizando a robótica educativa.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, Paula Cristina Rolo. **Aprender com Robots**. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2009. Disponível em <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3646/1/ulfc055872_tm_Paula_Abrantes.pdf>. Acesso em 20 de dez. 2013.
- ALIMISIS, Dimitris. **Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods**. Edited by School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE). Creative Commons License. 2009. Disponível em <http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/education/docs/book_TeacherEducationOnRobotics-ASPETE.pdf>, acesso em 05 de jun. 2014.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. VALENTE, José Armando. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** Pualus. São Paulo, SP 2011.
- BAUMAN, Zygmunt. **Por uma Sociologia Crítica: Um Ensaio sobre Senso Comum e Emancipação**. Trad. Antônio Amaro Cirurgião. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1977.
- BECKER, Fernando. MARQUES, Tania Beatriz Iwaszko. **Docência no Ensino Superior: Espaço para construções?**, Diálogo, n. 15, jul.- dez 2009. P.89 – 107. Canoas. 2009.
- CABRAL, Cristian Pelisolli. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma Abordagem Microgenética da Construção do Conhecimento**. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10183/29314>>. Acesso em 20 de dez. 2013.
- CAMARGO, Liseane Silveira. BECKER, Maria Luíza Rheingants. **O Percurso do Conceito de Cooperação na Epistemologia Genética**. Educ. Real, Porto Alegre, v. 37, n. 2, p. 527-549, maio-ago. 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/edu_realidade>. Acesso em 01 de Out. 2014.
- CARRAHER, Terezinha Nunes. CARRAHER, David William. SCHIELMANN, Analúcia Dias. **Na Vida Dez, Na Escola Zero**. Cortez Editora, São Paulo, SP. 1988.
- CLAGUE, Kevin. AGULLO, Miguel, HASSING, Lars C. **LEGO® Software Power Tools, including LDraw, MLCad and Lpub**. Syngress Publishing Inc. MA. USA. 2002.
- CRESWELL, J. W. **Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions**. Sage, Thousand Oaks, CA, 1998.
- CRUZ, António Oliveira. **A Teoria de Piaget e os Mecanismos de Produção da Ideologia Pedagógica**. Universidade Aberta Sociocultural. 1978.
- CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de Método de Robótica Educacional de Baixo Custo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). Curitiba. 2008. Disponível em

<<http://www.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/ChristinaCurcio.pdf>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

DELORS, Jaques (Presidente). **Educação, um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. UNESCO. Brasília. 2010.

DELVAL, Juan. **Introdução à Prática do Método Clínico: Descobrimo o Pensamento das Crianças**. Trad. Fátima Murad. Artmed. Porto Alegre. 2002

DEMO, Pedro. **Pesquisa: Princípio Científico e Educativo**. 12 Ed. Cortez, São Paulo. 2006.

DUARTE, Rosália. **Entrevistas em pesquisas qualitativas**. Educar, Curitiba, Editora UFPR n. 24, p. 213-225, 2004.

Estatuto da Criança e Adolescente. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 7. Ed. Edições Câmara. Brasília. 2010. Disponível em <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em 23 de jan. 2015.

FAGUNDES, Léa da Cruz. SCHLEMMER, Eliane. **Uma proposta para avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem na sociedade em rede**. Artigo Científico. Informática na Educação: Teoria e Prática, PGIE-UFRGS, Porto Alegre: 2000, v. 3 n. 1, Setembro. Disponível em <<http://www.orientacoestccpeadprofdoris.pbworks.com>>. Acesso em 10 de out. 2012.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1996.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 17^a. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987.

FREZZA, J. S.; SILVA, J. A.; **Aspectos metodológicos e constitutivos do pensamento do adulto**. Educar em Revista, Editora: UFPR, Curitiba, Brasil, n. 39, p. 191-205, jan./abr. 2011.

GONÇALVES, Paulo Cesar. **Protótipo de um Robô Móvel de Baixo Custo para uso Educacional**. Dissertação de mestrado em Ciência da Computação. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. Paraná. 2007. Disponível em <<http://www.din.uem.br/~mestrado/diss/2007/goncalves.pdf>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

HACKER, Laura. **Robotics in Education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering. An honors thesis for the Eliot-Pearson Department of Child Development Tufts University**, Massachusetts, USA. 2003. Disponível em <<http://ase.tufts.edu/roboticsacademy/Theses/LauraHacker03.pdf>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

HIMANEN, Pekka. *Hacker Ethic and the spirit of the Information Age. Translated by Anselm Hollo and Pekka Himanen. Random House Inc. New York. 2001.*

LEVY, Steven. *Hackers: Heroes of the Computer Revolution. Dell Publishing. New York. 1994.*

LOPES, Daniel de Queiroz. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com Robótica Educacional.** Tese de doutorado em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10183/16173>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

MANZINI, Eduardo José. **Uso da Entrevista em Dissertações e Teses Produzidas em um Programa de Pós-graduação em Educação.** Artigo Científico. Revista Percurso - NEMO Maringá, v. 4, n. 2, p. 149- 171, 2012 disponível em <http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista>. Acesso em 09 de maio 2015.

MELO, Mário Marcelino Luís de. **Robótica e Resolução de Problemas: Uma Experiência com o Sistema LEGO® Mindstorms no 12ºano.** Dissertação de mestrado. Universidade de Lisboa. Portugal. 2009. Disponível em <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2093>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Ed. da Unijuí, 2007.

NEVADO, R. A. **Espaços Interativos de Construção de Possíveis: uma nova modalidade de formação de professores.** Tese doutorado UFRGs. Porto Alegre 2001. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72081/000417853.pdf?sequence=1>>. Acesso em 20 de abr. 2015.

NIETZSCHE, Friederich W. **Assim Falava Zaratustra.** Um livro para todos e para ninguém. Tradução base José Mendes de Souza. 1999. Disponível em <www.eBooksBrasil.com>. Acesso em 15 de abr. 2013.

ORTEGA, Jaime Agustín Sánchez. **Diagnóstico y aplicación de los estilos de Aprendizaje en los Estudiantes del Bachillerato Internacional: una propuesta Pedagógica para la enseñanza eficaz de la Robótica educativa. Tesis doctoral.** Facultad de Educación Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales. Madrid, España. 2011. Disponível em <<http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=tesisuned:Educacion-Jasanchez&dsID=Documento.pdf>>. Acesso em 20 de dez. 2013.

