



PATRÍCIA NÁDIA NASCIMENTO GOMES

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO MEIO
PARA À APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA
NO ENSINO FUNDAMENTAL**

LAVRAS - MG

2014

PATRICIA NÁDIA NASCIMENTO GOMES

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO MEIO PARA À
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Relatório técnico apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Educação –
Mestrado Profissional, área de
concentração Formação de Professores,
para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Ronei Ximenes Martins

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Gomes, Patrícia Nádía Nascimento.

A robótica educacional como meio para a aprendizagem da
matemática no ensino fundamental / Patrícia Nádía Nascimento
Gomes. – Lavras : UFLA, 2014.

94 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Ronei Ximenes Martins.

Bibliografia.

1. Tecnologia educacional. 2. Jogos. 3. Atividades lúdicas. 4.
Lego Mindstorns. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 371.334

PATRICIA NÁDIA NASCIMENTO GOMES

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO MEIO PARA À
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Relatório técnico apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Educação –
Mestrado Profissional, área de
concentração Formação de Professores,
para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 03 de outubro de 2014

Dr. Regina Célia Grando USF

Dr. Rosana Maria Mendes UFLA

Dr. Rosana Vieira Ramos UFLA

Orientador

Ronei Ximenes Martins

LAVRAS – MG

2014

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela oportunidade de alcançar um sonho, e por estar sempre comigo.

A minha filha Ana Clara Gomes, sua presença que inspira e alegra todos os momentos dessa caminhada, ao meu marido Kleysson Alves Gomes, por estar sempre ao meu lado, apoiando e ajudando.

Aos meus queridos pais, Vicente Paulo do Nascimento e Conceição Aparecida Nascimento, aos meus irmãos, Carina Nascimento e Gustavo Henrique Nascimento, por todo apoio, carinho, dedicação e por estarem sempre presentes em todos os momentos.

A todos meus amigos e colegas de mestrado, que estiveram sempre presentes, contribuindo e compartilhando alegrias, tristezas, angústias e ansiedades.

Ao meu orientador Ronei Ximenes Martins, pela acolhida, carinho e dedicação neste longo processo de aprendizado.

Aos meus alunos, à direção e supervisão da Escola Estadual que contribuíram para que a pesquisa pudesse acontecer.

A todos que de alguma maneira contribuíram para o sucesso deste trabalho.

RESUMO

Alguns conteúdos curriculares estão especialmente relacionados com a utilização da robótica como prática de ensino e, entre eles, destaca-se a matemática. Considerando as possibilidades dessa tecnologia educacional como mediadora da aprendizagem escolar, apresenta-se neste relatório a investigação sobre o desenvolvimento e aplicação da robótica no ensino da matemática no ensino fundamental. O foco de observação foi a prática que os alunos vivenciaram e suas experiências com atividades de robótica educacional repletas de conteúdos matemáticos não explicitados de forma direta. A pesquisa se caracteriza como uma atividade de estudo de caso de abordagem qualitativa, e a obtenção de dados se deu por observação participante em uma escola pública de educação básica de uma cidade do sul de Minas Gerais. Participaram oito estudantes do ensino fundamental II, 3 homens e 5 mulheres com idades variando entre 12 e 14 anos. Verificou-se que a resolução de problemas que envolveram ações dos robôs, comandados pelos alunos, despertou a atenção e a curiosidade do grupo e que durante a resolução dos desafios propostos, eles demonstram maior interesse no estudo e aplicação de conteúdos matemáticos. Observou-se também que, dependendo da forma como as atividades envolvendo os *kits* de robótica são estruturadas, podem ser tratadas conceitualmente como jogos que incorporam o lúdico à aprendizagem de conteúdos escolares.

Palavras-chave: Tecnologia educacional. Jogos. Atividades lúdicas. Lego *Mindstorns*.

ABSTRACT

Some curriculum content are specifically related to the robotics use as a teaching practice, and among them stands out the math. Considering the possibilities of educational technology as a mediator of school learning, this report presents research on the development and application of robotics in teaching math in elementary school. The focus of observation was the practice that students have experienced and their experiences with educational robotics activities replete with mathematical content not spelled out directly. The research characterizes the activity as a case study with a qualitative approach and obtaining data was by participant observation in a public school for basic education of a city in southern Minas Gerais. Eight students from elementary school II, 3 boys and 5 girls aged among 12 and 14 years old participated. It was found that the problems resolution involving actions of robots, led by students, attracted the attention and curiosity of the group and during the resolution of the proposed challenges, they show more interest in the study and application of mathematical content. It was also observed that, depending on how the activities involving robotics kits are structured, can be treated conceptually as games that incorporate playful learning of school subjects.

Keywords: Educational technology. Games. Playful learning. Lego Mindstorns.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Uma das primeiras tartarugas criada por Seymour Papert	188
Figura 2	Uma tartaruga de água doce	199
Figura 3	Imagem do Kit Lego Mindstorms.....	222
Figura 4	Robô montado na primeira atividade.....	466
Figura 5	Bloco de movimentos utilizado para programação do robô.....	477
Figura 6	Bloco de controle dos sensores de luz e cor, utilizado para programação do robô	499
Figura 7	Triângulo equilátero oferecido como modelo para a construção da trilha a ser percorrida pelo robô.....	50
Figura 8	Triângulo equilátero com as marcas para posicionamento do gol e das bolas.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo geral	133
1.2	Objetivos específicos	133
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	144
2.1	As tecnologias e o ensino da matemática	144
2.2	Robótica educacional	177
2.3	Pedagogia de projetos	311
2.4	O jogo e as atividades de robótica	366
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	411
3.1	Locus e participantes	411
3.2	Organização e procedimentos	422
4	DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	455
5	OBSERVAÇÕES E REFLEXÕES	522
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	655
	REFERÊNCIAS	699
	ANEXOS	744

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresenta-se uma pesquisa realizada com a participação de alunos do oitavo ano de uma escola estadual de Minas Gerais, que possibilitou observar a aplicação da robótica educacional em suas relações com a aprendizagem de geometria plana, operações básicas, noção de espaço, e resolução de problemas.

O interesse no desenvolvimento desta pesquisa se deu pela necessidade que percebi¹ em continuar minha formação. O ingresso no Mestrado Profissional em Educação seria uma maneira de continuar estudando e trabalhando para que meus alunos pudessem receber uma boa formação. Com relação à robótica, nunca imaginei que poderia construir um robô e fazer com que ele se movimente, mas foi amor à primeira vista. Ver o robzinho andando pela primeira vez fez meus olhos brilharem. Parecia que seria uma coisa fora de meu alcance. Considero que não foi nem é simples e fácil trabalhar com a robótica, por ser um trabalho que requer tempo e dedicação, porém foi desafiador e esclarecedor das muitas possibilidades que temos ao utilizarmos tecnologias para ensinar matemática.

O tema robótica educacional foi um convite realizado por meu orientador e esse trabalho se tornou uma experiência enriquecedora. Conforme apontam os textos estudados na revisão de literatura, este recurso educacional é acompanhado de metodologia de ensino e vem se destacando como uma prática inovadora que permite ao aluno o desenvolvimento de habilidades, tais como a investigação e a resolução de problemas de forma criativa, despertando o interesse por trabalhar não de forma padronizada seguindo algoritmos definidos, mas de forma lúdica.

¹ A primeira pessoa do singular, quando utilizada, refere-se à pesquisadora. Quando utilizada a primeira pessoa do plural, a referência é à pesquisadora e seu orientador.

Envolver a robótica educacional com os conteúdos matemáticos é uma forma de proporcionar uma aproximação dos alunos aos recursos tecnológicos disponíveis e também uma chance para modificar a prática de ensino de matemática, visto que os conteúdos matemáticos têm sido ensinados de uma forma bastante tradicional. Esse ensino tradicional é caracterizado por Alro e Skovsmose (2006), como uma aula voltada para a resolução de exercícios, muitas vezes, apresentados pelos livros didáticos. Nesse modelo de aula o professor é considerado o detentor do conhecimento e os alunos aprendem a revolver os exercícios através de algoritmos que dão a impressão de ser a única forma de se encontrar a resposta certa.

Enquanto em muitas salas de aula prevalecem o ensino tradicional da Matemática, Alro e Skovsmose (2006) e Papert (2008) defendem que o uso dos computadores nas aulas de matemática pode proporcionar uma aprendizagem mais significativa para os alunos, de forma que o conhecimento matemático se relacione com novas formas de pensar e agir.

Também na linha das ideias de Hernandez (1998) e Papert (2008) a aprendizagem não se constrói com a resolução de um algoritmo ou uma sequência de ações, é preciso que o aluno aprenda a pensar criticamente, analisar, sistematizar, planejar, resolver problemas, é preciso que o aluno se envolva com o aprendizado e se sinta responsável pela construção do próprio conhecimento.

Uma das maneiras de se promover o pensamento crítico/reflexivo e a construção do conhecimento é por meio da introdução de projetos que unam recursos tecnológicos ao processo aprendizagem de conteúdos (VALENTE, 2005). A introdução das tecnologias, no caso deste trabalho, se dá pelo uso das ferramentas da robótica educacional (RE) nas aulas de matemática. Através dessa ferramenta e do trabalho elaborado pelos professores os alunos podem construir seu conhecimento através de um processo de investigação e de

desafios, o que está de acordo com Cabral (2010), quando afirma que a inclusão da RE em um ambiente de ensino de matemática pode ser um elemento motivador que venha a se transformar em uma ferramenta facilitadora que possa proporcionar novas experiências com o uso das tecnologias e o conteúdo matemático.

A robótica educacional, segundo os especialistas Benitti et al. (2009), Cabral (2010), Gomes (2007) e Ribeiro (2006) é uma forma de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico e, ao mesmo tempo, estimular a criatividade e a experimentação, de forma lúdica, aproximando os estudantes da complexidade tecnológica aliada à aplicação de conceitos relacionados a conteúdos curriculares da educação básica.

A ludicidade envolvida na atividade parece ser algo fácil de ser visto e vivido pelos alunos, mas, ao nos depararmos com os autores que estudam o lúdico, verificamos que é preciso entender melhor o que significa uma atividade lúdica. Autores como Grandó (2000) e Huizinga (2000) consideram que o lúdico pode ser trabalhado através dos jogos, quando estamos jogando estamos praticando uma atividade lúdica. A partir dos trabalhos desses autores buscamos direcionar a inserção da robótica educacional no ensino de matemática de forma que pudesse se caracterizar como um jogo lúdico.

Para nos ajudar a desenvolver essa caracterização, buscamos em Huizinga (2000) a conceituação de jogo. Ele nos apresenta os jogos como atividades livres, que estão fora da vida normal e não envolvem nenhum tipo de interesse material. Diante disso, observa-se que a RE, quando aplicada a atividades de aprendizagem da matemática pode ser trabalhada de forma que seja vista pelos alunos como um jogo e ao mesmo tempo possa abordar conteúdos de forma atrativa para os alunos (BENITTI et al., 2009). Além disso, as atividades desenvolvidas a partir da robótica educacional, assim como em outros jogos, podem contribuir com outros aspectos da formação do aluno, tais

como o trabalho em grupo, a exploração de caminhos para a resolução de problemas e uma maior relação de sua vida fora e dentro de um ambiente escolar.

A manipulação das ferramentas da RE pode ser considerada um jogo a partir do momento que os alunos são convidados a resolver situações pré-definidas que fazem com que cada aluno atinja um resultado final a partir de uma série de regras. Essa manipulação e utilização podem proporcionar uma forma alternativa de aprender, pois os alunos ao invés de resolverem uma lista de exercícios, passam a resolver problemas de investigação que contribuem para construção de uma posição crítica em relação a esses problemas e também favorecem o planejamento e o raciocínio para a construção de estratégias que beneficiam a formação em geral. A partir da RE os alunos têm a oportunidade de se relacionar com os conteúdos matemáticos de forma mais prática e investigativa.

Como forma de compreender o envolvimento dos alunos com a RE na aprendizagem da matemática no presente trabalho objetiva-se explorar, por meio da percepção dos estudantes, as possibilidades de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos utilizando-se como ferramenta o brinquedo Lego Mindstorms. Utilizamos o Lego Mindstorms, por ser uma das ferramentas da robótica educacional disponível na atualidade, devido à sua forma de organização e diversidade de recursos oferecidos. Ela permite centenas de possibilidades de criação de robôs. Buscou-se a superação da observação simples de aplicação de uma atividade com a RE que incluía conceitos matemáticos. Consideramos que seria relevante, também, observar tais atividades sob a ótica e segundo a caracterização de um jogo lúdico, na perspectiva da pedagogia de projetos, com a verificação das reações e resultados que pudessem evidenciar efetivas contribuições para a formação de conceitos matemáticos.

1.1 Objetivo geral

Explorar, por meio da percepção dos estudantes, o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem de geometria plana no ensino fundamental II, utilizando-se como ferramenta o brinquedo Lego Mindistorms.

1.2 Objetivos específicos

- a) revisar a literatura a respeito da aplicação da robótica educacional para o ensino de matemática visando à escolha da metodologia de aplicação mais adequada aos participantes;
- b) elaborar, com base na revisão de literatura e tendo como referencial a pedagogia de projetos, atividades que utilizem robótica educacional para o ensino-aprendizagem do conteúdo de geometria plana do ensino fundamental II;
- c) descrever a participação e o ponto de vista dos estudantes sobre a experiência vivenciada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 As tecnologias e o ensino da matemática

Apesar das constantes mudanças sociais e tecnológicas que estamos vivenciando, percebemos que as aulas de matemática ainda não incorporam, com naturalidade, os recursos tecnológicos digitais. Muitos professores continuam com suas aulas tradicionais, ensinando os conteúdos matemáticos que julgam importantes para o aprendiz (MISKULIN, 2009). Segundo a autora, o ensino de matemática tem sido voltado para a instrução programada, transmissão de informações e o treinamento, com formas de aprendizado voltadas para o exercício mecanizado e baseado em algoritmos definidos.

Essa forma de ensino é descrita por Alro e Skovsmose (2006) como tradicional. Esses autores descrevem a aula tradicional de matemática em dois momentos. No primeiro o professor apresenta algumas ideias e técnicas de resolução de exercícios, ou aplicação de fórmulas no quadro, e no segundo os alunos aplicam as regras e técnicas que lhes foram apresentadas para resolver os exercícios propostos pelo professor, que certifica a correção das respostas. Normalmente, em uma aula tradicional tal como a descrita, o professor se guia por um livro didático.

Com a disponibilidade de metodologias de ensino e de outras ferramentas que contribuem para novas formas de aprendizagem, Miskulin (2009) defende que o desenvolvimento tecnológico pode proporcionar uma nova dimensão para o ensino de matemática. As ferramentas tecnológicas digitais podem proporcionar o despertar da curiosidade e da criatividade dos alunos, o que contribui para novas formas de construção e apropriação do conhecimento.

Ao falarmos sobre tecnologias, muitas vezes associamos o termo apenas aos avanços mais recentes como o computador, a internet, os robôs. Porém,

segundo Ramos (2011), quando mencionamos a tecnologia estamos incluindo todas as ferramentas e artefatos que foram desenvolvidos pelo ser humano, e que lhe é atribuída uma função utilitária, simbólica ou ornamental. Desse modo, se caracterizam como aparatos tecnológicos os utensílios que usamos diariamente como o lápis, o papel, a faca, como também os mais sofisticados como os celulares, *notebook*, entre outros.

Complementado a descrição de Ramos (2011) e Ribeiro, Oliveira e Mill (2013) entendem a tecnologia como uma máquina, ferramentas ou técnicas, mas são agregados a ela as habilidades necessárias para operá-la e mantê-la. Por isso, não podemos dizer que os recursos tecnológicos não estão presentes no ambiente escolar, ao contrário, este mesmo autor argumenta que as atividades de ensino sempre envolveram algum recurso tecnológico, esses recursos são desde o giz, quadro, ábaco, mapas, retroprojeter, televisão, entre outros.

Assim, as tecnologias estão presentes já há bastante tempo nas salas de aula. Diante disso, buscaremos discutir os benefícios que se podem construir em uma sala de aula a partir da introdução das tecnologias, porém, considerando àquelas desenvolvidas com recursos digitais de informação e comunicação. Esses recursos tecnológicos ainda têm seu potencial pouco explorado nos ambientes de ensino-aprendizagem (ALMEIDA; VALENTE, 2012)

Essa ausência pôde ser percebida por Ramos (2011) que discute o quanto as tecnologias estão distantes das escolas, o quanto o sistema de ensino revela contradições em relação a isso, de forma que muitos problemas e desafios ainda precisam ser superados. Esses desafios e problemas vivenciados na educação não são apenas de introdução das ferramentas tecnológicas atuais, mas também os relacionados com a falta de interesse dos alunos, os índices de reprovação/evasão e também o desgaste e a desvalorização do professor. Outros problemas enfrentados pela escola também são a falta de estrutura física e o papel de socialização, pois a escola recebe a tarefa de humanizar e preparar o

aluno para que esse se desenvolva como cidadão. Tais problemas não são desconsiderados no presente trabalho, porém, temos consciência de que não é possível inserir tantos elementos da complexidade do ambiente escolar em uma investigação que foca o uso de um recurso tecnológico específico.

Almeida e Valente (2012), Papert (2008) e Ramos (2011) percebem que a introdução das tecnologias digitais nas escolas está em um processo lento de integração ao cotidiano dos alunos, se tornando uma ferramenta a mais de ensino. A partir da introdução dos computadores nas escolas, o que viria a favorecer o relacionamento entre as disciplinas, os recursos tecnológicos ficaram confinados em um laboratório, o qual muitas vezes é utilizado apenas em horários e dias específicos. Em muitos casos, o que deveria se integrar às disciplinas se tornou uma nova disciplina que os alunos teriam de estudar.

