

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

**Karina Disconsi Maliuk**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO CENÁRIO  
INVESTIGATIVO NAS AULAS DE  
MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre  
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

**Karina Disconsi Maliuk**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO CENÁRIO  
INVESTIGATIVO NAS AULAS DE  
MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ensino de Matemática**, sob orientação do **Prof. Dr. Francisco Egger Moellwald**.

Porto Alegre  
2009

**Karina Disconsi Maliuk**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO CENÁRIO  
INVESTIGATIVO NAS AULAS DE  
MATEMÁTICA**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Matemática  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática

Porto Alegre, abril de 2009.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Crediné Silva de Menezes (UFES)

Profa. Dra. Marilaine Fraga Sant'Ana (IM/UFRGS)

Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso (IM/UFRGS)

*Dedico este trabalho à minha mãe,  
Maria da Graça Disconsi Maliuk;  
ao meu pai, Gregório Maliuk (in  
memoriam) e à minha vó, Carmen  
Schmitz Disconsi (in memoriam),  
por serem TUDO para mim.*

*Agradeço a todos aqueles que,  
direta ou indiretamente, contribuíram  
para que este estudo se realizasse.  
Em especial, agradeço ao meu orientador,  
Prof. Dr. Francisco Egger Moellwald  
e aos membros da Banca Examinadora,  
cujos comentários, críticas e sugestões  
foram essenciais para a evolução e  
finalização deste trabalho.*

## **RESUMO**

---

Neste estudo apresento minha experiência com robótica nas aulas de Matemática da EMEF José Mariano Beck, desenvolvida durante os anos de 2007 e 2008. Ofereço um panorama da robótica na sociedade atual e caracterizo os termos robô, robótica e robótica educacional utilizados nesta pesquisa. Considero o estudo da robótica pedagógica e as implicações da utilização deste recurso, principalmente na mudança de concepção do papel do professor e do aluno nas aulas de matemática. Situo este trabalho na abordagem teórico-prática proposta por Ole Skovsmose, cujos cenários para investigação são pensados em paralelo com a sala de aula tradicional. O estudo se encerra com algumas relações entre a robótica e conceitos matemáticos explorados através de atividades práticas, além do relato de algumas repercussões desta experiência desenvolvida com a robótica nas minhas aulas de matemática. Também são pensadas algumas possibilidades futuras e o leitor deste trabalho é convidado a experimentar a robótica como um possível recurso didático e a construir seu próprio roteiro de experiências.

## **PALAVRAS-CHAVE**

---

Matemática, Educação Matemática, Robótica Educacional, Cenários Investigativos.

## **ABSTRACT**

---

In this study, I present my experience with robotics in mathematics lessons at EMEF Jose Mariano Beck, developed during the years of 2007 and 2008. I offer a panorama of robotics in the current society and characterize the terms robot, robotics and educational robotics used in this research. I consider the study of pedagogical robotics and the implications of the use of this resource, mainly in the change of the conception of teacher's and students' roles in mathematics lessons. I situate this work in the Ole Skovsmose's theoretical-practical proposal, whose scenes for inquiry are thought in parallel with the traditional classroom. The study ends up with some relations between robotics and mathematical concepts, explored through practical activities, along with the report of some repercussions of this experience developed with robotics in mathematics lessons. Also some future possibilities are thought and the reader of this work is invited to try robotics as a possible didactical resource and to construct his own script of experiences.

## **KEYWORDS**

---

Mathematics, Mathematics Education, Educational Robotics, Sceneries Research.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1:	Construindo e relatando .....	19
Figura 2:	Várias mãos trabalhando juntas .....	20
Figura 3:	Concentração .....	20
Figura 4:	Exemplo das informações do relatório .....	21
Figura 5:	Exemplo de desenho contido no relatório do grupo .....	22
Figura 6:	Aluno desenhando o cão-robô do grupo .....	22
Figura 7:	Cão-robô em ação .....	23
Figura 8:	Mosca que Representava o Mosquito da Dengue .....	23
Figura 9:	Aluno desenhando o mosquito do grupo .....	24
Figura 10:	Aluna apresentando seu mosquito da dengue .....	24
Figura 11:	Aluno pesquisando .....	25
Figura 12:	Pesquisa desenvolvida na campanha contra a dengue ...	25
Figura 13:	Kit de Robótica 9793 .....	26
Figura 14:	Bloco Programável RCX .....	27
Figura 15:	RCX com os componentes conectados .....	27
Figura 16:	Torre de Transmissão de Dados .....	28
Figura 17:	Software Robolab .....	28
Figura 18:	Ambiente de Programação do Robolab .....	29
Figura 19:	Exemplo de Programação no Robolab .....	29
Figura 20:	Programação executada pelos alunos .....	30
Figura 21:	Robô imaginado por um aluno .....	34
Figura 22:	Robô imaginado por outro aluno .....	34
Figura 23:	Montanha russa original (sem motor) .....	44
Figura 24:	Montanha russa com motor adaptado .....	44
Figura 25:	Moto original (sem motor) .....	45
Figura 26:	Moto com motor adaptado .....	45
Figura 27:	Ambientes de Aprendizagem .....	50
Figura 28:	Tabela de Números .....	55
Figura 29:	Outros Quadriláteros .....	56
Figura 30:	Pista de Corrida .....	57
Figura 31:	Visita ao CEA .....	61