PAPERT, Seymour. **Desafio a la Mente, Computadoras y Educación..** Fernández Long y Reggini S.A. Buenos Aires Argentina. 1982.

_____. **A Máquina das Crianças, Repensando a Escola na Era da Informática.** Artes Médicas. Porto Alegre. 1994.

PAPERT, Seymour. HAREL, Idit. **Situar el Construccionismo. Traducido por INCAE.** INCAE, Alajeula, 2002. Disponível <

http://web.media.mit.edu/~calla/web_comunidad/Readings/situar_el_construccionismo.pdf> Acesso em 10 de nov. 2014.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética / Sabedoria e ilusões da filosofia;** Problemas de psicologia genética. 2ª Edição. São Paulo: Abril Cultural, 1970 e 1983.

_____. **A representação do mundo na criança.** Rio de Janeiro: Record, 1975.
Disponível em <<http://www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/a-representacao-do-mundo-na-crianca-piaget/>>. Acesso em: 10 de fev. 2015.

_____. **Biologia e Conhecimento.** Petrópolis: Vozes, 1973.

_____. **Estudos Sociológicos.** Comp. Ed. Forense, Rio de Janeiro, 1965.

_____. **O Estruturalismo.** Tradução de Moacir Renato de Amorim. 3ª edição DIFEL S.P. 1979.

_____. **O Juízo Moral na Criança.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

_____. **O nascimento da inteligência na criança.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

_____. **Os Procedimentos da Educação Moral.** In: PIAGET, Jean. **Sobre a Pedagogia:** textos inéditos. São Paulo: Casa do Psicólogo, P. 25-58, 1998

_____. **O Procedimento da Educação Moral.** Cinco Estudos de Educação Moral. Coleção Psicologia e Educação. Organizador: Lino de Macedo. Casa do Psicólogo. São Paulo. 1996.

_____. **Pedagogia.** Instituto Piaget, Lisboa Portugal, 1998.

_____. **Problemas da Psicologia Genética,** Rio de Janeiro, Forense, 1973.

_____. **Psicologia de la Inteligência .** Editorial Psique, Buenos Aires, 1972.

_____. **Representação do mundo na criança.** Rio de Janeiro: Record, 1926.

_____. **Seis Estudos de Psicologia,** D.Quixote, Lisboa. 1977(b).

PIAGET, Jean; Inhelder, Barbel; Sinclair: **Sur la Mémoire,** Paris, PUF. 1968

PLATTNER, Hasso. MEINEL, Christoph. LEIFER, Larry. **Design Thinking:** Understand – Improve – Apply . Springer-Verlag Berlin. 2011

PRETTO, Nelson. **Redes Colaborativas,** Ética Hacker e Educação. Educação em Revista, V. 26, n.03, p. 305-316, Belo Horizonte, dezembro 2010.

RANGEL, Ana Cristina S. **Educação Matemática e a Construção do Número pela Criança.** Uma Experiência em Diferentes Contextos Socioeconômicos. Artes Médicas. Porto Alegre 1992.

REIS, Joaquim. **Importância do Método Clínico ou de Exploração Crítica no Estudo da Personalidade.** Artigo Científico. Revista intervenção social, n.10. 1994 Fundação Minerva - Cultura - Ensino e Investigação Científica / Universidades Lusíada, Lisboa. 1994. Disponível em <<http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/is/article/view/1348>> Acesso em 20 de fev. 2015.

SANCHO-GIL, Juana Maria. **Em buscas de respostas para as necessidades educacionais da sociedade atual.** Uma perspectiva multidisciplinar da tecnologia. Revista Linhas, Florianópolis, v. 14, n. 27, jul./dez. 2013. p. 09 – 44. Disponível em <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/198472381427201309/2818>> Acesso em 15 de fev. 2014.

SANTOS DA SILVA, Akynara Aglaé Rodrigues. **Robótica e Educação:** uma possibilidade de inserção sócio digital. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2010.

SILVA, Jayson Magno da. **Educação Digital, Currículo & Empoderamento.** Artigo Científico. XI Encontro de Pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Set. 2013.

STECANELA, Nilda. **Retratos de um percurso:** o cotidiano como fonte de pesquisa. In: GRAZZIOTIN, Luciane Sgarbi; COSTA, Giseli Paim (Org.). *Experiências de quem pesquisa: reflexões e percursos.* p. 117-152, Educs, Caxias do Sul, 2010b

STRAUTMANN, Matthew A. . *Educational robotics: Using the LEGO® Mindstorms NXT Platform for Increasing High School Stem Education. Master of Science in electrical engineering Thesis. Missouri University of Science and Technology. Rolla, Missouri USA.* 2011. Disponível em <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/28574/Strautmann_2011.pdf?sequence=1> Acesso em 20 de dez. 2013.

VALENTE, José Armando e FREIRE, Fernanda Maria Pereira. (Orgs.) **Aprendendo para a vida:** os computadores na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2001.

VIGOTSKY, Lev S. *Pensamiento y Lenguaje. Em Obras Escojidas, Trad. Cast. De Jê.M. Bravo, Aprendizaje. Madri,* 1993.

YIN, Robert K.. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Tradutor Daniel Grassi, 2.ed. Porto Alegre, Bookman, 2001.