A disseminação e o uso das tecnológicas digitais no ambiente escolar, em particular o uso dos computadores, vêm para favorecer o desenvolvimento dos alunos, porém o computador não pode ser visto como um professor virtual ou um transmissor de conteúdos. Como argumentam Mill e César (2013) o uso do computador e de suas ferramentas pode ter a função social inclusiva Segundo esses autores seu uso pode favorecer a formação de inteligências coletivas, desenvolvidas a partir de práticas colaborativas, e pode influenciar na formação de habilidades, tais como aprender a viver juntos, a responsabilidade e a autoestima, necessárias para a constituição de um cidadão e de uma cultura de solidariedade.

A utilização dos computadores em salas de aula deve proporcionar aos alunos novas formas de pensar, de aprender, de agir e construir (VALENTE; ALMEIDA, 2012). Blikstein (2011) defende a aplicação das ferramentas digitais como uma das mais poderosas de expressão intelectual e artística criadas pela humanidade para a aprendizagem.

Entretanto precisamos nos preocupar como destaca Blikstein (2011) o que estamos fazendo realmente quanto ao uso das tecnologias nas salas de aula. Não podemos deixar que nossos alunos aprendam apenas a recombinar conhecimentos ou coletar informações prontas. “Pois o conhecimento novo não está na Internet, facilmente encontrável em um mecanismo de busca com meia dúzia de palavras-chave. Ele está por ser descoberto” (BLIKSTEIN, 2011, p. 11). Assim, considera-se que o computador deve ser manipulado pelo aluno e não ao contrário.

A utilização dos recursos tecnológicos digitais é defendida por muitos autores, incluindo aqueles já destacados neste capítulo. Porém é preciso que seu uso seja no sentido de favorecer a construção do conhecimento. Os recursos digitais não são apenas arquivos de informações prontas e disponíveis para serem acessadas e usadas. Sua influência nas salas de aula deve proporcionar espaços de construção coletiva, de experimentação de criatividade, enfim um suporte para a aprendizagem. Entre os recursos que oferecem tais possibilidades está a robótica educacional (MILL; CESAR, 2013).

2.2 Robótica educacional

Como forma de se introduzir os recursos tecnológicos nas aulas de matemática consideramos a robótica educacional como uma alternativa que atende a demandas no ensino de matemática, visto que seu caráter lúdico e criativo pode contribuir para uma nova concepção de como ensinar. Mill e César (2013) entendem a robótica educacional como uma proposta pedagógica. Trata-se de denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento (MILL; CÉSAR, 2013, p. 272).

A robótica educacional teve suas primeiras investigações desenvolvidas por Seymour Papert em 1970, quando iniciou suas pesquisas com a elaboração da Logo. Papert (2008) destaca a tartaruga criada, que se constituía de um robô, era grande e ocupava quase toda a sala, funcionava ligada a vários fios e cabos (Figura 1). Essa tartaruga se movimentava com comandos simples inseridos no computador como, por exemplo, PARAFRENTE 50, a partir desse programa a tartaruga se movimentava 50 passos para frente. A Figura 2 ilustra um exemplo dessa tartaruga traçando uma trilha.



Figura 1 Uma das primeiras tartarugas criada por Seymour Papert
Fonte: Walter (2010)

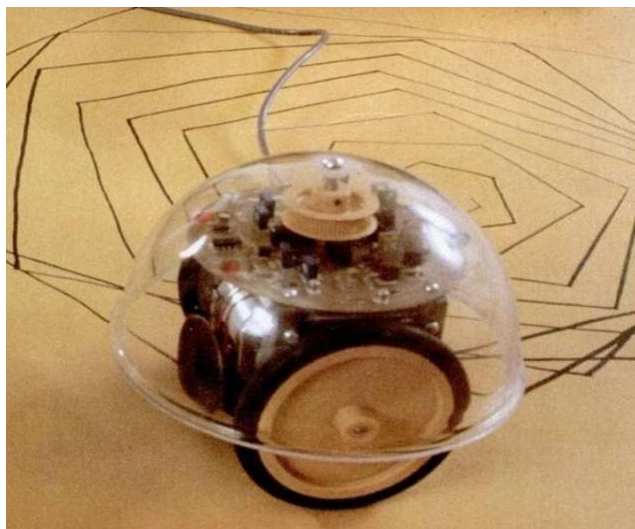


Figura 2 Uma tartaruga de água doce
Fonte: Walter (2010)

Com o desenvolvimento e aprimoramento da programação em Logo, a grande tartaruga se transformou em um recurso gráfico que passou a se movimentar na tela do computador. Papert (2008) procurava proporcionar aos alunos uma forma de comandar o computador, com a programação para que a tartaruga realizasse os movimentos. Com isso o equipamento passou a ser um instrumento que estimulava o pensar, o raciocínio para a resolução de problemas, consolidação de conceitos, favorecendo assim a construção do conhecimento.

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

O fato de os próprios alunos construírem o robô e a programação, segundo Papert (2008), pode favorecer o ensino, pois aprenderão melhor se descobrirem por si mesmos. Isso é denominado por Papert como atitude construcionista. O construcionismo, conceito elaborado por esse autor, tem como base a possibilidade de construção do conhecimento pelo aprendiz. A forma construcionista de utilizar a tecnologia tem como meta oferecer estratégias de estudo de forma a produzir a maior aprendizagem possível a partir do mínimo de ensino. “Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade do ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (PAPERT, 2008, p. 134).

Papert (2008) defende que a educação poderá contribuir mais para a formação dos alunos se puder apoiá-los moral, psicológica, material e intelectualmente no processo de aprendizagem. Complementando a ideia de construcionismo, o autor relaciona com a ideia de “conjuntos de peças para construção” de início com as ferramentas do Lego, e em seguida, ampliando-se para as linguagens de programação, que podem ser consideradas conjuntos a partir dos quais os programas podem ser feitos.

A partir das primeiras manifestações sobre a construção de robôs como ferramenta auxiliar no ensino, pesquisadores tais como Benitti et al. (2009); Guedes e Kerber (2010); Mill e Cesar (2013) e Zanetti et al. (2012) vêm se dedicando a estudar os resultados da aplicação robótica educacional nas salas de aula e seus possíveis benefícios para o processo de ensino-aprendizagem.

Benitti et al. (2009) entendem a robótica educacional como uma ferramenta que pode proporcionar ao aluno a criatividade, autonomia, o aperfeiçoamento do raciocínio, a capacidade de trabalhar em grupo para que um objetivo comum seja alcançado. Complementado as ideias de Benitti e colaboradores, Zanetti et al. (2012) consideram que a robótica educacional ou pedagógica é um processo interativo que pode contribuir para que o aluno

concilie o abstrato com o concreto. Para a construção de um robô com suas funções, o aluno passa pelos processos de concepção, implementação, construção e automação de um mecanismo, sendo essas atividades interdisciplinares que envolvem conhecimentos de várias áreas científicas.

A construção de robôs passa a contribuir com o processo de aprendizagem do aluno, pois aprende construindo, testando, pesquisando e deve levar em conta. Como observa Zanetti et al. (2012), o objetivo que se deseja alcançar e não apenas a construção de um robô em si, Além disso, o uso da ferramenta permite construir e manipular artefatos que oferecem experimentação e análise de conceitos teóricos, de maneira simples e objetiva.

Além dessa possibilidade de construção, experimentação e análise, Mill e César (2013) destacam a aproximação que as aulas de robótica podem proporcionar entre professores e alunos, oferecendo possibilidade de trabalho cooperativo e solidário. Em consequência o aluno se sente mais atuante e eleva sua autoestima e confiança em suas capacidades.

Mill e César (2013) apresentam, resumidamente, as potencialidades que a introdução da robótica na educação pode proporcionar aos sujeitos envolvidos: aprendizagem motivada e divertida (buscando potencializar as atividades lúdicas); autonomia e responsabilidade pela aprendizagem; planejamento estratégico com base na aprendizagem; aprendizagem sociointeracionista; concepção de projetos de aprendizagem (domínio efetivo das tecnologias digitais); aprendizagem digital e raciocínio abstrato; aprendizagem por tentativa-erro/tentativa-acerto; aprendizagem pela pesquisa e pela multidisciplinaridade (MILL; CESAR, 2013, p. 286-287).

A empresa Lego, com base nas ideias de Papert, buscou aprimorar as ferramentas de forma que os alunos tivessem acesso a esses recursos para a construção do conhecimento. Atualmente, uma das ferramentas oferecidas pela empresa é o *kit* Lego Mindstorms.



Figura 3 Imagem do Kit Lego Mindstorms

Esse *kit* se assemelha a outros brinquedos da empresa Lego muito conhecidos pelas crianças de dezenas de países. A diferença é que o *Kit* de Robótica, além das peças comuns de montar, possui outras, específicas para os robôs, com engrenagens, sensores, motores, e uma ferramenta com uma programação que permite manipular o robô para que este desempenhe uma determinada atividade (GUEDES; KERBER, 2010).

Atualmente os *kits* Lego possuem diversas peças e, a partir delas, os alunos conseguem montar seus robôs como se fossem um quebra-cabeça, as engrenagens e os motores permitem criar robôs que possam se movimentar sobre rodas, esteiras ou outros tipos de comandos, como acionar uma alavanca ou movimentar um braço. Os sensores ajudam a dar mais vida aos robôs e a partir deles é possível detectar cores e a presença de objetos. Esses objetos também podem ajudar na movimentação, pois a partir deles o robô pode receber perceber o ambiente. A programação é construída em um programa específico em que é possível controlar os sensores e a função de cada um dos motores do robô.

Concordamos com os autores acima quando caracterizam as atividades da robótica educacional como motivadoras, pois o aluno tem um ambiente propício para a descoberta, de forma lúdica e criativa. Em particular, os conteúdos de matemática podem ser abordados pelas ferramentas da RE de forma que consigam cativar os alunos, motivando-os e incentivando-os a produzirem de forma autônoma, artefatos e rotinas de programação dos robôs para resolver problemas que precisam, muitas vezes, de paciência, atenção concentrada e de dedicação. Por meio dessas atividades os alunos podem perceber a matemática não só como um conjunto de fórmulas e cálculos, mas como conteúdos aplicados, inseridos em desafios que precisam mais do que cálculos para se encontrar uma resposta, pois, na maioria das vezes, a resposta pode não ser única.

Entretanto, não basta termos à nossa disposição *kits* para que se promova a transformação da atividade de ensinar. Devemos levar em conta os diversos dilemas da educação que dificultam a introdução da robótica nas aulas. Desse modo não queremos interpretar a RE como uma solução salvacionista que vai transformar a educação.

Para compreender melhor o contexto em que se dá a aplicação da robótica na educação, no Brasil, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de teses e dissertações sobre o tema. A busca foi realizada por meio da plataforma Google Acadêmico com os descritores robótica educacional e ensino de matemática para o período de 2009 a 2013. Esse período foi definido com o objetivo de trabalhar com as pesquisas mais recentes sobre a RE.

Como resultado da busca foram encontrados 12 trabalhos relacionados aos descritores, entre os quais foram selecionados 7, representados no Quadro 1. A seleção observou os critérios de trabalho apresentado em forma de dissertação ou tese que foram desenvolvidos em Universidades Brasileiras. Os trabalhos

apresentam relatos e experiências que comprovam a validade da robótica no ensino e principalmente sua estreita relação com os conteúdos matemáticos.

Quadro 1 Dissertações e teses sobre Robótica Educacional publicadas no Brasil entre 2009 e 2013

Título	Autor	Local
Plataforma Robótica de Baixíssimo custo para a robótica educacional	Rafael Vidal Aroca	Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal – 2012
Robótica Educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento	Cristiane Pelisoli Cabral	Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal – 2010
S-Educ: Um simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual	Carla da Costa Fernandes	Universidade do Rio Grande do Norte – Natal – 2013
Robótica nas aulas de matemática: os estudantes aprendem matemática?	Elisa Friedrich Martins	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre – 2012.
Robótica educacional: Socializando e produzindo conhecimentos matemáticos	Maritza Costa Moraes	Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande – 2010.
Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica Pedagógica	Othon da Rocha Neves Júnior	Universidade Federal De Santa Catarina – Florianópolis – 2011.
Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade	Rodrigo Barbosa e Silva	Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Curitiba – 2012.

O trabalho de Aroca (2012) deu-se pela iniciativa em proporcionar o acesso à robótica educacional mais abrangente. Nesse trabalho o objetivo foi

projetar e validar uma plataforma de robótica aberta e gratuita, com recursos otimizados, “permitindo construir um robô de baixíssimo custo, que possa ser utilizado amplamente, por alunos e profissionais de qualquer setor da sociedade (alunos, professores, pesquisadores e leigos)” (AROCA, 2012, p. 5).

A pesquisa de Aroca (2012) apresenta o N-Bot, é um robô de baixíssimo custo, o qual pode ser programado de forma textual ou por blocos, sem a necessidade de instalação de *software*, pois o ambiente de programação é baseado na *web*. Seu protótipo tem um custo de US\$14,00. Além da apresentação desse robô o pesquisador trouxe uma revisão de literatura sobre as iniciativas e protótipos de robôs que estavam sendo apresentados com essa mesma finalidade. As contribuições apresentadas por Aroca (2012) proporcionam uma maior difusão da robótica de baixo custo, o que poderá vir a ser um facilitador da implantação da robótica nas salas de aula.

A dissertação de Cabral (2010, p. 21) teve por objetivo “investigar estratégias cognitivas de resolução de problemas em Robótica Educacional baseada na teoria da Microgenese Cognitiva de Barbel Inhelder e Guy Cellérier (1996)”. Para que o objetivo de pesquisa fosse alcançado a pesquisadora se propôs a investigar o modo de resolução de problemas de seis estudantes de uma escola municipal de Porto Alegre que participavam de um projeto sobre Robótica Educacional. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa na forma de estudo de caso. A pesquisadora acompanhou os participantes na resolução do seguinte problema: “construir um objeto que levasse o carro que estragou no meio da estrada até a oficina mecânica” (CABRAL, 2010, p. 21). Os dados coletados através da gravação de vídeos foram analisados baseados no estudo das microgêneses cognitivas de Inhelder e Cellérier (1996).

Ao analisar as formas e estratégias que os alunos desenvolveram para resolver o problema, a pesquisadora percebeu que os sujeitos elaboraram uma representação inicial da solução final para, em seguida, resolver o problema. A

pesquisa realizada por Cabral (2010) destaca também que há várias formas de se resolver um mesmo problema e que a solução encontrada pelos alunos nem sempre é a esperada pelo professor. A pesquisadora defende que o uso de objetos concretos como, por exemplo, os da Robótica Educacional, proporcionam ao estudante um laboratório de aprendizagem em que ele pode elaborar suas hipóteses, para que em seguida possa verificá-las e transformá-las, como também proporciona ao aluno a possibilidade de refletir e agir, num constante aprender a aprender e superar os desafios (CABRAL, 2010, p. 138).

O trabalho de Fernandes (2013) teve por objetivo apresentar o simulador de robótica S-Educ que foi construído com a finalidade de proporcionar a realização de aulas de robótica educacional sem a utilização dos *kits* de robótica. Através desse programa os alunos podem montar o robô virtual a partir de blocos pré-definidos, programar e testar o funcionamento do robô no próprio ambiente virtual. O simulador S-Educ elaborado por Fernandes teve seu processo de construção dividido em três fases. Na primeira houve um levantamento sobre os simuladores já existentes, suas ferramentas e funcionalidades. Na segunda, a implementação do simulador e a realização de testes de usabilidade. E por fim, na terceira fase, foram realizados experimentos para que o simulador pudesse ser validado, essa validação aconteceu com a participação de professores do ensino fundamental e médio, alunos com e sem experiência com robótica e adultos leigos.

Segundo Fernandes (2013) sua pesquisa oferece contribuições para a comunidade científica e para a sociedade e destaca que as aulas de robótica, a partir do simulador de baixo custo podem acarretar uma maior difusão das aulas de robótica nas escolas brasileiras. A partir das aulas com o simulador as crianças e adolescentes aprendem as primeiras ideias da lógica da programação agregada a temas interdisciplinares de forma lúdica.

O trabalho de Martins (2012) teve como proposta responder à seguinte questão: “É possível utilizar a robótica educacional (Lego Mindstorms), como recurso de ensino da Matemática nos anos finais do ensino fundamental? Como?” (MARTINS, 2012, p. 15). A pesquisadora, professora de matemática de uma escola municipal de Porto Alegre, recebeu o convite para trabalhar a robótica em suas aulas de matemática, assim sua pesquisa propõe investigar os desafios e possibilidades de se utilizar a robótica nas aulas de matemática.

A pesquisa de Martins (2012) foi definida como um estudo de caso. A obtenção dos dados para análise aconteceu no ano de 2011. A professora e também pesquisadora observava, nos diálogos, as dificuldades e aprendizagens conquistadas pelos alunos. Foi construído um diário de bordo da professora e dos registros gráficos dos alunos, como também fotografias e registros de vídeos. Participaram alunos do 7º ano do ensino fundamental nas aulas de matemática, uma turma com 28 alunos.