Figura 32:	Tabela de tempo de decomposição .....	62
Figura 33:	Aviso de desligar a luz .....	64
Figura 34:	Alunos distribuindo panfletos na comunidade .....	65
Figura 35:	Aluna entregando o panfleto em uma casa .....	65
Figura 36:	Água para chimarrão sendo aquecida no fogão solar .....	66
Figura 37:	Testando o fogão solar em uma casa da comunidade ....	66
Figura 38:	Aluno pesquisando sobre Aquecimento Global .....	67
Figura 39:	Grupo apresentando a cadeira de rodas .....	68
Figura 40:	Aluno apresentado o <i>buggy</i> da sua equipe .....	72
Figura 41:	Alunos com os <i>buggies</i> prontos para a competição .....	72
Figura 42:	Relações força-peso-apoio .....	78
Figura 43:	Alunos apresentando o projeto do grupo .....	83

## SUMÁRIO

---

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Caminhos Percorridos para Chegar até Aqui: Ensaio? .....	11
1.2 Estrutura do trabalho: Por Trás dos Panos .....	14
<b>2 O CONTEXTO ONDE SE DESENVOLVEU O ESTUDO</b> .....	15
2.1 As Primeiras Cenas do Trabalho com a Robótica .....	15
<b>3 METODOLOGIA DO TRABALHO</b> .....	21
3.1 As Aulas com Robótica .....	21
3.2 Material Utilizado .....	26
<b>4 PANORAMA GERAL SOBRE ROBÓTICA</b> .....	31
4.1 A Robótica na Sociedade Atual .....	31
4.2 Contextualizando "Robô", "Robótica" e "Robótica Educacional" ...	32
4.3 Implicações do Trabalho com Robótica Pedagógica .....	37
<b>5 DISCUTINDO CENÁRIOS PARA INVESTIGAÇÃO</b> .....	47
5.1 A importância dos Cenários .....	47
5.2 Conhecendo os Diferentes Ambientes de Aprendizagem segundo Skovsmose (2008) .....	50
5.2.1 O Paradigma do Exercício .....	51
5.2.2 Cenários para Investigação .....	55
5.3 Movendo-se entre os diferentes modelos de aprendizagem .....	60
5.4 Investigação: O que acontece se...? .....	69
5.5 Robótica e Autonomia Intelectual .....	71
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	77
6.1 Robótica e Conceitos Matemáticos .....	77
6.2 Algumas Repercussões do Trabalho com Robótica .....	79
6.3 Falas de Outros Personagens .....	80
6.4 Cenas dos Próximos Capítulos? .....	82
<b>7 CONVITE A OUTROS PROFESSORES</b> .....	84
7.1 Sugestões de atividades .....	84
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	90

## **1 INTRODUÇÃO**

---

### **1.1 Caminhos Percorridos para Chegar até Aqui: Ensaio?**

O presente trabalho aborda minha experiência com robótica educacional em minhas aulas de matemática, desenvolvido nos anos de 2007 e 2008 em uma escola municipal da periferia de Porto Alegre.

A princípio, o assunto que eu havia escolhido para a dissertação era outro. Durante oito anos fui professora exclusivamente estadual, sempre lecionando na mesma escola, a Escola Estadual Normal 1º de Maio. Quando ingressei nesta escola, recém formada, minha primeira experiência foi com o 1º ano do Ensino Médio. Mas, ainda nesse ano, recebi a incumbência de assumir minha primeira turma do então Curso de Magistério<sup>1</sup>, carro-chefe da escola, lecionando Matemática. No ano seguinte assumi um número maior de turmas do Curso de Magistério e, em 2002, quando já havia concluído minha especialização em Metodologia de Matemática para a Educação Básica na FAPA<sup>2</sup>, passei a ministrar aulas de Metodologia e, posteriormente, Didática da Matemática para o referido curso. A partir daí o Curso de Magistério foi constante em minha vida profissional enquanto estive na escola.