APÊNDICE A – Quadro Analítico das Oficinas

ENCONTRO	ATIVIDADE PLANEJADA	PARTICIPANTES	MATERIAL DISPONIBILIZADO	PROVOCAÇÃO	ATIVIDADE REALIZADA	PROCESSOS SOCIOCOGNITIVOS, INDÍCIOS OBSERVADOS	DATA E DURAÇÃO
1º	Reconhecimento do sistema de montagem LEGO®.	Viví, Tatá, Dodô, Gegê, Lulu e Lelê	Duas escavadeiras LEGO®, montadas. Peças LEGO®, manual de montagem de sistemas de redução LEGO® Simple Machines.	Exploração dos sistemas de engrenagens disponibilizados nas máquinas montadas. Percepção das relações entre força e velocidade nos sistemas de redução e sua relação com as operações de multiplicação e divisão.	Exploração das escavadeiras montadas e montagem guiada de sistemas de redução LEGO® Simple Machines.	Coação e conformismo.	28 de maio de 2014. Duas horas de duração.
2º	Montagem de um chutador e uma roda gigante, acionados manualmente e por motor.	Viví, Tatá, Lulu e Lelê	Computador, peças LEGO®, manual de montagem de sistemas de redução, em formato digital, motor LEGO® e caixa de comando.	Competição de chute a distância (chutador). Manter um “passageiro” na cadeira (roda gigante).	Montagem de um chutador e uma roda gigante, acionados manualmente e por motor, com controle através da caixa de comando.	Coação e conformismo.	11 de junho de 2014. Uma hora e meia de duração.
3º	Montagem guiada, LEGO® <i>SimpleMachines</i> , de um sistema de movimentação linear, muito semelhante a um portão de garagem, com acionamento manual e	Viví, Lelê, Dodô e Tatá.	Peças LEGO®, manual de montagem de sistemas de redução, LEGO® Simple Machines., motor LEGO®, caixa de comando e sensores.	Montagem de um portão de garagem automatizado.	Montagem de um sistema de movimentação linear, com acionamento manual e automatizado. Automação completa do portão.	Coação, conformismo e cooperação.	25 de junho de 2014. Duas horas e meia de duração.

	automatizado.						
4°	Exploração dos diversos tipos de sensores, utilizando a caixa de comando.	Dodô, Tatá e Lulu.	Peças LEGO®, motor LEGO®, caixa de comando e sensores.	Descoberta do funcionamento dos sensores.	Montagem e exploração livre. Exploração dos diversos tipos de sensores, utilizando a caixa de comando.	Coação e conformismo.	02 de julho de 2014 Uma hora e meia de duração
5°	Exploração guiada do programa S4A, do Arduino e servo-motores. Proposição para montagens contextualizadas nas melhorias da vida urbana, criando sistemas que possam facilitar a vida dos moradores das cidades.	Lulu, Tatá, Viví e Dodô.	Computador, Peças LEGO®, motor LEGO®, Arduino, servo-motores e sensores.	Utilizar o Arduino, controlado pelo S4A e sensores, para controlar os motores e servo-motores. Delinear a proposta para melhorias na vida urbana.	Exploração guiada do programa S4A, do Arduino, sensores, motores e servo-motores. Criação da proposta da história.	Coação, conformismo e cooperação.	09 de julho de 2014 Duas horas de duração
6°	Construção das melhorias para a vida urbana.	Lulu, Viví e Dodô.	Computador, Peças LEGO®, motores LEGO®, caixa de comando, Arduino, servo-motores e sensores.	Construir o cenário para a história.	Construção do cenário e formalização do tema da história.	Coação, conformismo e cooperação.	14 de julho de 2014. Três horas e meia de duração
7°	Conclusão da atividade de criação.	Viví, Dodô, Lulu e Tatá.	Máquina fotográfica, Computador, Peças LEGO®, motores LEGO®, caixa de comando, Arduino, servo-motores e sensores.	Criar a história.	Conclusão da montagem, documentação fotográfica do cenário para a história.	Coação, conformismo e cooperação.	16 de julho de 2014 Quatro horas e meia de duração

APÊNDICE B - Termo de Consentimento

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

CENTRO DE FILOSOFIA E EDUCAÇÃO

PROJETO: A ROBÓTICA EDUCACIONAL COM CRIANÇAS/JOVENS: Processos Cooperativos e Auto-organizativos.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa: A ROBÓTICA EDUCACIONAL COM CRIANÇAS/JOVENS: Processos Cooperativos e Auto-organizativos.

Pesquisadores responsáveis: Dr^a Carla Beatris Valentini e Jean Hugo Callegari

Instituição: Universidade de Caxias do Sul

Introdução: Este documento contém informações sobre os procedimentos de pesquisa e sua assinatura representa sua anuência (ou autorização como responsável em caso de menor de idade) em participar de oficinas de robótica educacional.

Objetivo: Compreender como, em interações num contexto de robótica educativa, se manifestam os processos sociocognitivos de crianças/jovens de 11 a 13 anos.

Procedimentos: O procedimento de coleta de dados será feito através de observações não-dirigidas, gravações e filmagens em que o pesquisador irá observar as interações dos participantes nas oficinas de robótica educativa.

Riscos: Não há riscos na participação desse estudo.

Benefícios: Os resultados desse estudo serão úteis para a compreensão do cenário das aprendizagens, no contexto das tecnologias, buscando contribuir na transformação das práticas vigentes, partindo de atividades com robótica educacional.

Alternativas: Sua participação é voluntária e poderá contribuir para a investigação do problema de pesquisa descrito nos objetivos desse documento. A efetivação do envolvimento com esta pesquisa somente se dará a partir da assinatura deste termo, com o qual estará consentindo em participar do trabalho, sendo-lhe reservado o direito de recusar-se a participar ou de desistir de sua participação a qualquer momento. Sua desistência ou não participação não irá prejudicá-lo e

dos dados obtidos a partir das coletas realizadas com você até o momento de sua desistência serão descartados.

Custos: Você não receberá nenhum pagamento para participar desta pesquisa, assim como também não terá nenhum custo.

Confidencialidade: Dados de identificação, registros das sessões de grupos focais e registros escritos serão resguardados, sendo que os mesmos serão utilizados exclusivamente para fins de estudo. Os nomes dos participantes e suas imagens serão mantidos em sigilo e serão guardados pelos pesquisadores como evidência dos procedimentos realizados. Sendo assim, os dados desta pesquisa estarão sob sigilo ético, não sendo mencionados os nomes dos/das participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito que venha a ser publicado. Os dados da pesquisa poderão ser vistos exclusivamente por pesquisadores envolvidos no projeto.

Problemas ou perguntas: Os pesquisadores se comprometem a esclarecer devida e adequadamente qualquer dúvida ou necessidade de informações que o/a participante venha a ter no momento da pesquisa ou posteriormente, através do telefone (54) 8115 8994 ou e-mail: callega@terra.com.br.