Na conclusão da pesquisa, Martins (2012) afirmou que o ensino de matemática com o apoio da robótica é válido, porém, que a utilização dos *kits* de robótica em suas aulas não garantiu a aprendizagem dos alunos, visto que muitos apresentam dificuldades em manusear as ferramentas e interpretar os desafios propostos. A pesquisadora argumentou que “não existe uma fórmula ou recurso que garanta a aprendizagem, a proposta desenvolvida mostrou-se enriquecedora tanto para os alunos quanto para a professora-pesquisadora” (MARTINS, 2012, p. 131).

O trabalho de Moraes (2010) aborda o Lego como ferramenta da robótica educacional, que pode contribuir para o ensino de matemática. A pesquisa teve por objetivo investigar o uso da robótica educacional e sua contribuição para o conhecimento da Ciência, identificando as aprendizagens possíveis, pela observação e relato dos estudantes (MORAES, 2010, p. 25).

Como base para a análise dos resultados encontrados foi utilizado uma adaptação do Método Clínico de Piaget.

A pesquisa de cunho qualitativo, identificada pela pesquisadora aborda como pesquisa-ação, contou com a colaboração de 28 alunos. De acordo com Moraes (2010) os dados foram coletados em um contexto escolar, através de diários de campo, leitura e interpretação das entrevistas, fotos, filmagens e relatórios dos alunos. E analisados por análise de conteúdo. Após análise do material recolhido Moraes (2010) destacou que o uso das ferramentas da robótica educacional nas salas de aula contribuiu para a elaboração de uma metodologia de ensino mais eficaz. Essa tecnologia pode ser usada de diversas maneiras contribuindo para a motivação e para um ensino mais construtivista. Porém, através da análise percebeu-se que o conhecimento resulta na ação dos sujeitos, o que então não pode deixar de levar em conta a capacidade cognitiva dos sujeitos envolvidos.

O trabalho de Neves Júnior (2011, p. 28) teve como objetivo “confirmar evidências do desenvolvimento de fluência tecnológica e competências associadas, a partir dos textos sobre tecnologia produzidos e postados em blogs na internet pelos estudantes”. Para a contemplação desse objetivo o autor destaca que a atividade de produção dos textos era livre tanto no tema, desde que associado à robótica educacional, quanto no tamanho do texto. Portanto, os dados avaliados podem trazer um resultado parcial. Os alunos que contribuíram com a pesquisa participaram de um Programa Educacional.

O primeiro passo para se iniciar a análise dos dados foi a crença de que há verdades essenciais fundamentadas na experiência vivida sobre a realidade. Como suporte de análise e interpretação o autor contou com o apoio do método fenomenológico (Método de Giorgi), pois, segundo ele, este busca revelar e explicitar a natureza do fenômeno, tal como experimentado pelo homem (NEVES JÚNIOR, 2011). Para a seleção do material foi usado o método

quantitativo, pois foram escolhidos os textos que poderiam trazer um conteúdo mais significativo.

A partir da realização da pesquisa pode-se verificar e confirmar o desenvolvimento de habilidades e atitudes de resolução de problemas. Através da análise dos discursos analisados houve a identificação de elementos relacionados à resolução de problemas. Tais como: habilidade na utilização do raciocínio lógico; capacidade de materializar e transferir o conhecimento nas diferentes situações, e capacidades de realizar diagnósticos, para ajustar e corrigir projetos (NEVES JÚNIOR, 2011, p. 172). Concluiu-se que os estudantes participantes do programa educacional de robótica desenvolveram habilidades de resolução de problemas e de solução de desafios mediante a robótica educacional, contribuindo para uma melhor fluência tecnológica dos estudantes envolvidos.

O trabalho de Silva (2012) teve o propósito de discutir a partir de uma visão crítica o uso de aparatos da robótica educacional com finalidade pedagógica, especialmente o uso de recursos livres, na qual o autor considera mais convenientes para a tecnologia voltada para o ensino do que aqueles com objetivos mais comerciais.

Apesar de não especificado pelo autor, a dissertação traz uma revisão de literatura sobre os artefatos tecnológicos, como também busca discutir a robótica educacional à luz dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) apoiados nas obras de Álvaro Vieira Pinto e autores voltados para a robótica educacional tais como Seymour Papert, e aborda autores de outras vertentes que trabalham os *hardwares* abertos e os *softwares* livres.

A partir da análise feita pelo pesquisador sobre os autores citados acima, Silva (2012) defende que a educação tem a possibilidade de se posicionar quanto a uma visão mais consciente no uso de artefatos tecnológicos. É preciso que os alunos descubram o que há por traz da tecnologia pronta, pois a mera aquisição

de uma nova ferramenta não pode garantir a aquisição do conhecimento por parte dos alunos (SILVA, 2012).

A partir dos trabalhos encontrados na revisão bibliográfica podemos perceber que as ferramentas de robótica estão em um momento de exploração de possibilidades de uso nos ambientes de ensino. Sua introdução como foi apresentada, tem sido associada a novas metodologias de ensino, na busca de proporcionar aos estudantes uma forma mais lúdica de aprender. As pesquisas acima foram produzidas e conduzidas em sua maioria com base na pedagogia de projetos, que incentivam os estudantes à construção do próprio conhecimento através da construção e manipulação de projetos de construção de robôs.

Verificou-se que, em sua maioria, os trabalhos apresentaram uma revisão de literatura que demonstra possibilidades para o ensino com o auxílio da robótica educacional. Entretanto, destacamos que na maioria dos casos os diversos procedimentos e metodologias usados não são descritos com muita clareza, nesse sentido percebemos uma fragilidade metodológica na elaboração e condução das pesquisas que envolvem a RE.

Confirmamos, nas pesquisas, que as ferramentas da robótica educacional visam contribuir para que o ensino se torne mais prazeroso para os alunos. Esses artefatos podem incentivar para que o conhecimento matemático, entre outros, seja construído de forma criativa e espontânea, favorecendo a fixação de conceitos, pois esses passam a receber significados concretos e manipuláveis.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho buscou contribuir para ampliar os conhecimentos já apresentados nas pesquisas existentes, com o diferencial de tratar a robótica educacional como uma forma de se ensinar conteúdos da matemática por meio de sua inserção nas salas de aula como jogos que visam contribuir para que o aluno possa construir o próprio conhecimento. Buscamos, portanto, apresentar as atividades de RE na perspectiva de jogos, sendo essa uma forma lúdica e prazerosa de se ensinar matemática.

O ensino de matemática pautado na RE não é algo tão simples de se concretizar, além do alto custo financeiro essa metodologia de ensino exige um planejamento, pois o tempo para execução das atividades é extenso. Como forma de viabilizar o trabalho com a RE nas salas de aula destacamos a pedagogia de projetos, visto que os projetos podem apoiar os professores na forma de ministrar aulas diferenciadas a seus alunos.

2.3 Pedagogia de projetos

Ensinar não é uma tarefa fácil. Não basta expor o conteúdo e resolver uma série de exercícios, tornando assim os alunos passivos no processo de ensino-aprendizagem, e o professor como detentor do conhecimento. A aprendizagem é construída a partir do momento que os estudantes se tornam sujeitos do próprio conhecimento, e passam a construí-lo de maneira conjunta com seu professor e colegas de classe.

As oportunidades para que os alunos se tornem sujeitos do próprio conhecimento podem ser encontradas quando os professores tomam posturas diferentes na sala de aula, como por exemplo, a de trabalhar com projetos.

Segundo Almeida (2005), o trabalho com projetos se dá pela construção que é própria do ser humano, que se concretiza a partir de uma intencionalidade, a fim de se resolver uma situação problemática. Complementando a definição de projeto, Prado (2005, p. 6) entende que “o ato de projetar requer abertura para o desconhecido, para o não determinado e flexibilidade para reformular as metas à medida que ações projetadas evidenciam novos problemas e dúvidas”.

Hernandez e Ventura (1994) percebem nos projetos a função de contribuir para a organização dos conhecimentos escolares e a criação de estratégias relacionadas ao tratamento da informação e a relação entre os

diferentes conteúdos, proporcionando a construção do conhecimento, tanto dos alunos quanto dos professores.

Em uma perspectiva um pouco diferente Macedo, Machado e Arantes (2006), veem os projetos como algo que se planeja para o futuro, que é construído a partir de escolhas e de renúncias, ou seja, para os autores acima, o projeto está relacionado aos objetivos a serem alcançados, as metas a serem cumpridas. Entretanto, essa perspectiva teórica se afasta do trabalho proposto nesta investigação, visto que não trabalhamos com a definição de metas rígidas e as equipes elaboraram, cada uma, sua estratégia e planejamento em cada atividade apresentada como desafio. Essas condições de execução estão mais próximas do trabalho com projetos defendido por Almeida (2005), segundo a qual proporciona um caminho flexível, pois em todo seu desenvolvimento os alunos envolvidos buscam respostas para a questão inicial ou tema proposto, mas em seu trajeto acontecem imprevistos e mudanças. O que proporciona abertura para discussões e autonomia na tomada de decisões.

Prado (2005) compartilha das mesmas ideias e completa destacando que, no trabalho com projetos, os sujeitos se envolvem na procura de respostas para problemas reais, na qual acarreta a descoberta ou a produção de algo novo. Essa autora ainda destaca que projeto não pode ser confundido com atividades propostas pelo professor que escolhe um tema e propõe que os alunos pesquisem sobre ele e, em seguida as pesquisas são apresentadas em um trabalho final.

Segundo Hernandez e Ventura (1994), o trabalho com projetos é valorizado, pois trabalha para que os alunos tenham uma aprendizagem significativa, o que pode acarretar uma atitude favorável para a produção do próprio conhecimento, tanto dos discentes como docentes. Essa forma de trabalho configura-se a partir da previsão dos professores, porém esse é apenas um ponto de partida, pois suas finalidades e intenções se modificam mediante a interação durante as aulas.

Os autores acima percebem também que uma aula baseada nos projetos pode proporcionar aos alunos um sentido de funcionalidade do que se aprende o que acarreta uma memorização compreensiva, ou seja, o processo de decorar foi deixado de lado e substituído pela memorização e compreensão do que é construído em sala de aula. Todo esse processo modifica também a forma que os alunos são avaliados, ao invés de testes e provas os alunos são avaliados no decorrer de toda a aula, sua participação efetiva e colaborativa durante a realização das atividades pode contribuir para uma avaliação processual de todo o percurso ao invés de um teste no final de um conteúdo dado.

Ao propor o trabalho com projetos, Prado (2005) destaca que o professor passa a permitir que o aluno aprenda-fazendo e ao desenrolar de toda pesquisa o aluno reconhece sua própria autoria naquilo que produziu. Assim o aluno recebe um incentivo para a busca de novas descobertas, construções e reconstruções do conhecimento.

O trabalho com projetos, segundo Hernandez (1998, p. 73) pode favorecer a construção de competências por parte dos alunos envolvidos, tais como: a autodireção, a inventiva, a formulação e resolução de problemas, a integração, a tomada de decisões e a comunicação interpessoal.

Essas competências proporcionam ao aluno não só a construção de conhecimentos de conteúdos básicos, mas também podem auxiliar para que o aluno construa o próprio conhecimento, pois traz consigo formações que vão além dos conteúdos que o professor expõe no quadro ou é apresentado em um livro didático.

Como destaca Hernandez (1998), a autodireção faz com que o aluno tome iniciativas de levar a diante as tarefas e desafios propostos, a inventiva proporciona ao aluno novas formas de construção do conhecimento, ao invés do aluno usar um algoritmo de resolução este passa a procurar formas, recursos e métodos alternativos de forma criativa. A resolução de problemas proporciona

ao aluno um senso crítico que pode auxiliá-lo não só na disciplina em que está se executando o projeto, mas também pode oferecer a oportunidade de desenvolver estratégias para alcançar um objetivo. A integração ajuda os alunos envolvidos a perceberem que uma disciplina pode estar relacionada à outra, que os conteúdos se comunicam entre si, a tomada de decisões contribui para a formação pessoal do alunos, pois este percebe o que é um trabalho em equipe e que é preciso decidir o que vai favorecer um coletivo. Com a comunicação interpessoal no trabalho com projetos o aluno cria estratégias, resolve desafios, trabalha em grupo, expõe suas ideias, é preciso que o aluno saiba discutir todos os processos de execução do trabalho e colocar suas ideias em debate no grupo, assim a comunicação interpessoal pode favorecer para que o aluno desenvolva hipótese e argumente para defendê-la, muitas vezes contrastando com as opiniões dos colegas.

Todas as competências destacadas acima podem ser exploradas em uma aula pautada na pedagogia de projetos e podemos perceber que essas caminham de mãos dadas, uma é construída a partir da outra. Assim como destaca Prado (2005), o trabalho com projetos pode oferecer uma formação para o aluno de maneira diferenciada, sendo essa proporcionada por professores que passam a trabalhar não apenas na transmissão de informações, mas a criar situações de aprendizagem cujo foco aconteça nas relações que se estabelecem em todo processo. O professor passa a ser um mediador no processo, contribuindo para que o aluno aprenda a partir das situações vivenciadas.

Hernandez (1998) e Prado (2005) concordam que trabalhar com projetos não é uma tarefa fácil, pois seu trabalho requer uma organização mais complexa, e é preciso que o professor tenha uma compreensão dos temas, para que possa direcionar os projetos para sua intencionalidade.

Hernandez (1998, p. 36) destaca as características do que vem a ser um projeto de trabalho:

1 - Um percurso por um tema-problema que favorece a análise, a interpretação e a crítica; 2 - Predomínio da atitude de Cooperação, e o professor é um aprendiz, e não um especialista; 3 - Um percurso que procura estabelecer conexões e que questiona a ideia de uma versão única da realidade; 4 - Cada percurso é singular, e se trabalha com diferentes tipos de informação; 5 - O docente ensina a escutar, do que os outros dizem, também podemos aprender; 6 - Há diferentes formas de aprender aquilo que queremos ensinar; 7 - Uma aproximação atualizada aos problemas das disciplinas e dos saberes; 8 - Uma forma de aprendizagem na qual se leva em conta que todos os alunos podem aprender, se encontrarem o lugar para isso; 9 - Aprendizagem vinculada ao fazer, à atividade manual e à intuição também é uma forma de aprendizagem.

Introduzir o trabalho com projetos nas salas de aula não é trivial. É preciso que o professor caminhe por caminhos que não podem ser planejados e esteja aberto a várias formas de conhecimento, conduza as discussões que venham a produzir algum conhecimento. Os obstáculos são muitos como também seu resultado, o fato dos alunos se tornarem sujeitos do próprio conhecimento pode proporcionar uma aprendizagem significativa e duradoura, o que o aluno conseguiu construir com seu trabalho ele dificilmente esquecerá.

O trabalho com a robótica nas aulas de matemática se articula com a pedagogia de projetos, pois, pelo que verificamos nos trabalhos dos autores citados na revisão bibliográfica, o trabalho com projetos de robôs busca proporcionar aos alunos diferentes formas de se resolver uma situação problema. Como vimos com a introdução da robótica nas salas de aula, os alunos são orientados para a construção e programação de robôs, o que vem acompanhado de uma intencionalidade provocada pelo professor.

Com a articulação da pedagogia de projetos com a robótica educacional percebemos que é possível oferecer oportunidade aos alunos de construir o próprio conhecimento, através de uma ação que integre o conteúdo de

matemática com as ferramentas da robótica educacional. Destacamos, assim, a possibilidade de estudar de forma centrada no aluno e como a robótica educacional pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de matemática.

2.4 O jogo e as atividades de robótica

Na construção deste trabalho, foi definido como pressuposto que as atividades realizadas pelos alunos teriam uma característica lúdica, na perspectiva de que elas se tornariam mais atraentes contribuindo para a participação de todos e o bom resultado das atividades. Tal pressuposto se baseou no estudo de trabalhos apresentados na revisão de bibliografia que destacavam a possibilidade de aprender os conteúdos de forma lúdica e criativa a partir da RE.

Quanto às atividades lúdicas, Grando (2004) destaca que são aquelas capazes de proporcionar prazer pela sua própria execução. Essa autora pesquisou as atividades lúdicas relacionadas apenas aos jogos, ou seja, “as diferentes brincadeiras e jogos de um determinado grupo étnico representam o que chamamos de cultura lúdica, nas diversas culturas e em qualquer momento histórico, encontramos uma variedade infinita de jogos” (GRANDO, 2004, p. 8). Nessa perspectiva as atividades lúdicas são representadas por jogos nas mais diversas formas.

Então, para podermos caracterizar as atividades de RE como lúdicas buscamos identificar sua semelhança com jogos. Para nos auxiliar nessa identificação utilizamos a definição de Huizinga (2000), que apresenta características bastante amplas para o que vem a ser considerado um jogo.

De acordo com Huizinga (2000), a primeira característica fundamental dos jogos é a “liberdade”, para ser caracterizado como jogo ele deve ser livre. A

segunda característica apresentada por esse autor “é que o jogo não é vida corrente nem vida real”, quando se está jogando há uma evasão da vida real, como se estivesse em outra esfera temporária. A terceira característica apresentada é o “isolamento e a limitação”. Ao se jogar a própria atividade passa a orientar o tempo e o espaço. A última característica de jogo apresentada pelo autor é que o jogo “cria ordem” e “é ordem”. Ao se jogar, cria-se em um espaço de tempo um mundo perfeito em que todas as ordens devem ser cumpridas, e ao menor descumprimento delas o jogo é interrompido perdendo seu valor e sua finalidade.

A partir das características já descritas, Huizinga (2000) nos apresenta sua definição de jogo:

Uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.