Fica então fácil adivinhar que, com meu intenso envolvimento com as turmas de um curso formador de professores, minha escolha em termos de pesquisa se dirigisse a esta linha de formação.

Desenvolvi um trabalho referente a essa escolha nos anos de 2006 e 2007, aproveitando a realização de meu estágio curricular do Curso de Pós-Graduação para ministrar um curso de extensão com carga horária de 40hs, voltado a professores que ensinam matemática nas séries iniciais. O

---

<sup>1</sup> Curso ao nível de Ensino Médio que habilita professores a trabalharem com a Educação Infantil e as Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

<sup>2</sup> Faculdade Porto-Alegrense, que resulta da unificação da Faculdade Porto-Alegrense de Educação, Ciências e Letras e da Faculdade Porto-Alegrense de Ciências Contábeis e Administrativas.

curso se chamou “Múltiplos Olhares para a Formação de Professores de Matemática para as Séries Iniciais” e foi promovido pelo Departamento de Ensino e Currículo da FAGED/UFRGS<sup>3</sup> no período de 21 de outubro a 16 de dezembro de 2006.

Contudo, em 2007, outros ventos iriam criar turbulência em minha vida. Fui nomeada para assumir aulas de Matemática na rede municipal de ensino de Porto Alegre, e, no início de março, já estava devidamente assentada nas turmas de oitavo e nono ano de escolaridade na EMEF<sup>4</sup> José Mariano Beck, bairro Bom Jesus, periferia da cidade de Porto Alegre.

Não sou uma pessoa que teme mudanças, pelo contrário! Para mim, são as mudanças que tornam a vida interessante. Porém, fiquei muito abalada ao assumir este novo compromisso, pois tive que enfrentar situações muitas vezes desesperadoras, e até então desconhecidas para mim. Foi meu primeiro contato com uma vila de papuleiros e com as múltiplas formas de miséria que se desenvolvem nela. Tive que aprender a lidar com a agressividade dos alunos, com o descaso de algumas famílias, com a violência da comunidade, com o descrédito de certos colegas. Durante algum tempo meu principal objetivo era conseguir “sobreviver” em meio a tudo isto.

Mas eis que, em maio de 2007, surge um convite aberto a todos os professores da escola para participar de um treinamento promovido pela SMED<sup>5</sup> para trabalhar com robótica nas salas de aula da rede municipal. A escola, que já possuía um histórico de pioneirismo da utilização na robótica nessa rede, havia sido informada que iria receber 8 kits de material para robótica e só precisava ter pelo menos um representante para realizar o curso. Imediatamente fiquei interessada, mas resolvi não me oferecer de imediato, pois, sendo nova na escola e na própria rede, poderia estar “tirando” o lugar de algum colega.

---

<sup>3</sup> Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>4</sup> Escola Municipal de Ensino Fundamental

<sup>5</sup> Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre

Para minha surpresa, nenhum colega se ofereceu para realizar o curso, a ponto da direção, que sabia de meu interesse em assuntos computacionais, me chamar e perguntar se eu não gostaria de participar do treinamento. Claro, respondi imediatamente. E fui para o curso, realizado na EMEM<sup>6</sup> Emilio Meyer.

Curso concluído, após alguns problemas técnicos: a escola ainda não possuía Windows – único sistema operacional onde funciona o software utilizado na robótica –, as pilhas recarregáveis ainda não haviam chegado e não tínhamos sala para realizar o trabalho, em agosto de 2007 iniciei o trabalho com robótica em minhas aulas de Matemática.

É quase indescritível o efeito que a oportunidade de trabalhar com a robótica teve em minha vida profissional. Como bem define Bondía (2002), foi uma experiência que realmente *me aconteceu*, me tocou fundo! Os alunos envolvidos no projeto, vistos como sujeitos da experiência, assim como eu, mostraram-se dispostos a receber de braços abertos a proposta e, ao recebê-la, tornaram-se um “espaço onde tem lugar os acontecimentos” (BONDÍA, 2002, p. 24).

Não tenho a intenção de afirmar que a robótica é a solução para todos os problemas que um professor de Matemática enfrenta em suas aulas. Mas posso garantir que, para mim, ela foi uma resposta para muitos questionamentos e dúvidas, inseguranças e medos, que já estavam, inclusive, prejudicando meu trabalho em minhas aulas.

Este trabalho fala de uma experiência que funcionou comigo, trabalhando com certo grupo de alunos. Talvez a mesma proposta não alcance os resultados esperados, quando aplicada em um outro contexto, com um grupo diferente de alunos. Mas ainda assim, como bem aprendi, até aquilo que “não dá certo” serve para ser objeto de análise e discussão, com vistas à construção do conhecimento.