Termo de Consentimento

Li este formulário de consentimento e, uma vez que todas as minhas dúvidas acerca do estudo foram respondidas, concordo em participar desta pesquisa. Estou ciente de que posso interromper a minha participação a qualquer momento que desejar.

Após ter sido devidamente informado/a de todos os aspectos da pesquisa e ter esclarecido todas as minhas dúvidas, concordo em participar da referida pesquisa e participar das atividades propostas, que serão registradas e analisadas, além de discutidas coletivamente.

Nome legível do aluno: _____

Nome legível do responsável legal pelo aluno: _____

Assinatura do responsável legal: _____

Atesto que expliquei a natureza e o objetivo de tal estudo, bem como os possíveis riscos e benefícios do mesmo, junto ao participante. Acredito que ele recebeu todas as informações necessárias que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que o (a) participante compreendeu tal explicação.

Endereços para contato: e-mail: Fone:

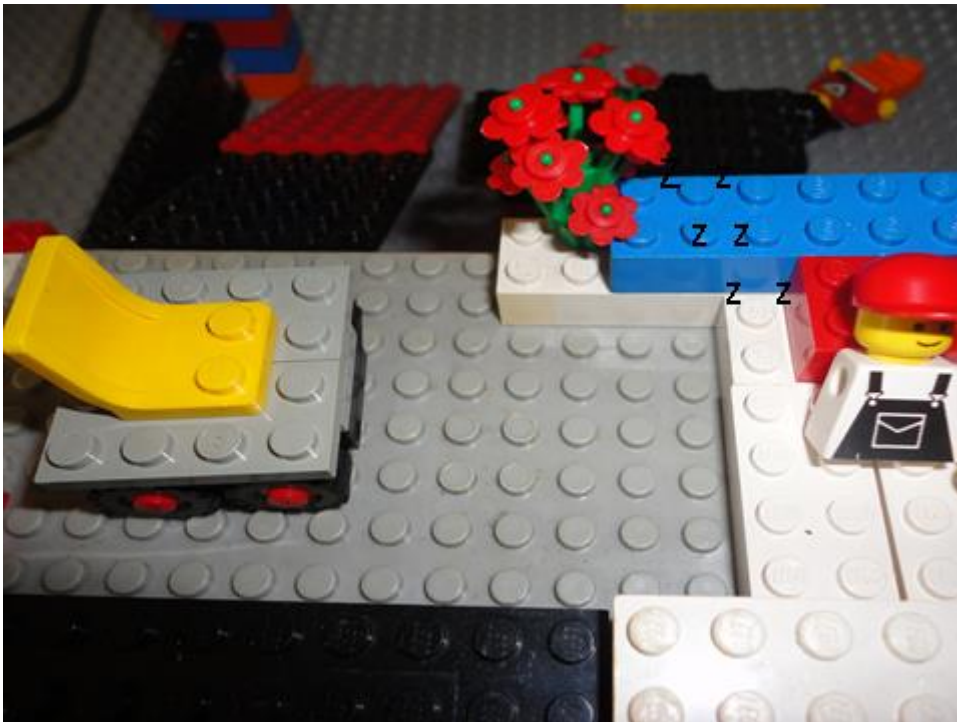
Pesquisadores responsáveis:

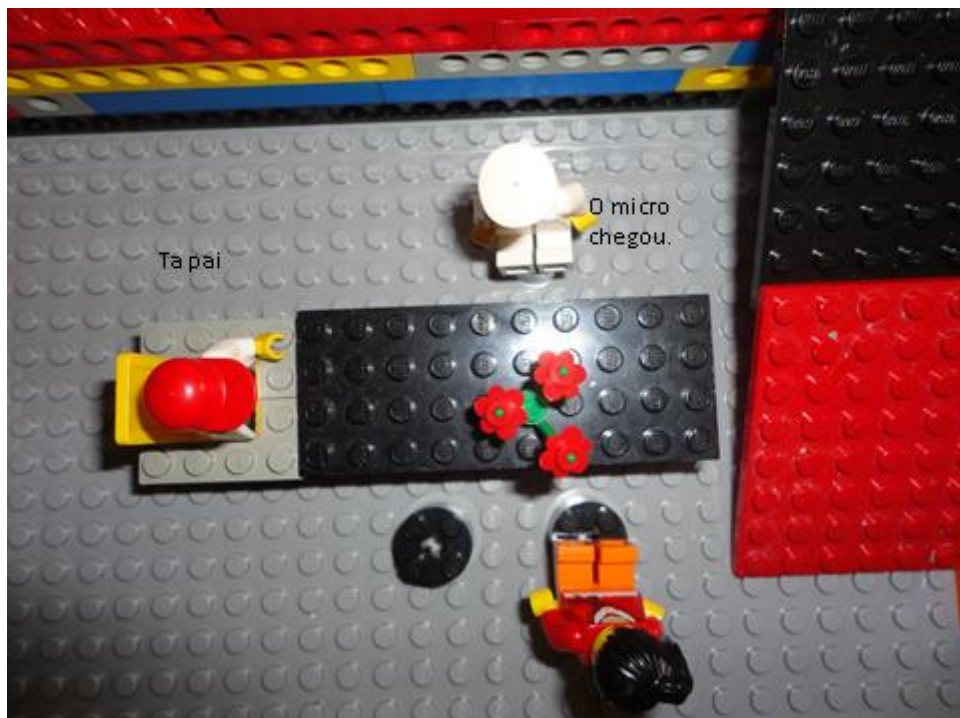
Nome legível: _____ Assinatura: _____

Nome legível: _____ Assinatura: _____

_____, _____ de _____ de _____.

ANEXO A - O Sonho de *M*
Autores: *Dodô, Viví, Tatá e Lulu.*



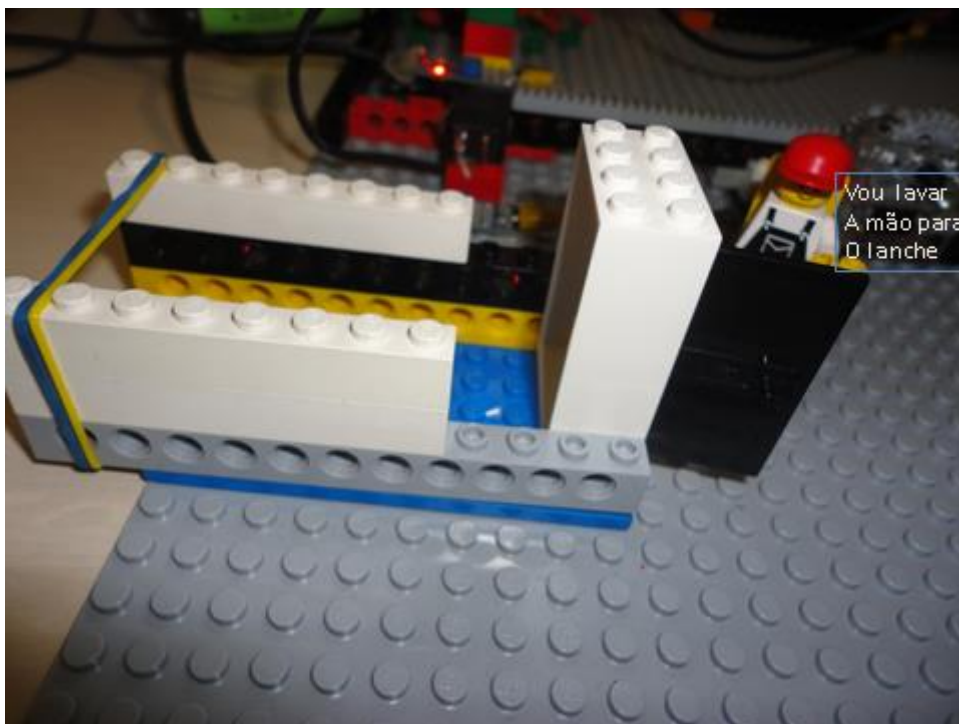




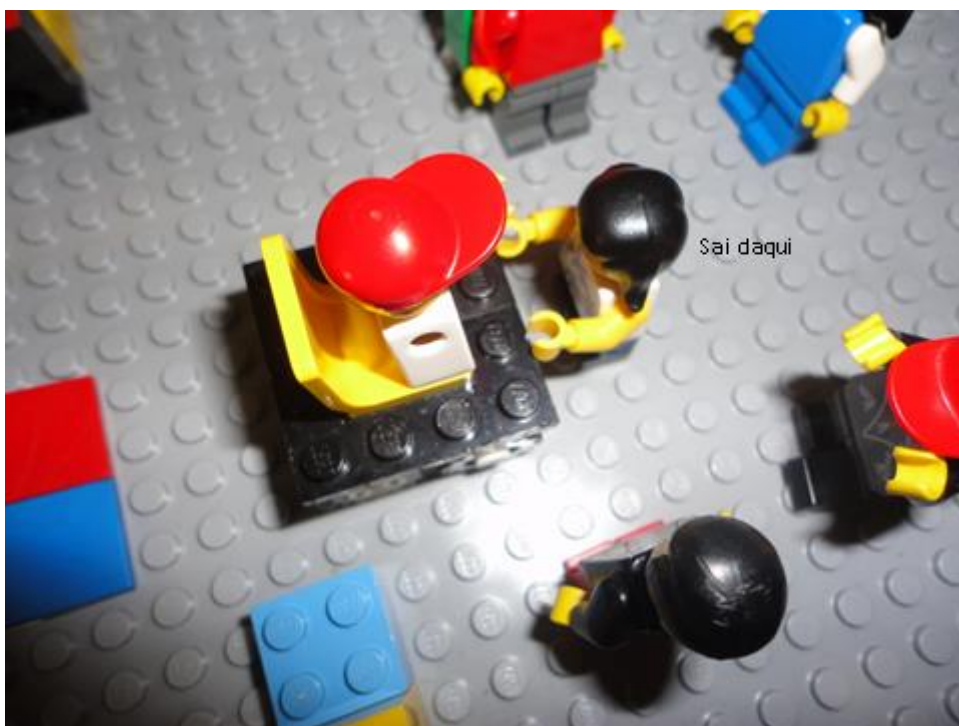
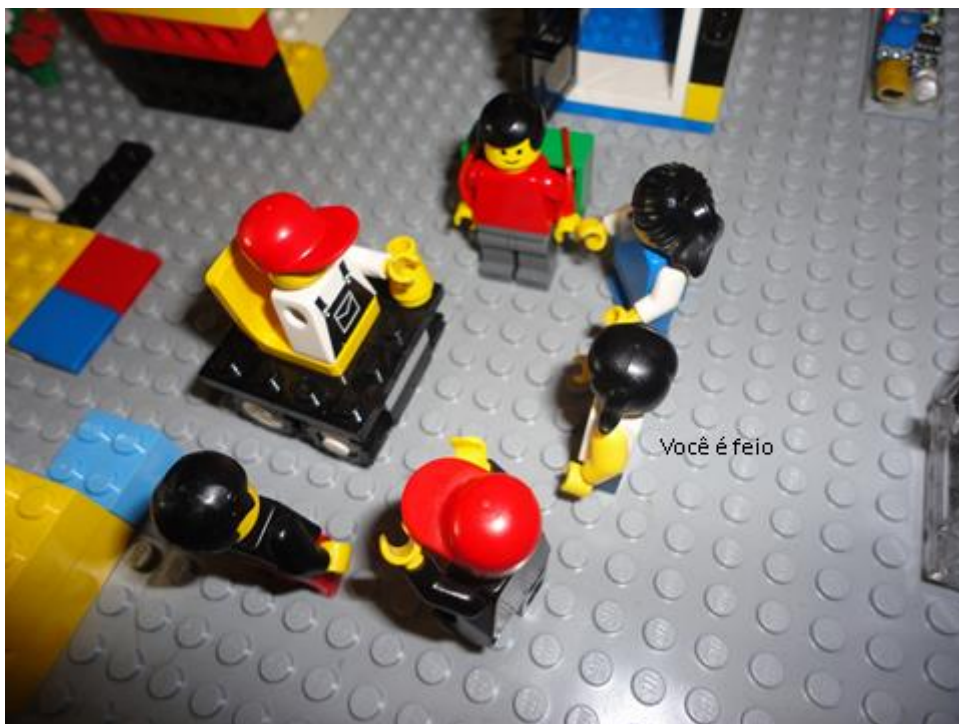