A definição deste autor pode nos ajudar a caracterizar as atividades de robótica educacional como jogos, pois ao se trabalhar com a RE seria interessante que os alunos participassem de forma voluntária e que conseguissem desenvolver conceitos e conduzir sua investigação de forma criativa e colaborativa. Entretanto, não podemos nos esquecer que um jogo, para ser jogado, necessita que suas regras sejam conhecidas e que os jogadores consintam em aceitá-las. Tais regras surgem a partir da organização coletiva das atividades lúdicas e para que o jogo aconteça é obrigatório o cumprimento das suas regras pré-definidas (GRANDO, 1995).

Grando (1995) destaca, também, que existem regras sociais presentes no jogo. Elas são a possibilidade de mudança das regras do jogo, o que pode

acontecer antes de se iniciar uma jogada ou ao término do jogo. Tais mudanças acontecem a partir do comum acordo entre os jogadores, visto que “podem orientar-se, questionar-se e modificar tais regras” (GRANDO, 1995, p. 36).

Grando (2004) destaca também que quando estamos jogando nos envolvemos em um tipo de competição que pode ser contra um colega, ou um adversário, contra si mesmo, e contra uma tarefa que precisa ser desenvolvida, ou seja, um desafio. Essa característica está muito presente nas atividades com RE, visto que o aluno é desafiado a desenvolver projetos e resolver problemas. Tais desafios podem ou não incluir a competição com outras pessoas, mas, por si, já se caracterizam uma competição com a própria tarefa.

Os jogos podem ser utilizados nas aulas de matemática como metodologia de ensino. Muitas vezes são utilizados pelos professores com o objetivo de contribuir na apropriação de conceitos, proporcionando o pensar e a reflexão. Ao jogar o aluno passa a analisar, compreender conceitos matemáticos como também procura soluções que são construídas a partir da criatividade proporcionada pela ludicidade envolvida no jogo.

Apesar dos vários aspectos positivos em se trabalhar com jogos nas salas de aula, a autora Grando (2004) defende que para a utilização dos jogos nas aulas de matemática é preciso que os objetivos sejam apresentados de forma clara e que a metodologia utilizada seja compatível com o nível de ensino na qual é aplicado. Portanto, ao se aplicar um jogo com o objetivo de ensinar algo é preciso que a atividade proposta represente um desafio ao sujeito, que a partir dele o aluno consiga gerar conflitos que venham a desenvolver um processo de investigação e ação para alcançar um resultado positivo, ou seja, vencer o jogo.

Quando trabalhamos com uma atividade de RE esses pressupostos estão presentes visto que o aluno é convidado a executar tarefas que muitas vezes o instigam a aplicar criatividade e investigação para que se consiga chegar à resolução de um problema. Para que esse objetivo seja alcançado é preciso

planejamento e metodologia adequados aos problemas propostos e ao conteúdo trabalhado.

Como Grandó (2000, 2004) apresenta, o trabalho com jogos nas salas de aula tem suas vantagens e desvantagens. As vantagens da utilização de jogos nas aulas de matemática podem ser associadas às atividades de robótica, como por exemplo, a fixação de conceitos que os alunos já aprenderam realizada de uma maneira mais motivadora e atrativa, como também facilitadora na compreensão de novos conceitos matemáticos. Os desafios propostos por uma atividade de RE pode proporcionar aos alunos a elaboração de resolução de problemas, para que assim possa tomar decisões e avaliá-las durante a execução das atividades.

As atividades de robótica podem proporcionar aos alunos a construção do próprio conhecimento, pois incentivam a participação ativa dos alunos em todos os momentos de ação e reflexão para a resolução dos desafios propostos. O trabalho com atividades da RE podem, também, contribuir para o estudo de outras disciplinas que venham a trabalhar de forma interdisciplinar. Além disso, tais propostas podem contribuir para que o aluno desenvolva um senso crítico e passe a socializar melhor suas opiniões e dúvidas despertadas pela curiosidade e seu senso crítico.

Porém, como tudo que fazemos em uma sala de aula, as atividades com a robótica educacional podem trazer desvantagens, tais como: (a) o tempo destinado para execução de uma atividade, maior que o disponível para os trabalhos com os conteúdos matemáticos de forma convencional; (b) a quantidade de alunos de uma sala de aula, pois todos têm muitas dúvidas e o professor, dependendo do número de alunos, pode não conseguir administrar a atenção e realizar todos os atendimentos; (c) a falta de orientação e atendimento do professor pode ocasionar a quebra de interesse e a perda da ludicidade.

Considerando a conceituação e as características de jogos já discutidas, verificamos ser possível classificar as atividades de robótica educacional como

um tipo de jogo. Nesse jogo, como em todos os outros, o aluno pode ser convidado a vencer desafios e ao fazê-lo pode trazer para si a assimilação e a construção de conceitos matemáticos.

Uma vez caracterizada a forma como a robótica educacional será considerada neste trabalho (um jogo que favoreça a aprendizagem de conceitos matemáticos), fez-se necessário inserir tal proposta em uma base conceitual que sustentasse a utilização desse jogo na sala de aula. Para isso consideramos a possibilidade de trabalhar a robótica educacional nas salas de aula como projetos na perspectiva apresentada por Hernandez (1998) e Prado (2005). Estabelecidas as bases conceituais da investigação, apresentamos, a seguir, os procedimentos metodológicos que direcionaram a execução dos trabalhos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse é um projeto de aplicação de tecnologia educacional ao ensino de matemática que tem interface com uma investigação científica de caráter descritivo-exploratória com abordagem qualitativa, em delineamento de estudo de caso (ALVES-MAZZOTTI, 2006). Esse tipo de investigação tem base empírica, pode ser aplicada em abordagens quantitativa e qualitativa, e é adequada para o estudo de fenômenos em profundidade (YIN, 2010), no caso, a aplicação da robótica educacional para o ensino de conteúdos matemáticos. Neste estudo de caso, a pesquisadora é também professora de matemática e os participantes representativos da situação (os estudantes) estão envolvidos de modo participativo com a investigação.

A opção pela abordagem qualitativa se justifica visto que ela tem o ambiente natural como sua fonte de dados, o pesquisador é seu principal agente de obtenção/análise de informações e tem contato direto com a situação sob investigação (BOGDAN; BIKLEN, 1982). Além disso, os dados coletados são descritivos, se considera todo o processo e não apenas os resultados.

3.1 *Locus* e participantes

O local de realização das atividades de investigação é uma escola pública de educação básica de uma cidade do sul de Minas Gerais. Por necessitar da participação de pessoas, o projeto foi submetido ao comitê de ética da COEP/UFLA (projeto 422.674) e recebeu aprovação, em novembro de 2013.

As atividades de aplicação da RE foram desenvolvidas pela professora pesquisadora com um grupo de 8 estudantes voluntários, do nível fundamental II, sem predeterminação de sexo ou idade. O número de estudantes foi limitado

pelo número de *kits* de robótica educacional disponíveis. Durante e após o desenvolvimento das atividades foram realizadas observações que geraram os dados primários.

A participação dos estudantes se deu de forma voluntária, por convite a eles e pedido de autorização aos pais. As atividades aconteceram fora do horário de aula, e o convite foi apresentado a uma turma do 8º ano do ensino fundamental II. Os estudantes foram orientados a apresentarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE em anexo C) aos pais.

Com base nos dados obtidos e na revisão bibliográfica, foi realizada uma reflexão sobre a prática e o cotejamento entre os métodos convencionais utilizados para o ensino da matemática e o uso da robótica educacional para o mesmo fim.

3.2 Organização e procedimentos

O trabalho foi organizado em etapas. Na primeira buscamos aprofundamento do referencial teórico sobre o ensino de matemática na educação básica e sobre a aplicação da RE no ensino da matemática, com a realização de pesquisa bibliográfica. Para a segunda etapa foram elaboradas atividades relacionadas a conteúdos matemáticos possíveis de se resolver por meio da RE, de forma que possam ser aplicados no ensino fundamental. Esta etapa se concretizou por meio de estudo da pesquisadora e diálogo com estudantes de licenciatura de matemática e de física. Esses diálogos aconteceram durante aulas de uma disciplina de graduação denominada Robótica Educacional, que é oferecida aos alunos de licenciatura como disciplina eletiva. A pesquisadora, ao participar dessas aulas, teve a oportunidade de, em conjunto com os estudantes, promover reflexões sobre os aspectos técnicos e pedagógicos

da aplicação da robótica educacional. Foram registrados dados desses encontros por meio de notas de campo.

Em seguida, foi realizada investigação empírica com o objetivo de analisar a aplicabilidade das atividades elaboradas. A verificação da aplicabilidade se deu pela participação dos estudantes do ensino fundamental II que consentiram em participar da pesquisa. Durante o processo foi utilizada observação participante. Essa modalidade de participação segundo Fiorentini e Lorenzato (2012) se dá com os registros das observações e possibilita um contato direto entre o pesquisador e o fenômeno estudado.

Em todo o processo de investigação o instrumento predominante foi o diário de campo. Conforme Ludke e André (1986), esse instrumento é útil para registrar as observações feitas, para anotar o dia, a hora, o local de observação e o período de duração. Além dos registros advindos da observação participante, ao término do desenvolvimento das atividades, os participantes foram ouvidos por meio de entrevista semiestruturada (VIANNA, 2003). Os dados coletados através do diário de campo, da observação participante, de uma entrevista semiestruturada e da revisão de literatura foram analisados de forma reflexiva e organizados de forma descritiva.

Para a realização das atividades com os participantes, foi desenvolvida uma sequência didática que teve por objetivo orientar as ações dos alunos, fornecer subsídios para as etapas mais complexas de montagem dos robôs, evitando desmotivação, bem como oferecer o conjunto de regras que caracterizam o jogo.

A sequência didática foi organizada em 3 momentos. No primeiro foi apresentada a introdução e o objetivo. Como objetivo geral para os estudantes, estabeleceu-se a exploração de conteúdos matemáticos de geometria com o auxílio do robô. No segundo momento, os participantes trabalharam na construção de um robô com as peças do *Kit* Lego Mindstorms, seguindo as

orientações de um tutorial² e em seguida criaram programações para que o robô realizasse as ações definidas na sequência didática. No momento final foram realizados diálogos para verificar, de forma colaborativa (professora e alunos), quais foram os conteúdos de geometria envolvidos na atividade.

Os conteúdos matemáticos envolvidos na realização da sequência didática não são discutidos com os alunos antes da realização das atividades. Eles foram trabalhados em séries anteriores, de forma convencional. A expectativa era de que, ao realizar as atividades propostas, os participantes fossem, naturalmente, aplicando conhecimento matemático e elementos conceituais de geometria plana. A partir desses conhecimentos, considerou-se que seriam capazes de trabalhar para identificar ângulos necessários para a mudança de direção do robô, utilizar instrumentos para medir comprimentos, perímetro de figuras planas, de calcular a distância entre dois pontos no plano cartesiano, o que envolveu também o conteúdo de função do segundo grau.

Além dos conteúdos acima descritos os alunos utilizaram de recursos tecnológicos digitais, tais como a unidade controladora programável do robô, o computador e recursos de internet para busca de informações.

4 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

A atividade de robótica foi trabalhada com os oito alunos que se interessaram pelo projeto e cujos responsáveis autorizaram a participação, em uma escola localizada em um bairro considerado humilde da cidade e que enfrenta vários problemas, principalmente de ordem disciplinar. A direção da escola trabalha em parceria com os professores buscando apoiá-los em seus projetos específicos de disciplinas e também nos interdisciplinares. A proposta de aplicação da atividade de robótica foi bem aceita pela direção e pela supervisão que buscaram apoiar no que fosse preciso para que tivéssemos um bom resultado.

Inicialmente foram convidados todos os alunos com disponibilidade para participarem das atividades de robótica no contraturno. Devido à disponibilidade e organização das tarefas propostas oito alunos se interessaram em participar e foram orientados a buscar o consentimento dos pais. As atividades aconteceram em dois dias no mês de abril de 2014, no contraturno, e os alunos, autorizados por seus pais, compareceram para o primeiro momento de interação demonstrando disposição, curiosidade e entusiasmo. O espaço físico disponível era uma sala de aula utilizada apenas na parte da manhã. No primeiro dia de atividades, ao entrar no local, nos deparamos com uma sala suja e muito desorganizada. Trabalhamos juntamente (professora e alunos) para organizarmos nosso espaço de realização das atividades e em seguida os alunos foram orientados para formar e se posicionar de forma que o centro da sala ficasse livre para os testes com os robôs.

Depois de organizado o espaço a proposta de trabalho foi apresentada aos alunos e falamos sobre o que esperávamos que eles fizessem com os *kits* de robótica e os computadores *net-books* disponíveis para o trabalho.

Foi o primeiro contato deles com o *kit* de robótica e com a possibilidade de montar o próprio robô. Observou-se que esse foi um fator de motivação. A partir da organização do espaço e apresentação dos *Kits*, a realização das atividades foi dividida, para registro, em momentos que serão apresentados a seguir.

1º Momento

No primeiro momento de trabalho dos alunos foi apresentada a proposta da sequência didática e em seguida todos tiveram o primeiro contato com os *kits*, que são a principal ferramenta usada para a realização das atividades propostas. Os alunos receberam computadores contendo o *software* necessário para a programação dos robôs e também arquivos com o tutorial para a montagem do primeiro robô. Com o robô já pronto (Figura 4) as demais atividades propostas poderiam ser realizadas. O objetivo foi o de proporcionar um primeiro contato dos alunos com a montagem e programação do robô de formas mais simples, pois a programação a ser construída, nesse momento, era de fácil assimilação e resolução para os alunos.



Figura 4 Robô montado na primeira atividade

A primeira atividade teve como tema uma busca ao tesouro imaginário (um objeto posicionado no centro da sala). Nesse momento a professora determinou também a organização de equipes e qual seria o ponto de partida do robô de cada equipe. A partir do local escolhido os alunos tiveram que programar o robô para que ele se movimentasse na sala até chegar ao tesouro. Para essa atividade os alunos usaram comandos simples de programação, como andar para frente, virar a direita ou esquerda. Os recursos de programação utilizados estão representados na Figura 5.

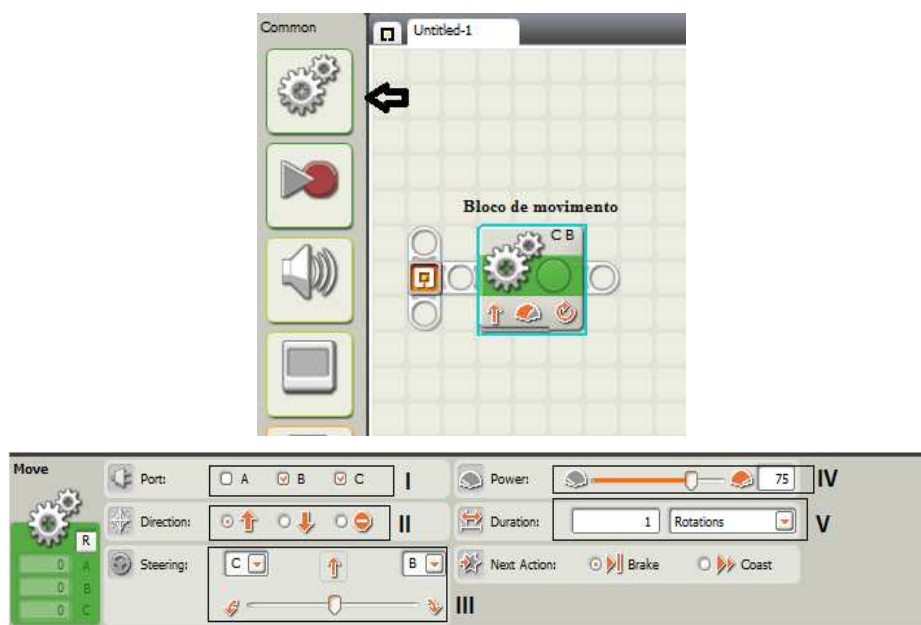


Figura 5 Bloco de movimentos utilizado para programação do robô

Fonte: *Legu Group* (2011).

Quando adicionamos um bloco de momentos no *software* de programação do robô abre-se um quadro com as opções de parametrização presentes na Figura 5. Em I temos as opções A, B ou C, servem para indicar a conexão de entrada na qual os motores foram ligados; II as setas de direção

indicam o sentido de rotação dos motores. Abaixo, em III temos uma linha na qual definimos a direção de movimento do robô, a partir do giro do motor. No quadro da direita, na opção IV, é possível se estabelecer a potência que queremos para o motor e em V o tempo de duração do movimento, que pode ser definido em número de rotações, ângulos de giro, em segundos ou ilimitado.

2º Momento

Depois do primeiro contato com o robô e sua programação, nesse momento acrescentamos ao robô sensores de presença e de luz (conforme apresentado no Tutorial, figuras 4 e 5, Anexo B). O objetivo de acrescentar os sensores no robô foi para que os alunos percebessem como o robô poderia executar tarefas, de acordo com uma programação construída.

Com isso, os alunos prepararam o robô para executar a segunda atividade que, consistia em fazê-lo andar sobre uma trilha de cor preta. Com uma fita adesiva preta marcamos, no chão da sala, uma trajetória a ser seguida pelo robô. Para essa ação seria necessário acionar e fazer leituras com o sensor de luz. Tal acionamento é possível com a inclusão do bloco de controle de sensores de luz e cor do ambiente de programação. A Figura 7 ilustra os quadros de inserção do bloco de controle de luz e de parametrização do sensor.