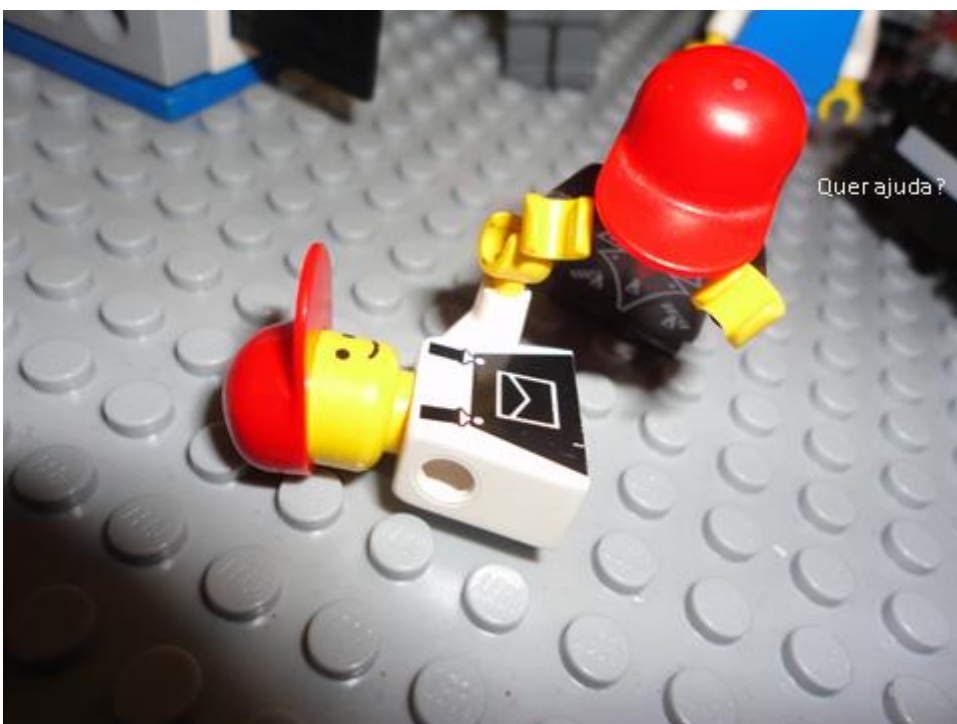




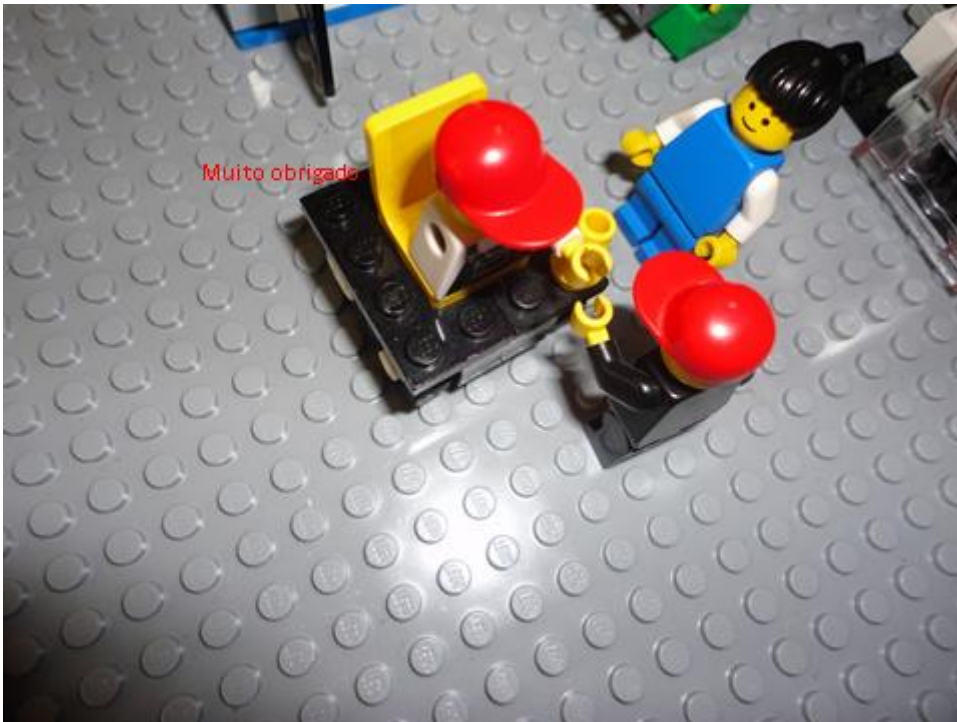


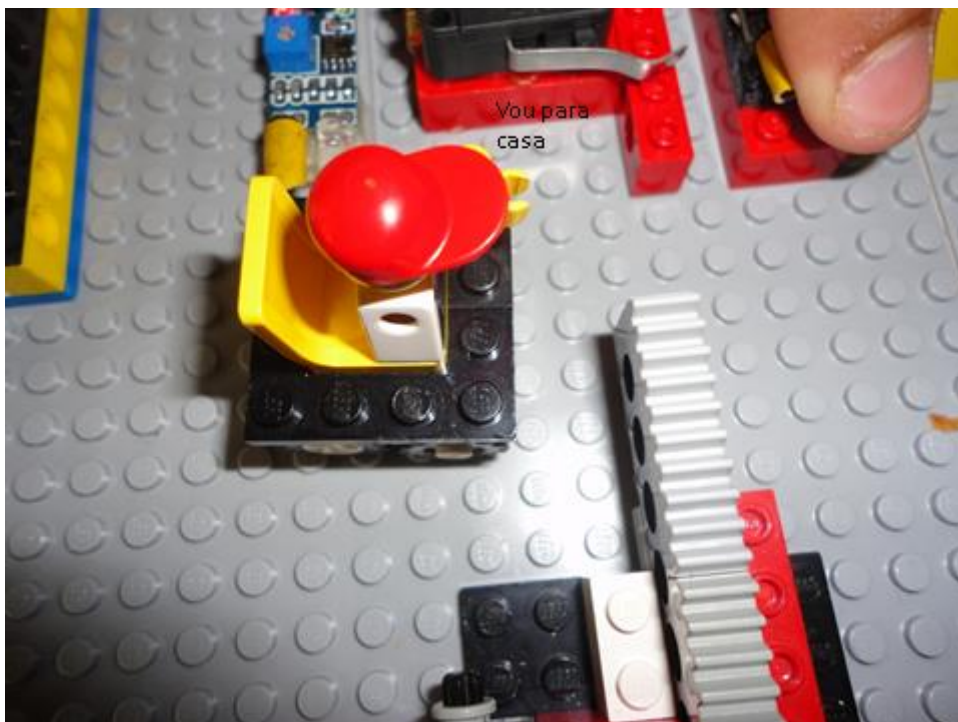








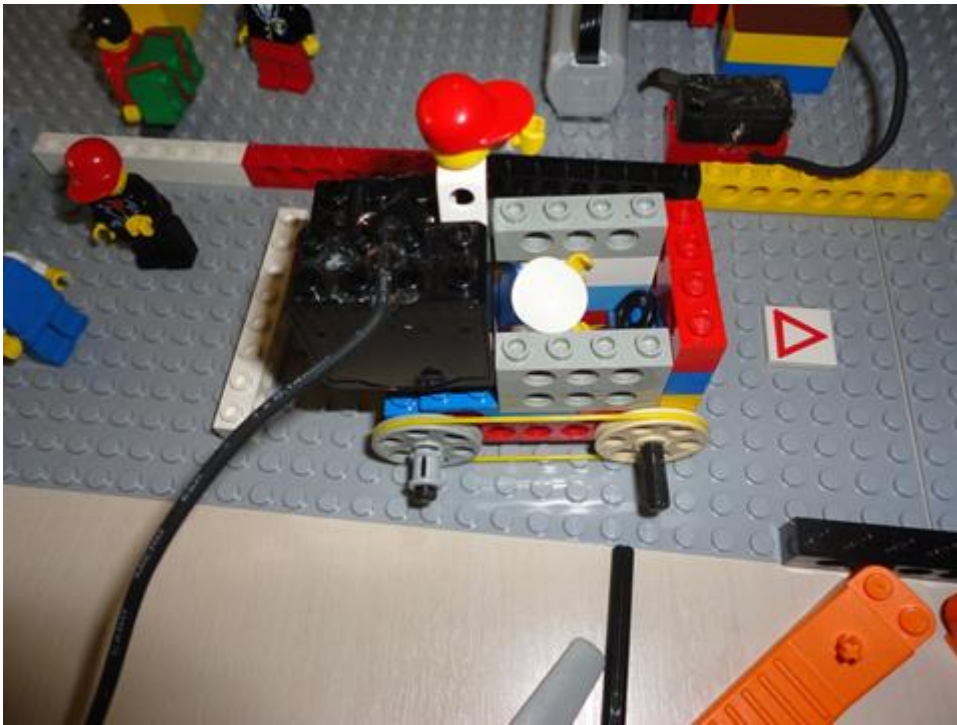