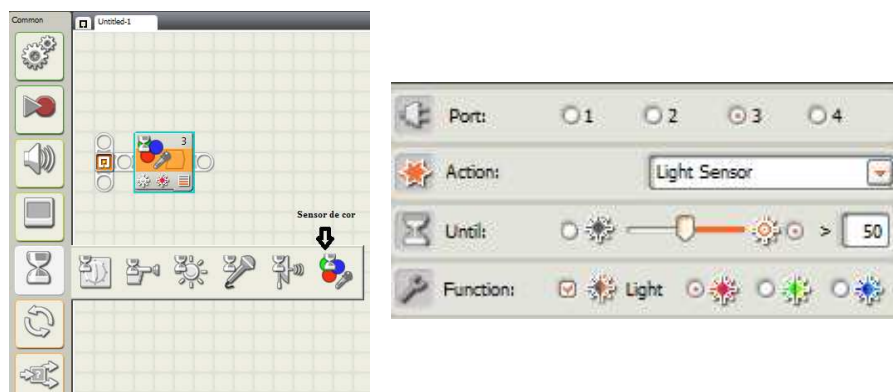


Figura 6 Bloco de controle dos sensores de luz e cor, utilizado para programação do robô

Fonte: *Lego Group* (2011).

Depois de escolher o sensor de cor era necessário indicar qual das portas de conexão de entrada foi utilizada para a ligação do módulo de controle com o sensor. O próximo parâmetro diz respeito ao tipo de uso do sensor (para reconhecer cor ou capturar intensidade luminosa). A escolha da opção sensor de luz foi a indicada. Com auxílio do sensor os alunos elaboraram uma programação que combinava blocos de movimento e de captura de informação da intensidade luminosa para que o robô decidisse se estava se movendo sobre a trilha preta ou sobre a superfície clara do chão da sala.

3º Momento

No terceiro momento, foram utilizados os conhecimentos já elaborados nas atividades anteriores. Nesse momento se realizou a terceira atividade, substituindo a trilha preta da atividade 2 por uma trilha na forma de um triângulo equilátero, construído pelos próprios alunos, conforme representado na Figura 8. Foi solicitado que os alunos reproduzissem a figura com uma escala 8 vezes maior que o desenho.

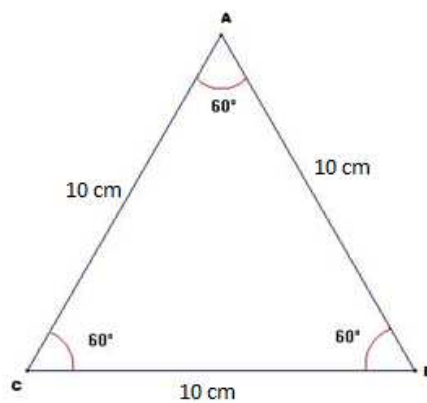


Figura 7 Triângulo equilátero oferecido como modelo para a construção da trilha a ser percorrida pelo robô

Depois de construída a trilha no formato do triângulo, foi solicitado que o centro do triângulo e os eixos de simetria fossem marcados. Essas marcas são referência para o posicionamento de uma estrutura similar ao gol de um campo de futebol (no centro do triângulo) e pequenas bolas (no ponto de simetria de cada lado). A Figura 9 representa o esquema de montagem dessa etapa.

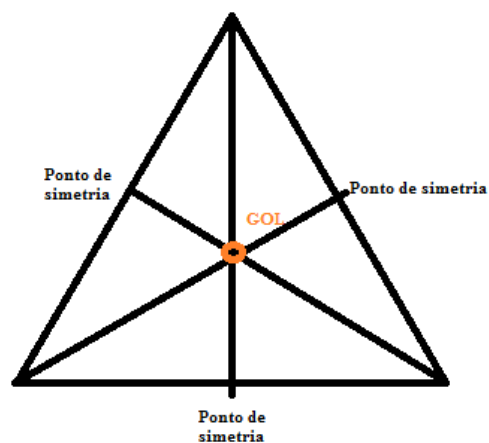


Figura 8 Triângulo equilátero com as marcas para posicionamento do gol e das bolas

Com esse campo de atuação para o robô, o desafio para os alunos foi o de programá-lo para se posicionar em um local adequado que permitisse “chutar” a bola em direção ao gol. Para a execução do “chute” seria necessário acionar o motor conectado à porta A. O objetivo dessa atividade foi proporcionar aos alunos um ambiente de descoberta de conteúdos matemáticos da geometria plana e como também a manipulação de objetos que são auxiliares na aprendizagem desse conteúdo, tais como a régua e o transferidor. A expectativa era de que os alunos utilizassem conhecimentos matemáticos já trabalhados em anos anteriores (ângulos, direção, manuseio de materiais de medida, proporção). As dificuldades relacionadas com a programação do robô foram compartilhadas e em determinadas situações, muito complexas, a professora auxiliou com dicas e sugestões sem, no entanto, abordar conteúdos matemáticos envolvidos.

4º Momento

No quarto encontro foi realizado um debate sobre a execução das atividades e sua relação com os conteúdos matemáticos. Debateu-se, também, sobre as estratégias de resolução que foram utilizadas pelos alunos para resolver os problemas encontrados. O objetivo foi o de conhecer como os alunos perceberam a necessidade de utilização dos conteúdos matemáticos para completar as atividades. Essa discussão foi registrada em um diário de campo. Em seguida, foi realizada uma entrevista que tem seu roteiro no Anexo A.

Concluída a apresentação de como se desenvolveram as atividades, serão apresentadas as principais observações e reflexões decorrentes dessa aplicação da robótica educacional para o ensino de conteúdos matemáticos.

5 OBSERVAÇÕES E REFLEXÕES

No início do trabalho os alunos, organizados em grupos, realizaram a primeira montagem do robô por meio do tutorial disponível no computador. Observamos que alguns dos participantes demonstraram pouca familiaridade com recursos do computador se não aqueles mais básicos para o acesso à Internet. Alguns grupos tiveram dificuldade inicial para acessar e estudar o tutorial.

A utilização do tutorial teve por objetivo proporcionar a obtenção rápida de resultados na montagem do primeiro robô, fator que era motivacional para os grupos, e também como forma de otimizar o tempo de aprendizagem das habilidades necessárias para a junção de peças e conexão de motores e sensores. O tutorial utilizado, elaborado pela pesquisadora, apresentava sequências de montagem por meio de fotos detalhadas de cada etapa. Os alunos seguiram as orientações, de forma que a construção não exigiu muito esforço cognitivo, e conseguiram construir o primeiro robô de forma rápida. Os alunos consideraram a atividade simples e classificaram a construção do robô como um quebra-cabeça a ser montado.

A segunda atividade, denominada Caça ao Tesouro, se constituiu no primeiro jogo em que o robô de cada grupo, construído na primeira atividade, deveria buscar um objeto (tesouro) localizado em um dado local, no espaço de trabalho dos grupos. Para tal, seria necessário programar ações de maneira que o robô se deslocasse até o tesouro em uma trajetória que não era linear. O objetivo da atividade foi proporcionar familiaridade com a ferramenta de *software* que permite a programação dos robôs, sem a necessidade de apresentação de um tutorial de orientação. Também objetivava fomentar as primeiras relações entre a ação a ser realizada e a matemática.

Nessa atividade o jogo aconteceu quando o robô estava sendo programado para chegar ao seu destino. A regra do jogo nesse caso seria fazer com que o robô chegasse ao tesouro com o menor número de movimentações possível. Para que isso fosse alcançado os alunos realizaram diferentes tentativas e alteraram a programação, bem como a posição inicial do robô, a fim cumprir a regra do jogo.

As aplicações das duas atividades iniciais tiveram como base o aporte teórico de Cabral (2010), Miskulin (2009) e Santim, Silva e Botelho (2012), que veem nos recursos tecnológicos a oportunidade dos alunos construírem o próprio conhecimento, a partir da formulação de hipóteses e de resolução de problemas. De acordo com o que foi apresentado no capítulo de revisão bibliográfica, os recursos tecnológicos da robótica educacional podem despertar a curiosidade e a criatividade dos participantes, contribuindo para a apropriação do conhecimento. O fato de os estudantes poderem construir uma programação a ser executada pelo robô é o que Papert (2008) propõe em relação à robótica, pois ao construir a programação os alunos passam a comandar o computador e não recebem dele o que devem fazer.

Durante a realização das atividades cada grupo usou suas estratégias. Um buscou movimentar o robô em linha reta até se alinhar lateralmente com o tesouro, mas ainda distante, e depois virar e andar novamente em linha reta até chegar a ele. Outra buscou uma posição inicial mais alinhada com o tesouro, programando giros laterais do robô para em seguida fazê-lo caminhar para o tesouro, necessitando assim de menos comandos de programação. Dessa forma, cada grupo foi estabelecendo suas estratégias. Observou-se que, depois de um tempo, todos os grupos utilizaram como apoio a contagem de ladrilhos do piso para calcular distâncias. Também usaram os ladrilhos com referência para a posição relativa em relação ao tesouro a fim de calcular ângulos de giro do robô. Quando descobriram que com cinco rotações do motor o robô percorria um piso,

logo conseguiram resolver a chegada ao tesouro por meio de cálculos aritméticos.

Um fato muito interessante foi observado em relação a um dos grupos que tentava descobrir quais ângulos deveriam ser aplicados na programação do robô para ajustar sua trajetória até o tesouro. O robô dessa dupla foi posicionado de modo que pudesse andar na diagonal ao tesouro. Entretanto, ao fazer isso, os alunos associaram espontaneamente à situação criada com um triângulo retângulo em que o robô estava em um vértice e o tesouro em outro. Perceberam que ao invés de andar pelos catetos desse triângulo imaginário, eles poderiam calcular um ângulo de giro diferente e posicionar o robô de forma que andasse pela hipotenusa imaginária.

O terceiro grupo decidiu seguir a ideia já estabelecida pelo primeiro grupo, e encontrar um ângulo que fizesse com que seu robô andasse pela hipotenusa imaginária do triângulo retângulo. Essa, porém, foi a única atividade executada por esse grupo que, depois de poucas tentativas, decidiu não continuar participando das atividades. Como a atividade contava com a participação voluntária dos alunos, a decisão foi acatada e eles deixaram o local das atividades. O quarto grupo foi o que teve mais dificuldades com a montagem do robô. Por isso foi o último a conseguir chegar ao tesouro. Eles não solicitaram auxílio da professora, mas colegas dos grupos 1 e 2 ofereceram auxílio e colaboraram para que o grupo 4 concluísse essa etapa.

A terceira atividade foi a continuação da montagem do robô, em uma versão mais complexa. Nessa atividade os alunos colocaram o terceiro motor e os sensores de cor e de presença. Os grupos 1 e 2 estavam trabalhando no mesmo ritmo. O grupo 4, mesmo em um ritmo mais lento, também estava ativo e participando das atividades. Em conjunto com a professora todos construíram a programação que permitia ao novo robô seguir linhas pretas sobre a superfície clara, ação necessária para a quarta atividade.

Depois de concluída a construção dos novos robôs, cada grupo criou um trajeto em forma de linha preta (com o uso de fita isolante) para que seu robô seguisse. O trajeto do grupo 1 se constituiu de retas e ângulos retos. O do grupo 2 com curvas mais abertas, mas os dois grupos testaram seus robôs nos dois trajetos. O grupo 4 como estava atrasado preferiu não criar uma nova trajetória, usou as trajetórias já criadas pelos colegas.

A quinta ação orientava para a construção do triângulo proporcional ao apresentado no material de orientação, tal como descrito no capítulo 4. Entretanto, os alunos não se atentaram para isso e construíram os triângulos apenas esticando a fita isolante. Apesar de contarem com instrumentos como régua e transferidos, não os usaram para criar o triângulo de forma proporcional ao modelo.

No primeiro teste que consistia em para andar nas bordas do triângulo, o robô seguiu as linhas sem dificuldade. Para completar essa atividade os alunos deveriam posicionar um objeto em formato de gol de campo de futebol no centro do triângulo e pequenos postes marcadores de posição, bem como bolinhas coloridas nas laterais do triângulo, para que o robô pudesse “chutar” cada uma das bolinhas em direção ao centro da trave e fazer gols.

Para fazer com que o robô chutasse a bola ao gol foi acrescentado o sensor ultrassônico e um motor adicional, que acionaria uma alavanca que impulsionaria a bolinha. Os postes foram confeccionados utilizando-se as peças do próprio *kit*. O robô, que já “sabia” caminhar sobre a linha preta, ao passar pelo local onde o poste estava posicionado, o identificaria com o sensor ultrassônico e comandaria os motores das rodas para pararem. Em seguida era acionado o terceiro motor que fazia com que a bola fosse chutada para o gol. Os alunos nessa atividade deveriam encontrar a posição exata em que deveriam ser posicionados os postes e as bolinhas, para que o robô pudesse chutá-las em direção ao gol e depois voltar a andar sobre as bordas do triângulo.

A construção da programação para essa atividade foi uma continuação do programa do seguidor de linhas, mas os alunos consideraram a tarefa muito difícil e não quiseram realizar. Diante disso, foi necessária a colaboração de todos para construir o programa para que a tarefa fosse realizada. Fomos construindo juntos a programação final, mas apenas dois grupos acompanharam todo o processo, os grupos 2 e 4. O grupo 1 desistiu. Depois da programação pronta eles levaram os robôs para seus triângulos e começaram a testar onde posicionar o poste, bem como as bolinhas de forma que o robô conseguisse chutar a bola para o centro do triângulo. Observamos que, apesar de terem disponíveis instrumentos de medida e também o conhecimento dos conceitos para realizar cálculos e posicionar corretamente os postes, os grupos não tiveram a percepção que era possível identificar, por cálculo, as posições.

Ao término da atividade realizamos uma roda de conversa para troca de experiências e um debate sobre o que havia acontecido nas atividades e sobre a relação delas com os conteúdos matemáticos.

No dia seguinte os alunos foram convidados a participarem da entrevista planejada para o encerramento. Foram apresentadas a eles as questões e verificado se concordavam em responder. Dos três grupos que trabalharam até a atividade que envolvia o triângulo, apenas 3 alunos concordaram em participar da entrevista. Essas respostas serão utilizadas como base para as reflexões apresentadas a seguir e também para as considerações finais.

Ao observar o desenvolvimento das estratégias dos participantes, verificou-se que havia uma associação dos acontecimentos com o que Prado (2005) escreveu sobre o trabalho com projetos, no que se refere ao estudante aprender fazendo. Destacamos que apesar das atividades da RE serem desenvolvidas com o apoio da pedagogia de projetos, nós não desenvolvemos este projeto integralmente baseado nos pressupostos teóricos de Hernandez (1998), pois quando propusemos as atividades que seriam executadas pelos

alunos, as sequências de ações e o tema já estavam definidos. Porém, a nosso ver, a pedagogia de projetos foi introduzida nas atividades trabalhadas a partir do momento em que os alunos exploraram as possibilidades de desenvolver seus próprios projetos na forma de programas para que o robô executasse as tarefas pré-determinadas. Para que conseguissem manipular o robô para que este executasse as atividades propostas foi necessário planejar, programar e implantar no robô tal programa. Desse modo, foi possível perceber que, durante a execução das atividades, os alunos puderam desenvolver algumas das competências trabalhadas na pedagogia de projetos e destacadas por Hernandez (1998).

Hernandez (1998) descreve essas competências como as potencialidades de se trabalhar com projetos. Elas puderam ser identificadas nas atividades trabalhadas com os alunos. A “autodireção” que favorece a iniciativa para levar adiante, por si mesmo e com outros, tarefas de pesquisa (HERNANDEZ, 1998, p. 73) é uma delas. Ela pôde ser observada no momento que os participantes, em suas duplas, construíram a programação pesquisando e explorando o *software* do *kit* Mindstorms. “A formulação e resolução de problemas”, outra competência, ficou evidente na segunda atividade. O problema proposto era chegar ao tesouro e os participantes usaram de seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos matemáticos para que o robô pudesse chegar ao seu destino pelo caminho mais rápido, e também na quinta atividade a construção do triângulo e o posicionamento das bolas para que o robô conseguisse chutá-las para o gol. Nessa competência eles usaram também a criatividade para resolver o problema proposto.

A “integração”, mais uma competência definida por Hernandez (1998), aconteceu em todos os momentos com a troca de ideias entre os membros das duplas e também entre duplas e entre estudantes e professor. Essa integração favoreceu o desenvolvimento coletivo dos alunos que passaram a colaborar para

a resolução de um problema. A “tomada de decisões”, mais uma competência trabalhada, se deu a partir da troca de ideias, pois as duplas tiveram de decidir qual seria o melhor caminho, qual rota a seguir. Quanto à “comunicação interpessoal”, pôde-se perceber a todo o momento, com os estudantes interagindo de maneira espontânea e se aproximando do professor, mais confiantes e ao mesmo tempo curiosos, expressando opiniões, que muitas vezes surpreenderam o professor.

Em resumo apresentamos as competências destacadas por Hernandez (1998) no quadro abaixo.

Quadro 2 Relação entre as competências do trabalho com projetos e as atividades desenvolvidas

Competência	Ocorrência
A autodireção	Ela pôde ser observada no momento que os participantes, em suas duplas, construíram a programação pesquisando e explorando o <i>software</i> do <i>kit</i> Mindstorms.
A formulação e resolução de problemas	Resolveram os problemas propostos, como: fazer com que o robô chegasse a seu destino, construíram o triângulo e posicionaram as bolas para que o robô conseguisse chutá-las para o gol.
A integração	Aconteceu em todos os momentos com a troca de ideias entre os membros das duplas e também entre duplas e entre estudantes e professor.
A tomada de decisões	Deu-se a partir da troca de ideias, pois as duplas tiveram que decidir qual seria o melhor caminho, qual rota a seguir.
A comunicação interpessoal	Pôde ser percebida a todo o momento, com os estudantes interagindo de maneira espontânea e se aproximando do professor, mais confiantes e ao mesmo tempo curiosos, expressando opiniões, que muitas vezes surpreenderam o professor.

Nas atividades realizadas pelos alunos, além de percebermos as competências que podem ser adquiridas com base na pedagogia de projetos, notamos as características apresentadas por Huizinga (2000) sobre os jogos. Observou-se que os alunos foram convidados a participar da atividade de forma

voluntária, sendo essa uma característica fundamental dos jogos, não houve nenhum tipo de benefício ou prêmio para os alunos que participaram das atividades. Além disso, conforme estabelece Huizinga (2000), o jogo não é vida corrente, nem vida real. Essa característica foi crucial para o bom desenvolvimento das atividades visto que dentro daquela sala os alunos estavam vivenciando uma nova realidade, que eles próprios externaram como algo que parecia mágico, para eles construir um robô e fazer com que ele se movimentasse de acordo com seus comandos não fazia parte da vida corrente, até então.

As atividades conseguiram absorver os alunos de maneira intensa e total (enquanto estavam jogando), o que compreende também a quarta característica apresentada por Huizinga (2000): o isolamento e a limitação. Os alunos estavam envolvidos com as atividades dentro de um espaço próprio, isolado do que é comum no ambiente escolar. A própria sala de aula tornou-se um local diferente e isolado.

A quinta característica diz respeito ao fato de o jogo ser ordem e criar ordem. Enquanto os alunos estavam seguindo as regras do que era proposto para as atividades, eles estavam jogando. Porém, como Huizinga (2000) destaca, a menor desobediência às regras estraga o jogo. Observou-se isso quando alguns dos alunos passaram a usar o computador não para se orientar nas atividades, mas para acessar as redes sociais, abandonando o que era proposto como regra. Nesse momento as características de jogo foram quebradas, eles voltaram para vida corrente, saíram do isolamento e do limite que era a sala de aula e quebraram a regra do jogo.

Como afirma Grando (2000, 2004), trabalhar com jogos nas aulas de matemática tem suas vantagens e desvantagens e tais aspectos foram observados nas atividades de robótica que os alunos desenvolveram. Porém neste caso, não tratamos os apontamentos de desvantagens como algo que não deu certo durante

as atividades. Trata-se de um conjunto de elementos que precisam ser levados em conta e trabalhados para que a RE possa ser ajustada à educação básica, visto que sua inserção não é compatível com o modelo de currículo e estrutura de organização das disciplinas adotadas hoje.

Quadro 1 Análise das vantagens e desvantagens da atividade de Robótica Educacional caracterizada como jogo

Vantagens	Desvantagens
(a) aplicação de conceitos já aprendidos pelos alunos visto que utilizaram conceitos matemáticos que já conheciam como os cálculos aritméticos, geometria plana;	(a) o tempo de execução das atividades que, por necessidade de tempo e dedicação, aconteceram no contraturno e com uma quantidade reduzida de alunos;
(b) utilizaram técnicas de resolução de problemas como forma de investigar e solucionar os desafios propostos;	(b) a programação a ser construída pelos alunos, que ao se depararem com uma dificuldade ou uma atividade que cobrava mais atenção, acharam mais fácil parar do que continuar buscando solução e aprender como superá-la;
(c) tomaram decisões que podiam ser aplicadas na resolução das atividades e tiveram a chance de avaliar seus erros e corrigir decisões;	(c) a não utilização de instrumentos de medidas, como régua, compasso e transferidor;
(d) a interdisciplinaridade esteve presente, pois ao ler e interpretar tanto o texto quanto as figuras dos tutoriais os alunos utilizaram interpretações que são desenvolvidas nas aulas de Português;	(d) falta de paciência em seguir orientações e construir passo a passo. Os alunos queriam fazer tudo muito rápido e às vezes nem liam com atenção o que era para ser feito antes de perguntar para a professora como era para fazer;
(e) a participação ativa de cada aluno ao contribuir para que o grupo conseguisse desenvolver as atividades e construíse suas próprias soluções, que foram sendo modificadas e melhoradas a partir do trabalho em grupo e da comunicação entre os colegas e a professora.	(e) o uso do computador disponível também para acessar a redes sociais. Os alunos não têm controle sobre o que é relevante e buscam recursos da Internet totalmente descontextualizados com a proposta das atividades.

Os aspectos de desvantagem relacionados ao uso das ferramentas da robótica educacional precisam ser mais bem trabalhados em projetos futuros. Esses tópicos demonstram o quanto a RE e o uso de recursos tecnológicos ainda

estão distantes das aulas de matemática rotineiras. Para que tenhamos um bom resultado é preciso que os alunos comecem a construir uma cultura de como utilizar a robótica educacional para aprender matemática de forma prazerosa, divertida e ao mesmo tempo ser fonte para elaboração de conhecimentos.

Quanto ao uso do computador para acesso às redes sociais, devemos encarar essa situação como parte do cotidiano dos alunos e, portanto, parte do contexto de aula, pois os adolescentes estão imersos na internet e nas redes sociais. Abordar de forma a incluir esses recursos na prática pedagógica pode transformar um problema em mais um recurso para aprendizagem.

Após a realização das atividades de RE observou-se, por meio do debate e das entrevistas, que, no geral, os alunos se mantiveram satisfeitos e motivados com tudo o que construíram, tanto em relação ao robô (mecanismos físicos) como na sua programação (aspectos abstratos de raciocínio lógico). Todos disseram que gostaram de tudo o que fizeram, que “acharam muito legal e interessante.” Quando perguntados sobre os conteúdos matemáticos que estariam envolvidos, responderam que utilizaram conhecimentos matemáticos na montagem do robô, para pegar a quantidade de peças e também para diferenciar umas das outras. Na atividade de “caça ao tesouro” eles disseram que usaram os conceitos de matemática para fazer com que o robô chegasse ao tesouro pelo caminho mais curto, calculando distâncias e ângulos para chegar mais rápido que os outros grupos. Na construção dos trajetos eles usaram linhas retas com ângulos de 90° e também curvas abertas para ver como o robô se comportaria em diferentes trajetos.

As retas também foram usadas para construir o triângulo. Porém, nessa mesma atividade não diferenciaram triângulos nem se atentaram para que tipo de triângulo teriam de construir, quanto a esse detalhe justificaram-se dizendo não terem lido com atenção o enunciado da atividade.

Na última atividade deveriam traçar a bissetriz do triângulo que haviam traçado com a fita isolante, para que pudessem posicionar corretamente o gol. Nesse momento alguns deles perguntaram o que seria uma bissetriz e como encontrar o centro do triângulo. Aproveitando a curiosidade, utilizamos a régua e o transferidor para traçar as bissetrizes e posicionar a trave do gol no ponto em que essas retas se cruzavam. Depois verificamos juntos que, para posicionar as bolinhas e os postes marcadores de posição, não usaram instrumentos matemáticos que poderiam ser aplicados, foram fazendo tentativas em mover para a esquerda, para direita, para frente ou para trás, até que conseguissem uma posição adequada para o poste e para a bolinha.

Quanto às informações obtidas com a entrevista, as duas primeiras perguntas tratavam do relacionamento dos alunos com a matemática e como estudavam essa disciplina responderam que “gostavam da matéria”, e o tempo que se dedicavam a ela era apenas durante as aulas. Uma das entrevistadas disse estudar também em casa. A terceira pergunta foi sobre as atividades que fizeram e como eles se sentiram quando precisaram da matemática para resolver os problemas. Todos responderam que não encontraram problemas na montagem do robô. Quanto à programação, a primeira sobre movimentos simples não encontraram muitas dificuldades e a programação para que o robô seguisse a linha preta construímos em conjunto. Tiveram dificuldade em relação ao programa, pois nunca tinham trabalhado com algo parecido. Esse problema também se deu em função do receio de manusear o material disponível, pois temiam estragar alguma coisa. Entretanto, não podemos considerar que essas dificuldades como algo anormal ou prejudicial, pois foi o primeiro contato dos alunos com tais ferramentas e programas, que não fazem parte da rotina de aula na escola onde se deu a investigação.

Sobre a questão que indagou quanto à integração da matemática com a robótica, responderam que sem a matemática não teria como executar as

atividades de robótica, e que é uma “boa mistura”, pois as atividades podem ajudar a estudar matemática de forma mais divertida. Sobre o que mais gostaram e menos gostaram, as respostas foram simples, eles disseram que gostaram de tudo. Na última pergunta pedimos para que os alunos avaliassem se a matemática pode ser ensinada a partir das atividades de robótica, eles disseram que sim, pois a matemática está relacionada às nossas vidas.

As respostas da entrevista não são representativas das situações vivenciadas. Provavelmente se os alunos que desistiram ou aqueles que participaram, mas se recusaram a responder à entrevista tivessem se posicionado, a percepção seria outra. Percebemos que existe uma contradição entre as desvantagens encontradas na aplicação da atividade e as respostas da entrevista, visto que os alunos perdem facilmente o interesse em participar da atividade quando são colocados frente a um desafio que exige um pouco mais de atenção e dedicação.

Essa questão nos faz pensar sobre o uso da robótica educacional na educação básica. Ao se depararem com uma atividade que necessitava de mais atenção e raciocínio os alunos desanimaram em continuar estudando, tal como acontece quando oferecemos a eles problemas matemáticos que requerem um pouco mais de reflexão e raciocínio. O que foi observado nos grupos se aproxima das conclusões de Martins (2012) quando afirma que o ensino de matemática com o apoio da robótica é válido, mas que sua utilização não garantiu a aprendizagem dos alunos, visto que muitos apresentam dificuldades em manusear as ferramentas e interpretar os desafios propostos. Mesmo assim, vejo que a robótica educacional tem suas potencialidades apesar de sua inclusão como ferramenta de aprendizagem não ser algo tão simples de acontecer.

Diante do que foi vivenciado consideramos que a introdução da RE no ensino de matemática pode ser um elemento motivador e enriquecedor de seus conteúdos, contribuindo para a aplicação de conceitos e resolução de problemas,

porém sua inserção no ensino deve acontecer de forma contínua e não apenas em fragmentos, de forma que seus desafios possam fomentar a evolução em um processo contínuo. Isso permitiria mais tempo para os alunos se adaptarem aos recursos e à forma de raciocinar. Entretanto, existe uma contradição entre essa necessidade de aplicação contínua e a realidade da rotina escolar, com aulas fracionadas, turmas grandes e pouco tempo para inovar na organização dos conteúdos determinados para as disciplinas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das ferramentas da robótica educacional no ensino de matemática pode ser uma maneira de apoiar novas formas de ensino e contribuir para uma formação diferenciada do aluno. O trabalho da robótica educacional, conforme apresentou a literatura consultada, é uma estratégia para o ensino de conteúdos matemáticos, de forma lúdica e atrativa, visto que o aluno passa a construir e aplicar seus conhecimentos em diferentes perspectivas de pensar e agir. Entretanto, a realização das atividades com os estudantes voluntários nos fez perceber que as ferramentas utilizadas podem despertar o interesse, mas para isso é preciso trabalhar para que as atividades possam fazer parte do cotidiano dos alunos. Projetos isolados não podem contribuir com a intensidade necessária para uma melhor formação dos alunos.

É importante considerar que as tecnologias digitais disponíveis hoje, bem como a robótica educacional, são atrativas para os estudantes, em superação à forma tradicional de ensinar matemática. Não estou fazendo uma crítica ao uso do quadro ou do livro didático, pois esses ainda são os recursos predominantemente disponíveis em uma sala de aula, principalmente das escolas públicas. Então, é preciso compreender que o uso de ferramentas como a robótica educacional são complementares e devido à complexidade de organização e execução das atividades não se encaixam a forma de distribuição das aulas. Isso leva à necessidade de trabalho na forma de projetos e em contraturno.

As atividades descritas no trabalho foram elaboradas como uma forma de investigar as relações dos alunos com essas novas ferramentas e se esses poderiam construir, ou aprimorar alguns de seus conhecimentos matemáticos. Ao preparar a proposta, pensamos que não só os conteúdos matemáticos envolvidos seriam importantes, mas também o comportamento dos alunos diante

dos materiais, a resolução dos desafios propostos, tendo em vista as solicitações recorrentes em documentos oficiais e em artigos da área quanto à abordagem adotada para o ensino, com aulas contextualizadas e voltadas para a realidade.

Isso significa que o aluno não deve se ater a ler o enunciado de um problema e fazer cálculos matemáticos. Existem outros fatores envolvidos no processo e é preciso que os alunos investiguem, testem e criem hipóteses, e teste suas hipóteses, fazendo e errando, ao invés de copiar, de apenas ler ou ouvir. É experimentando que eles poderão absorver algum conhecimento que estamos tentando orientar para a aprendizagem.

Com o uso das ferramentas disponíveis pretendíamos que os alunos conseguissem conhecer outras formas de se estudar matemática, porém no desenvolvimento da atividade, enquanto os desafios estavam fáceis de serem resolvidos, todos estavam envolvidos e participando, mas a partir do momento em que os desafios foram aumentando em dificuldade, os alunos começaram a se dispersar e se desligar do que era o objetivo principal. Apenas um pequeno grupo se envolveu realmente com as atividades propostas, foi possível perceber o quanto eles podem se envolver com uma aula de matemática. Durante todo o tempo de execução das atividades esse pequeno grupo nem se quer percebeu o tempo passar, e queria ver mais e saber mais sobre as ferramentas e tudo que poderiam fazer com elas. Permaneceram longos períodos concentrados e pensando, fato difícil de perceber nesse mesmo grupo nas aulas rotineiras de matemática.

Para esses alunos em todos os momentos foram percebidos conteúdos matemáticos, mesmo que fossem os mais básicos, como pegar a peça certa que a figura apresentava, tanto seu modelo como a quantidade a ser usada, na programação o fato de aumentar ou diminuir a potência do motor para que chegasse ao destino mais rápido, ao desenhar um triângulo. Esses foram os conteúdos que mais chamaram a atenção dos alunos.

Porém, como pesquisadora vejo que pelo simples fato do aluno conseguir ler o enunciado da atividade e conseguir executar as tarefas que estão sendo pedidas já está explorando seus conhecimentos. Entretanto, a leitura e compreensão correta do enunciado foram executadas de forma aceitável apenas por uma minoria dos participantes. Enfim, consideramos que a atividade de robótica educacional proposta pode contribuir para uma melhor formação dos alunos, nos mais diversos aspectos, mas essa não é uma possibilidade que se constrói em apenas algumas atividades e em alguns dias. Ou seja, para que a robótica possa ser aplicada como uma ferramenta tal como proposto na literatura, seu ingresso nas salas de aula deve se dar de forma gradativa, de modo que os alunos percebam por eles mesmos como os conteúdos podem ser estudados de uma forma mais lúdica e prazerosa.

Como professora de matemática da educação básica meu ingresso no Mestrado Profissional em Educação foi à busca por ajuda, não me sentia preparada o suficiente para trabalhar como professora. E agora, depois de todas as etapas do estudo e investigação sei que ainda não estou totalmente preparada, mas também sei que nunca vou estar, e isso é bom, pois meu papel como professora é sempre buscar novos conhecimentos. O fato de não ter ainda a formação que considero completa significa que é preciso estar sempre buscando algo novo.

A realização da pesquisa como parte do Mestrado Profissional em Educação superou todas minhas expectativas, como aluna não esperava que fosse aprender tanto, nunca havia imaginado que poderia construir um robô e nem mesmo fazer com que ele execute um comando. Sei da satisfação que meus alunos sentiram ao montar o primeiro robô e fazer que ele andasse pela primeira vez, pois também senti esse contentamento quando estava aprendendo sobre a robótica. A RE é realmente uma forma de ensinar que pode cativar os alunos e fazer com que se sintam em um jogo, que esteja fora da realidade como

Huizinga (2000) nos fala, pois é envolvente e atrativa, nos desperta a curiosidade e o desejo de querer saber mais.

Fazer tudo isso não foi fácil, ser professora requer tempo e dedicação, várias vezes que me preparava para ler um livro ou estudar algum autor, me pegava pensando em meus alunos e como seria a aula o que eu iria fazer para suprir as dificuldades e a defasagem de conteúdo que eles vêm carregando de um sistema que não se preocupa em qualidade e sim em quantidade. Sei que aprendi muito em todo o processo, e tenho muitas boas experiências para carregar comigo, e espero continuar aprendendo.

O trabalho não termina, está é apenas uma pausa, pretendo continuar estudando e procurar melhorar e inovar nas aulas de matemática, e a robótica educacional quem sabe teremos outras oportunidades de nos encontrarmos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. Prática e formação de professores na integração de diversas mídias. Prática pedagógica e formação de professores com projetos: articulação entre conhecimentos, tecnologias e mídias. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Org.). **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: Ministério da Educação, 2005. Cap. 1, p. 38-45. Disponível em: <<http://www.tvebrasil.com.br/salto>>. Acesso em: 20 mar. 2014.
- ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 3, n. 12, p. 57-82, set./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol12iss3articles/almeida-valente.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2014.
- ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- ALVES-MAZZOTTI, A. Usos e abusos do estudo de caso. **Cadernos de Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 129, p. 637-651, dez. 2006.
- AROCA, R. V. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- BENITTI, F. B. V. et al. Experimentação com robótica educativa no ensino médio: ambiente, atividades e resultados. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 29., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2009. p. 1811-1820.
- BLIKSTEIN, P. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf>. Acesso em: maio 2014.