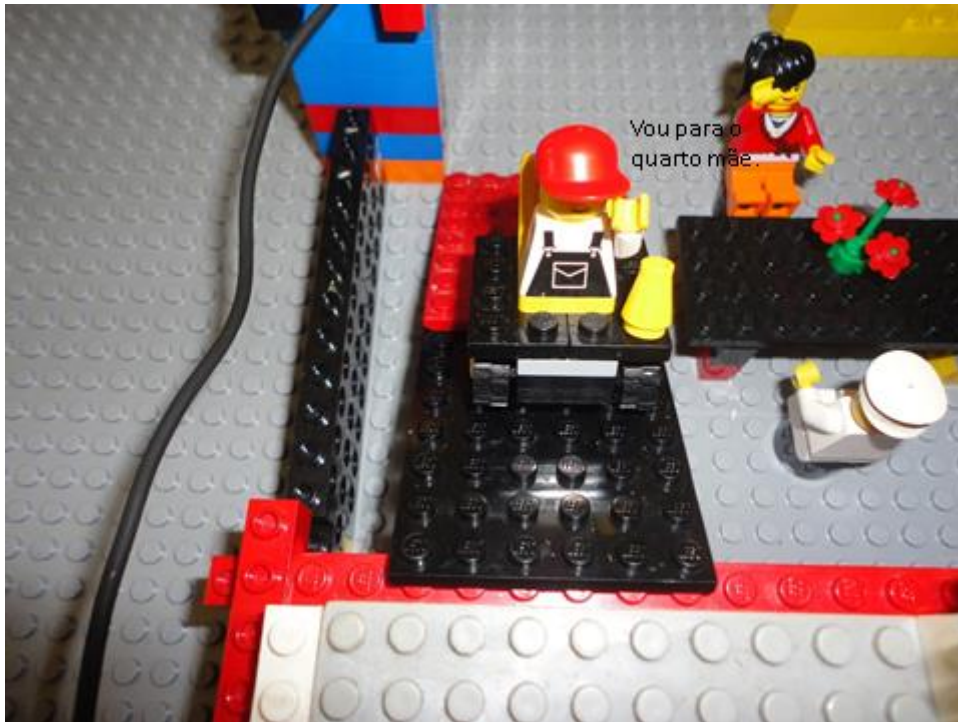
Vou para casa

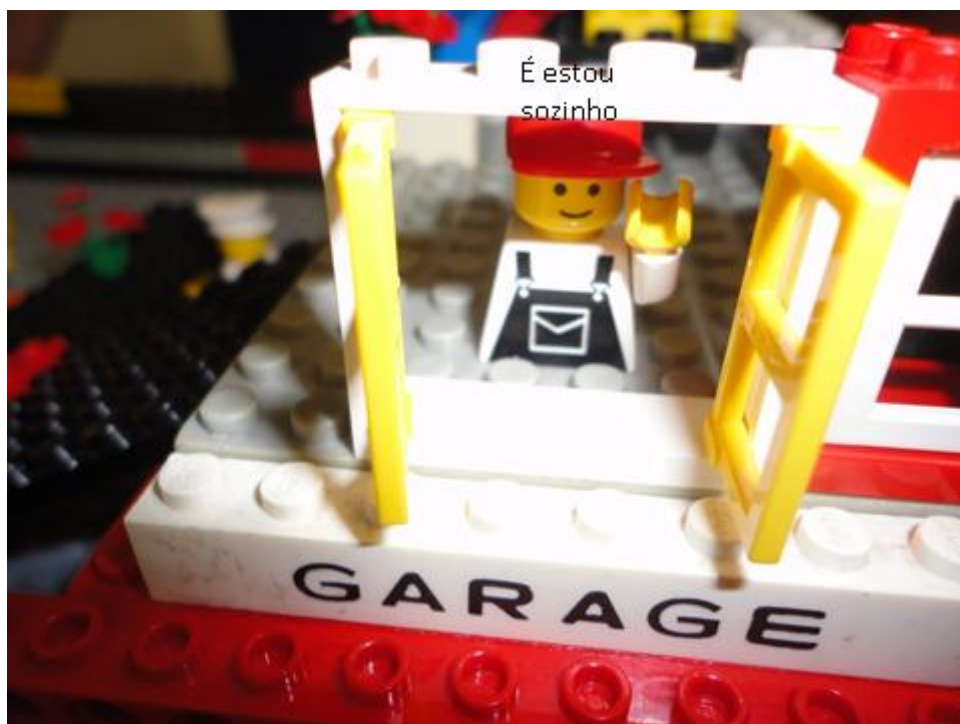


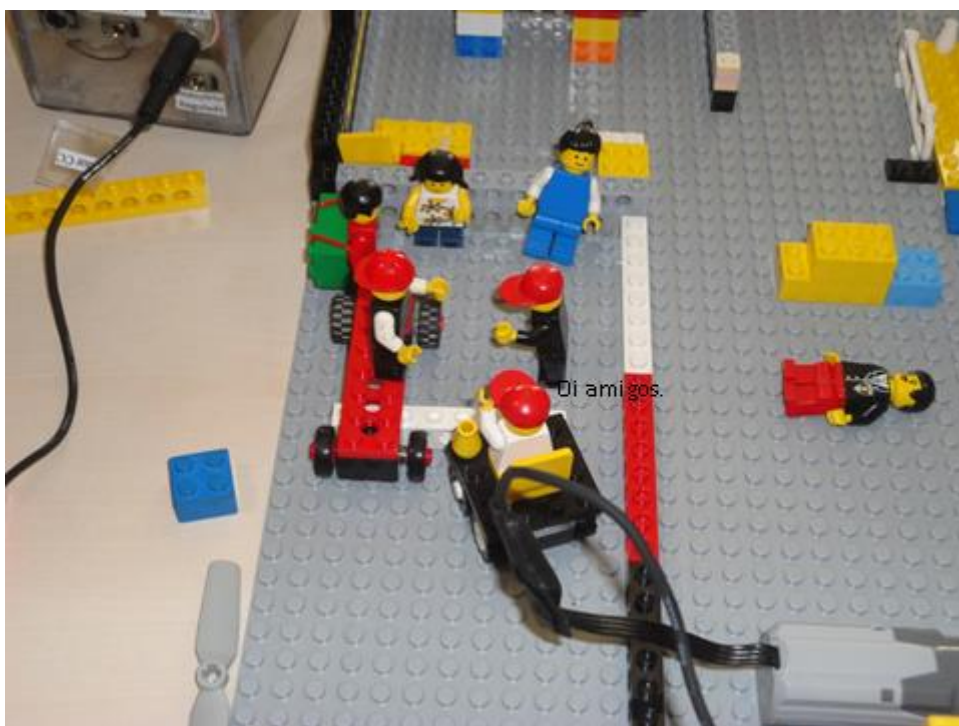
chegou Finalmente o ônibus

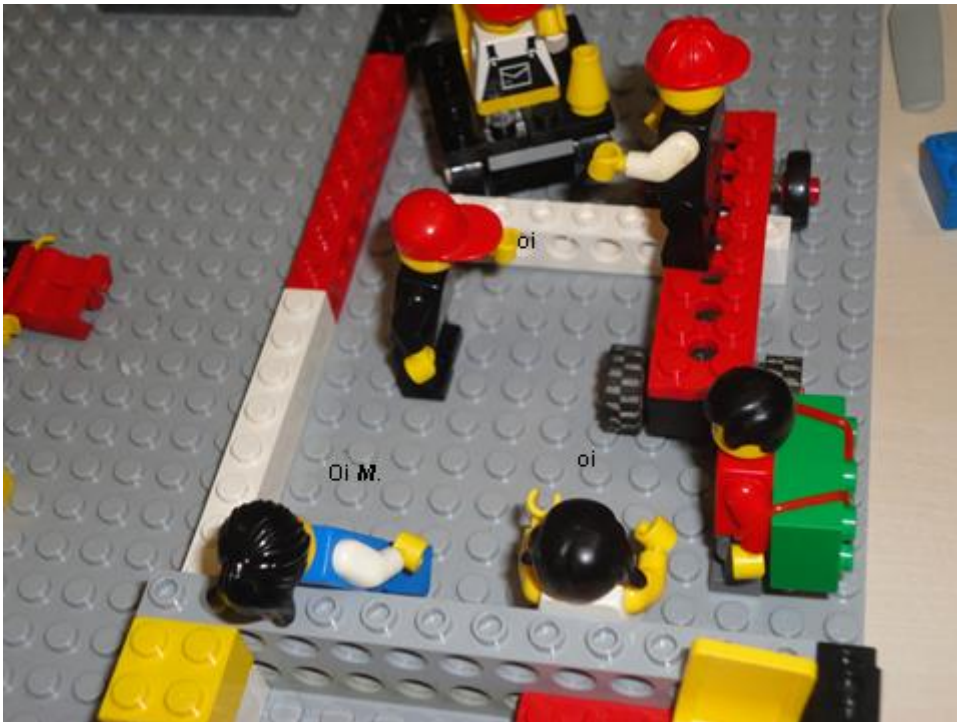












Mensagem sobre a historia

- **Essa história é de um deficiente físico que sonha que seus amigos não gostam dele mas é só um sonho. Não pratique Bullying , isso é crime todos somos iguais.**