BOGDAN, R.; BILKLEN, S. K. **Qualitative reserch for education: an introduction for to theory and methods.** Boston: Allyn and Bacon,1982.

CABRAL, C. P. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento.** 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FERNANDES, C. C. **S- Educ: um simulador de ambiente de robótica educacional em plataforma virtual.** 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.** Campinas: Autores Associados, 2012.

GOMES, M. C. Reciclagem cibernética e inclusão digital: uma experiência em informática na educação. In: LAGO, C. (Org.). **Reescrevendo a educação.** Chapecó: Sinproeste, 2007.

GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula.** 2000. 239 f. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GRANDO, R. C. **O jogo e a matemática no contexto da sala de aula.** São Paulo: Paulus, 2004.

GRANDO, R. C. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática.** 1995. 194 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

GUEDES, A. L.; KERBER, F. M. Usando a robótica como meio educativo. **Unoesc e Ciências**, Joaçaba, v. 1, p. 199-208, dez. 2010.

HERNANDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNANDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1994.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LEGO GROUP. **LEGO Mindstorms NXT 2.0**. [S. l.], 2011. 1 CD ROM.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, L.; MACHADO, N. J.; A ARANTES, V. **Jogo e projeto: pontos e contrapontos**. São Paulo: Summus, 2006.

MARTINS, E. F. **Robótica nas aulas de matemática: os estudantes aprendem matemática?** 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MILL, D.; CÉSAR, D. Estudo sobre dispositivos robóticos na educação: sobre a exploração do fascínio humano pela robótica no ensino-aprendizagem. In: MILL, D. (Org.). **Escritos sobre educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes**. São Paulo: Paulus, 2013. Cap. 10, p. 269-294.

MISKULIN, R. G. S. AS potencialidades didático-pedagógicas de um laboratório em educação matemática mediado pelas TICs na formação de professores. In: LORENZATO, S. (Org.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2009. Cap. 8, p. 153-178.

MORAES, M. C. **Robótica Educacional**: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

NEVES JÚNIOR, O. R. **Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica pedagógica**. 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era digital. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PRADO, M. E. B. B. Pedagogia de projetos; fundamentos e implicações. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Org.). **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: Ministério da Educação, 2005. Cap. 1, p. 12-17. Disponível em: <<http://www.tvebrasil.com.br/salto>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

RAMOS, D. K. As tecnologias da informação e comunicação na educação: reprodução ou transformação. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 1, n. 13, p. 44-62, dez. 2011.

RIBEIRO, C. R. **Robô Carochinha**: um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico. 2006. 191 p. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnologia Educativa) - Universidade do Minho, Braga, 2006.

RIBEIRO, L. R. C.; OLIVEIRA, M. R. G.; MILL, D. Tecnologia e educação: aportes para a discussão sobre a docência na era digital. In: MILL, D. (Org.). **Escritos sobre educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013. Cap. 5, p. 137-164.

SANTIM, M. M.; SILVA, J. A.; BOTELHO, S. S. C. TOPOBO: aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 3, n. 10, p. 1-11, dez. 2012.

SILVA, R. B. **Abordagem crítica de robótica educacional**: Álvaro Vieira Pinto e estudos de ciências, tecnologia e sociedade. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

VALENTE, J. A. (Org.). Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador: o papel do computador no processo ensino-aprendizagem. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Ed.). **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: Ministério da Educação, 2005. Disponível em: <http://tvescola.mec.gov.br/images/stories/publicacoes/salto_para_o_futuro/livro_salto_tecnologias.pdf>. Acesso em : 2 fev. 2013

VIANNA, H. M. **Pesquisa em educação**: a observação. Brasília: Plano, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WALTER, W. G. **1969 – The Logo Turtle – Seymour Papert et al. (Sth African/American)**. 2010. Disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/category/cyberneticanimals/grey-walter-cyberneticanimals/page/2/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ZANETTI, H. A. P. et al. Uso de robótica e jogos digitais como sistema de apoio ao aprendiz. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1., 2012, Porto alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2012. p. 142-161.

ANEXOS

ANEXO A - Roteiro da entrevista



Universidade Federal de Lavras
Mestrado Profissional em Educação

**Projeto: A ROBÓTICA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO À
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Mestranda: Patrícia Nádia Nascimento Gomes

Orientador: Ronei Ximenes Martins

Roteiro de entrevista:

A presente pesquisa tem o objetivo de verificar, na percepção de estudantes, a aplicabilidade da robótica educacional como instrumento para o ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos no ensino fundamental. Por esse motivo esta entrevista será um instrumento de coleta de dados, no qual os estudantes que participaram com colaboradores voluntários das atividades propostas estão sendo convidados a participar da entrevista que é composta pelas questões apresentadas.

Os estudantes que participaram terão seus dados e identificação resguardados e não sendo divulgados em nenhum momento durante a pesquisa, como também seu desempenho no decorrer das atividades.

Questões da entrevista:

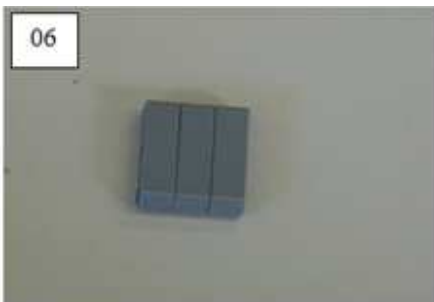
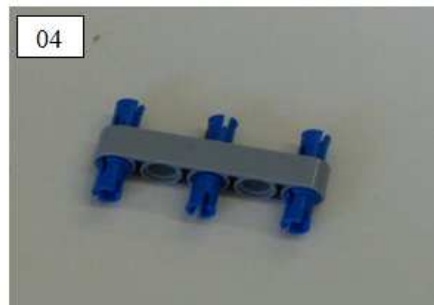
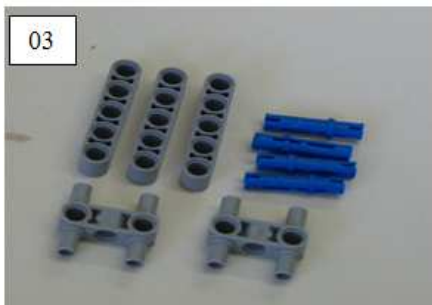
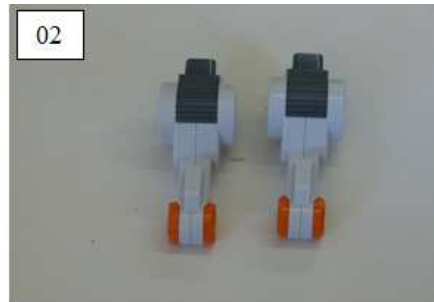
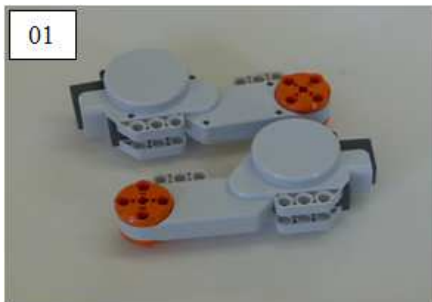
- 1- Como você se sente em relação ao estudo da matemática?
- 2- Como você estuda matemática? (como é sua rotina de estudo para esta disciplina)?

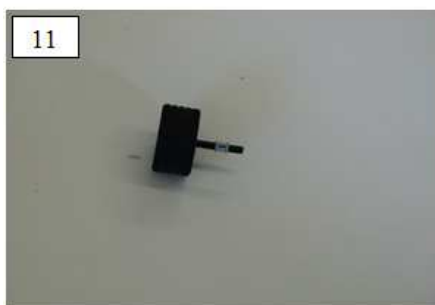
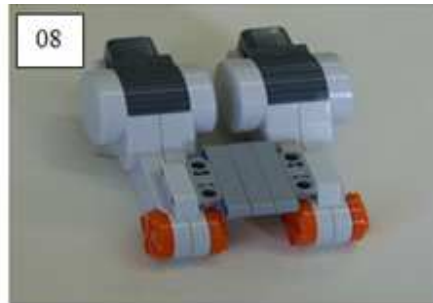
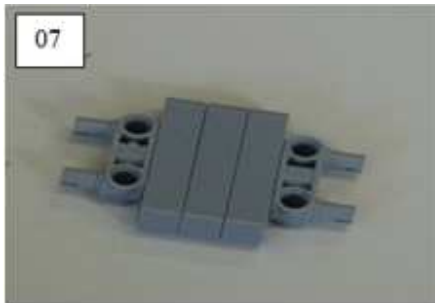
- 3- Durante a realização das atividades com os robôs qual foi a sua reação e o que sentiu ao se deparar com problemas que precisavam da matemática a solução?
- 4- Como você avalia essa “mistura” de conteúdos da matemática com os desafios das atividades com o robô?
- 5- O que mais te chamou sua atenção na realização das atividades? Do que você mais gostou?
- 6- O que menos te agradou? Do que você não gostou?
- 7- Você pensa que o estudo da matemática pode ser realizado sempre utilizando os kits e desafios? (dependendo da resposta) Mas como resolver desafios sem o conhecimento dos conceitos matemáticos? como você vê isso?

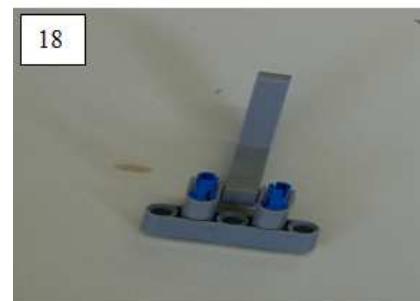
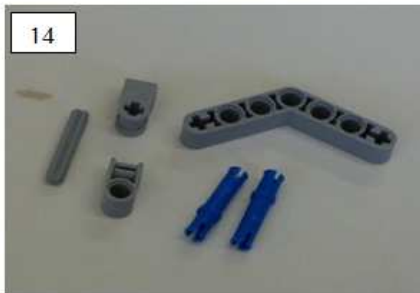
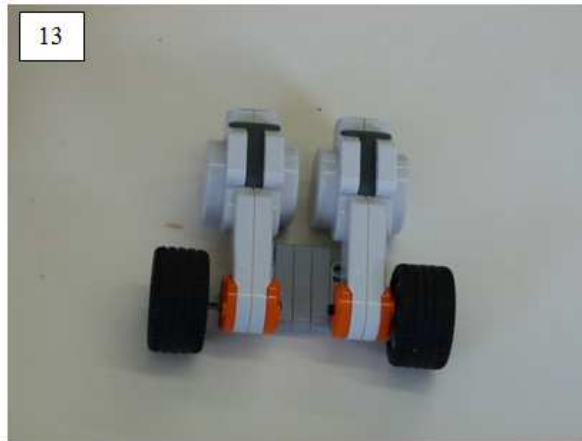
ANEXO B - Tutorial dos alunos

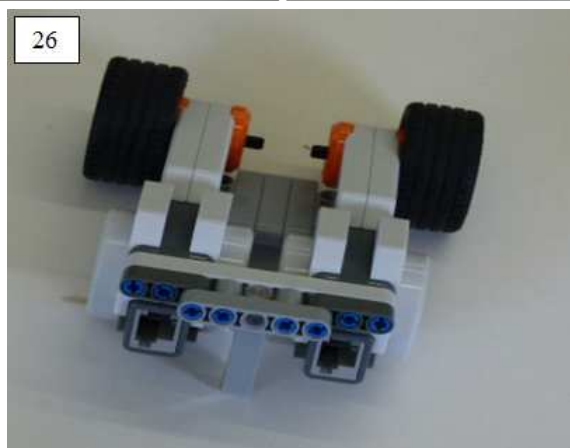
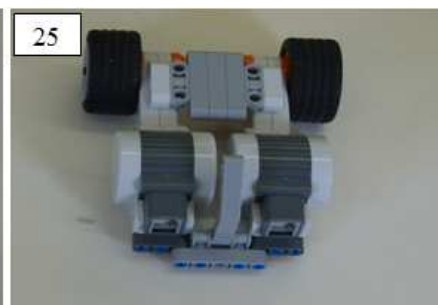
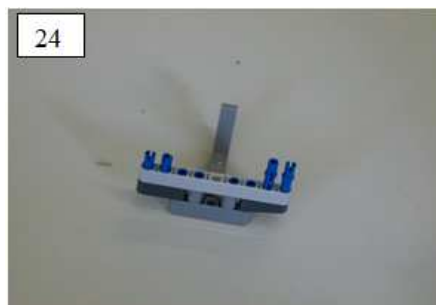
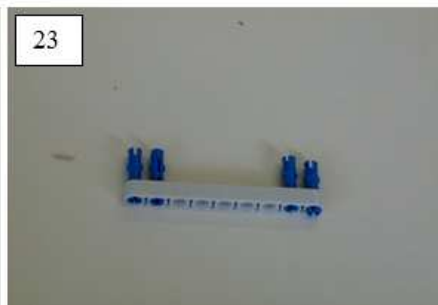
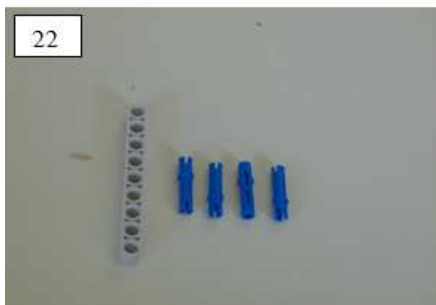
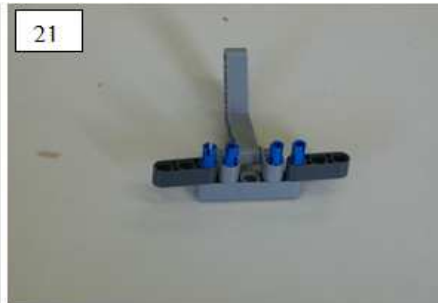
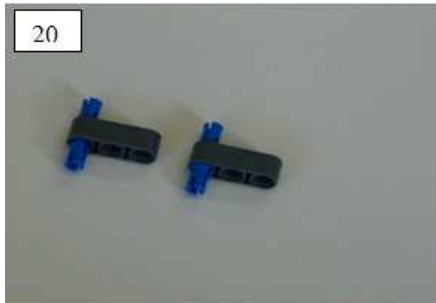
Atividade 1:

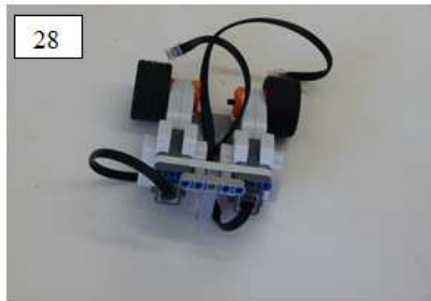
Montagem do robô com auxílio do seguinte manual.

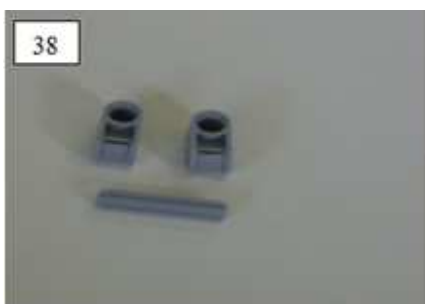
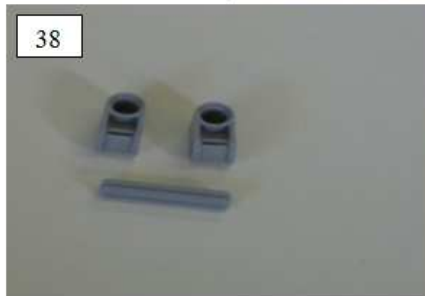
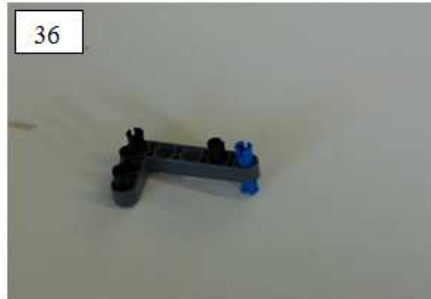


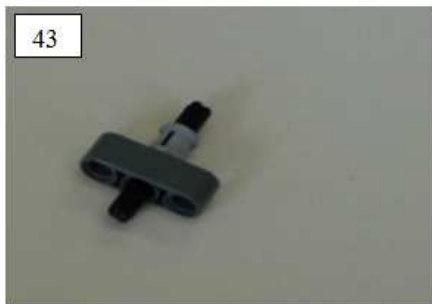
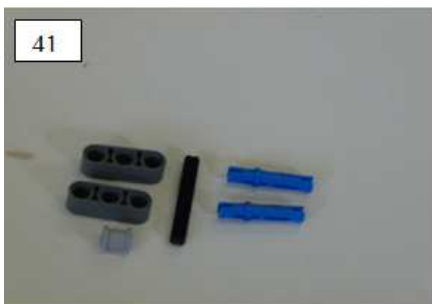
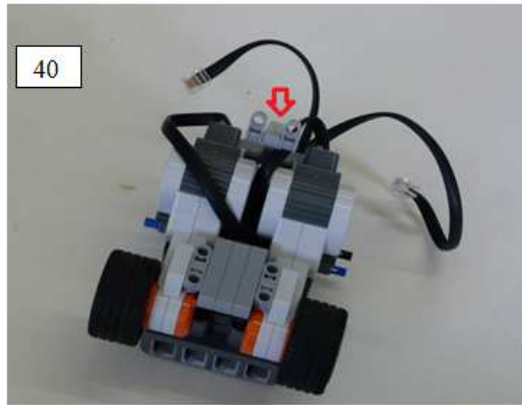


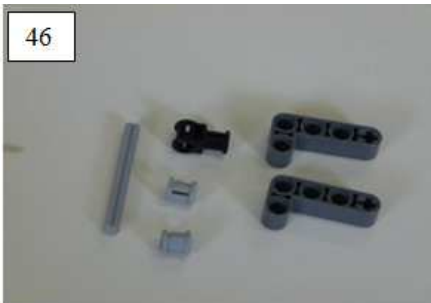
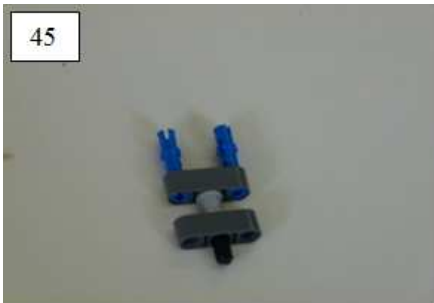


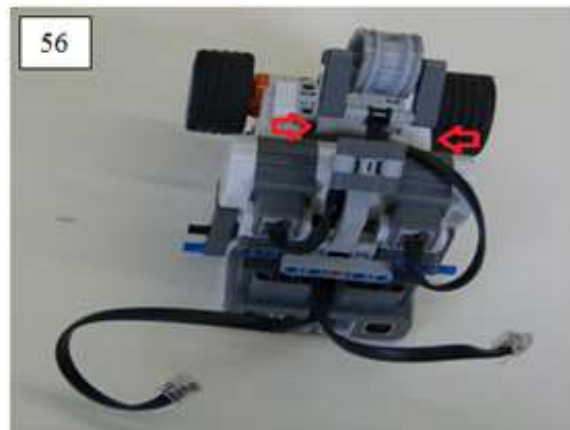
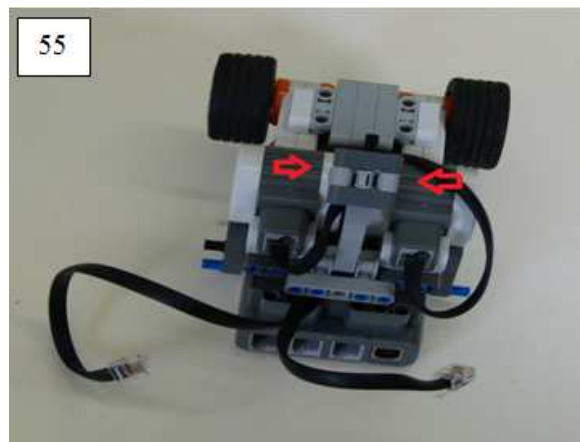
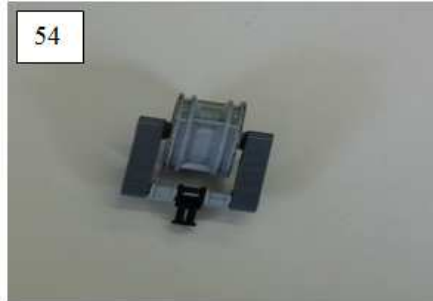


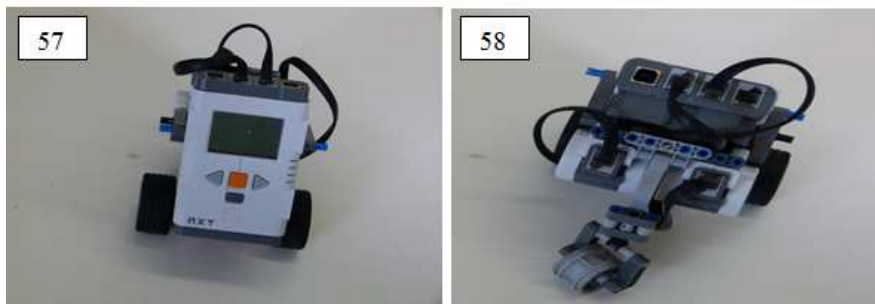












Atividade 2:

Com o robô já montado realize uma busca ao tesouro que está na sala. Programe seu robô para que ele chegue até ao tesouro.

Para esta atividade será usado comandos simples de programação, como andar para frente, virar a direita ou esquerda. Para essa primeira programação eles poderão usar o seguinte bloco:



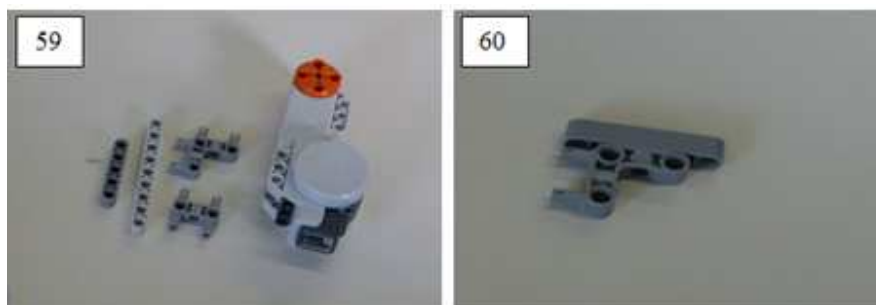
Quando adicionamos um bloco acima na programação do robô se abre as seguintes opções:

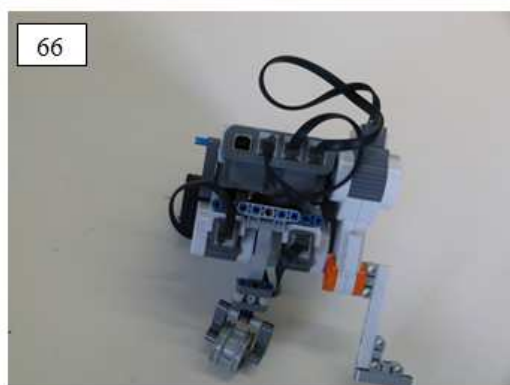
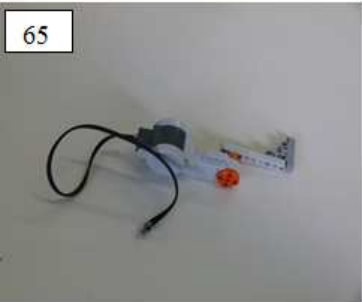
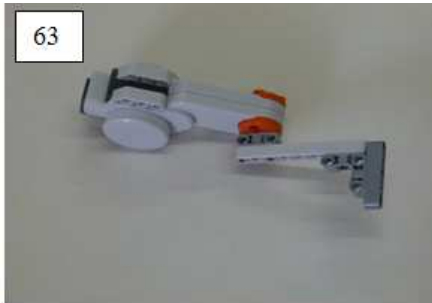
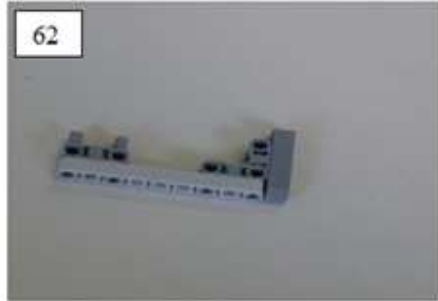


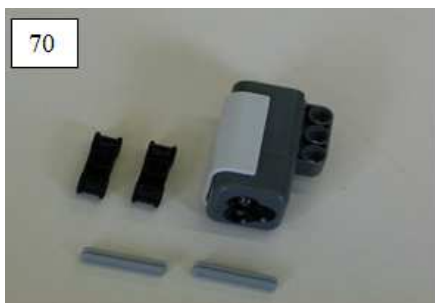
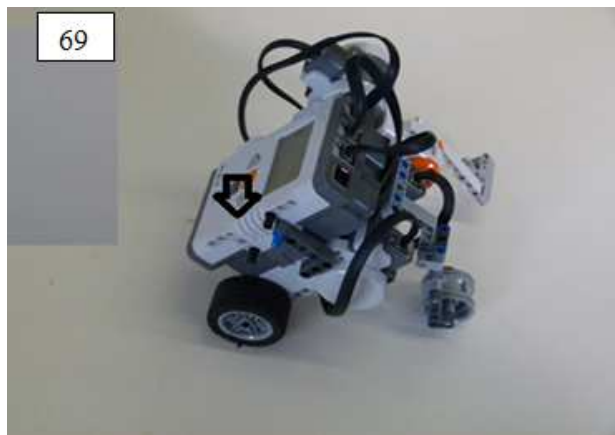
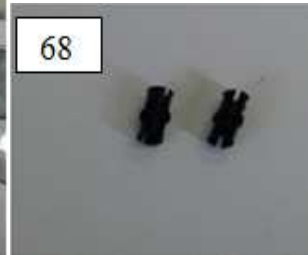
As entradas A, B ou C, servem para selecionar a entrada na qual o motor foi conectado. As setas de direção indicam a direção que o motor irá seguir. Abaixo das setas temos uma linha na qual definimos se o motor irá girar para algum lado ou seguir em frente. A direita temos a potência que queremos para o motor atuar e o tempo que ele irá se movimentar que pode ser definido em número de rotações, em centímetros, em segundos ou ilimitado.

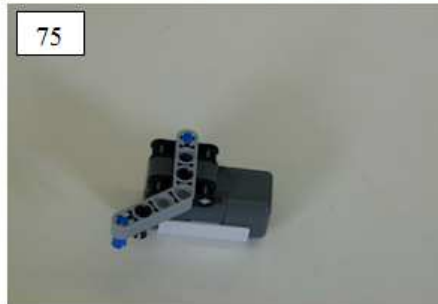
Atividade 3:

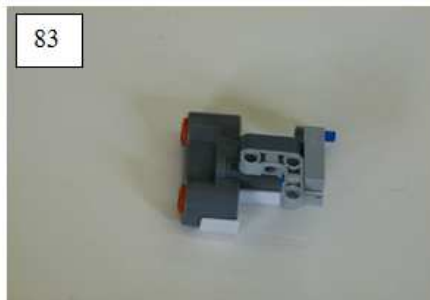
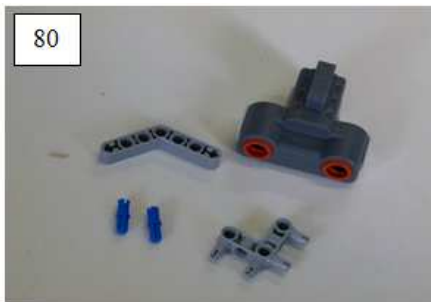
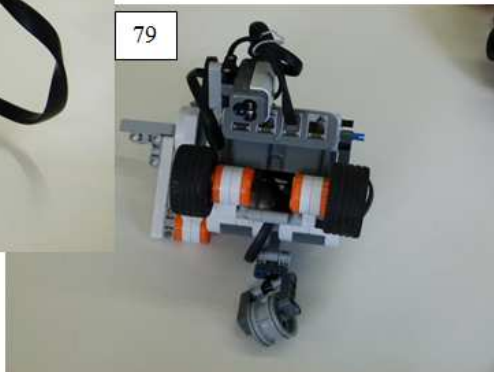
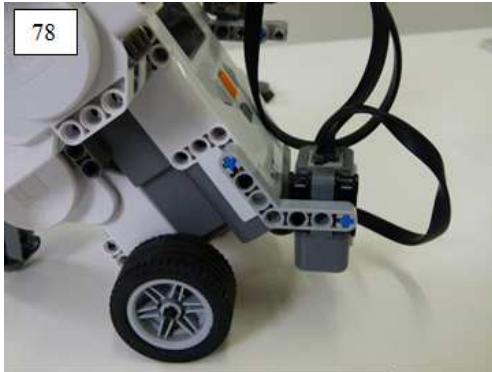
Com auxílio do manual acrescente em seu robô os sensores de luz e de presença.

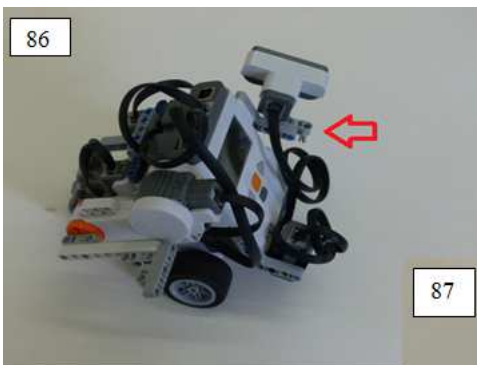
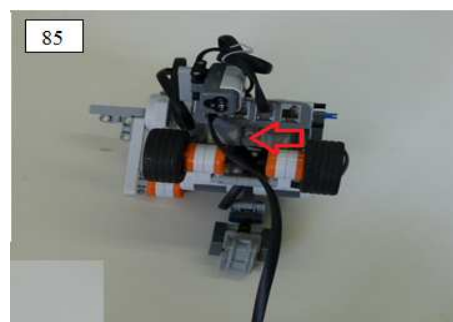










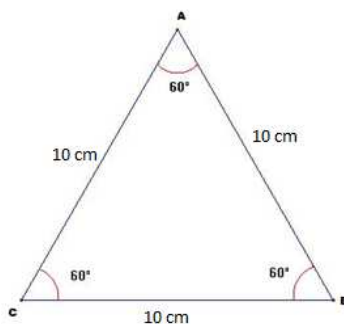


Atividade 4:

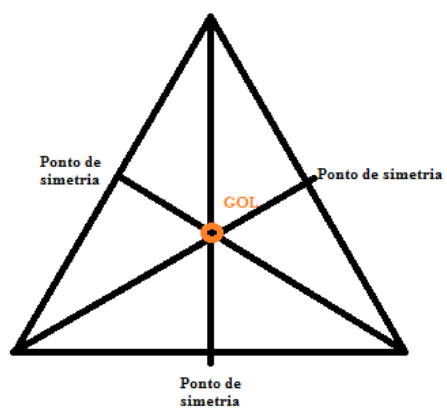
Agora com auxílio dos sensores vamos criar uma programação que faça com que o robô ande sobre uma linha preta, desenhada na placa de madeira. Essa programação é um pouco mais elaborada, assim siga as seguintes instruções:

Atividade 5:

A terceira atividade a ser realizada pelos alunos e com o robô já usado na atividade anterior, na qual ele segue a linha preta. Neste caso a trajetória a ser seguida é um triângulo equilátero que será construído pelos próprios alunos, conforme a figura apresentada a seguir.



Depois de construir o triângulo, deve ser marcado o centro do triângulo bem como os eixos de simetria. No centro do triângulo será posicionado um gol e próximo ao ponto de simetria de cada lado será posicionada uma bola. O desafio para os alunos será posicionar o robô em um local adequado para que se possa chutar a bola em direção ao gol. Com as peças do lego construa um gol usando sua criatividade.



Atividade 6:

Fechamento: discussão e entrevista.

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Departamento de Educação – DED
Laboratório de Práticas Pedagógicas
Inovadoras

Campus da UFLA - Telefone: (35) 3829-1949 Lavras-
MG 37200-000 Email: rxmartins@cead.ufla.br

**Pesquisa - A ROBÓTICA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO À
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL II**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) estudante ou professor!

Estamos realizando esta pesquisa com o objetivo de identificar contribuições para o melhor desenvolvimento acadêmico de estudantes da educação básica por meio do uso da Robótica Educacional. A obtenção dos dados para a pesquisa depende da participação de voluntários, alunos e professores do ensino fundamental, por isso, pedimos sua atenção para as informações apresentadas a seguir.

Pretendemos Explorar possíveis relações entre a utilização da robótica educacional, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e aprendizagem de conteúdos escolares da matemática, por meio de respostas à entrevistas e da realização de atividades que envolvem montagem de robôs.

Os conteúdos das entrevistas utilizados não estão relacionados com as disciplinas. Por meio deles, obteremos dados sobre motivação, habilidades cognitivas e interesses futuros. A análise desses dados poderá contribuir para implantação da robótica educacional como recurso didático de larga escala na educação básica.

Esse estudo científico não considera resultados individuais, mas sim de grupos. Os dados, após analisados, serão apresentados sem identificação pessoal,

protegendo assim seu anonimato e o sigilo das informações. Ao receber os instrumentos e materiais, ou em momento posterior, você poderá repensar e desistir, sem qualquer prejuízo. Você não corre riscos ao participar da pesquisa. Pode haver apenas algum desconforto relacionado ao tempo de preenchimento de realização das tarefas, que é de até 10 horas.

Sua participação não é obrigatória, mas desejada. Caso concorde em participar e já seja tenha 18 anos completos, identifique-se no espaço abaixo e assine o termo, que é emitido em duas vias, sendo a primeira sua e a segunda do pesquisador. Caso ainda não tenha completado 18 anos e deseje colaborar, por favor, apresente este documento aos seus pais ou outros responsáveis legais que os substituem solicitando que preencham os dados em seu nome.

Caso tenha dúvidas relacionadas com a pesquisa você ou seu responsável legal será esclarecido pelo pesquisador, Prof Ronei Ximenes Martins, pelo e-mail pesquisasead@cead.ufla.br ou pelo telefone (35) 3829-1035.

Eu, _____,
(sexo m () ; f ()) CPF _____, Tel () _____ - _____
matriculado no _____ da escola _____ Concordo
em participar como voluntário (a) da pesquisa acima citada, de forma livre e
esclarecida.

Nome e CPF do responsável (caso os voluntários tenha menos que 18 anos):

Assinatura do voluntário ou responsável:

OBRIGADO

Ronei Ximenes Martins
Coordenador da Pesquisa.
DED/UFLA – Tel: (35) 3829-1445
rxmartins@cead.ufla.br