---

<sup>6</sup> Escola Municipal de Ensino Médio

## **1.2 Estrutura do Trabalho: Por Trás dos Panos**

Inicialmente, são apresentados o contexto onde se realizou a pesquisa e os primeiros conflitos que surgiram com a implementação da proposta de trabalho. A seguir, é descrita a metodologia do trabalho com robótica e os materiais utilizados nas minhas aulas de matemática.

No capítulo quatro, ofereço um panorama geral da robótica na sociedade atual e caracterizo os termos robô, robótica e robótica educacional utilizados nesta pesquisa. Considero o estudo da robótica pedagógica e as implicações da utilização deste recurso, principalmente na mudança de concepção do papel do professor e do aluno nas aulas de matemática.

No capítulo cinco, situo este trabalho na abordagem teórico-prática proposta por Ole Skovsmose, cujos cenários para investigação são pensados em paralelo com a sala de aula tradicional.

A seguir, são discutidas diversas atividades realizadas em minhas aulas com robótica, que ilustram os diferentes ambientes de aprendizagem descritos por Skovsmose e as relações que se estabelecem entre eles em uma aula de Matemática.

O estudo se encerra com algumas relações entre a robótica e conceitos matemáticos explorados através de atividades práticas, além do relato de algumas repercussões desta experiência desenvolvida com a robótica nas minhas aulas de matemática. Também são pensadas algumas possibilidades futuras e o leitor deste trabalho é convidado a experimentar a robótica como um possível recurso didático e a construir seu próprio roteiro de experiências.

## **2 CONTEXTO ONDE SE DESENVOLVEU O ESTUDO**

---

### **2.1 As Primeiras Cenas do Trabalho com a Robótica**

Meu trabalho com robótica nas aulas de matemática desenvolveu-se na Escola Municipal de Ensino Fundamental José Mariano Beck, nos anos letivos de 2007 e 2008, quinzenalmente, contando com dois períodos seguidos de 50 minutos para cada encontro. O trabalho faz parte de um projeto maior, promovido pela Secretaria de Educação do Município de Porto Alegre, que disponibilizou kits de robótica para todas as escolas que possuem ensino fundamental, séries finais, da rede e treinamento para os professores interessados em utilizar a robótica em suas aulas. No meu caso, os períodos disponibilizados para o trabalho com a robótica aconteceram dentro da carga horária regular de matemática, três períodos semanais, das turmas envolvidas.

A EMEF José Mariano Beck localiza-se na periferia de Porto Alegre, no bairro Bom Jesus. Pode-se afirmar que os alunos da comunidade vivem em uma zona de risco, onde acontecem conflitos armados periodicamente, principalmente em função do tráfico de drogas. A violência da comunidade acaba refletindo nas atitudes dos alunos na escola: o que vemos são crianças e adolescentes revoltados, agressivos e com muita dificuldade em interagir amigavelmente com outras pessoas, como colegas e professores, principalmente em trabalhos colaborativos. Os alunos mostram também uma grande dificuldade em administrar conflitos de forma não-violenta; a maneira que encontram para resolver seus problemas é a agressão.

Envolveram-se neste projeto quatro turmas do terceiro ano do terceiro ciclo (nono ano de escolaridade), sendo que duas delas participaram em 2007 e duas em 2008. Cada turma realizou as atividades separadamente, em seus períodos regulares de aula de matemática. Em determinados momentos, havia interação entre as turmas (ou parte

delas), para a construção coletiva de um modelo, como por exemplo, no campeonato de robótica.

O trabalho mostrou-se inteiramente adequado às necessidades de integração e motivação dos meus alunos desde o início. Neste sentido, já na etapa inicial do trabalho, em 2007, quando fui organizar a primeira turma para participar do projeto, aconteceu uma situação que merece destaque.

Para o início do trabalho com a robótica com a turma C32 em 2007, foi realizada uma reunião na segunda feira, dia 06 de agosto, juntamente com os alunos e a coordenação, para explicar como funcionaria o projeto. Ficou combinado que os alunos que já haviam tido experiência com robótica encabeçariam cada um dos cinco grupos de trabalho em que a turma seria dividida e teriam liberdade para, durante a semana, escolher e montar suas equipes. Todos os alunos concordaram. As cinco equipes deveriam estar formadas para o começo da atividade na sexta feira seguinte.

Ao chegar à sala de aula no dia marcado, percebi que alguns alunos já estavam organizando as classes em grupos, sem necessidade de orientação, o que já mostra o grande interesse que sentiam pelo projeto. Coordenei a organização dos outros grupos e percebi que eles não estavam distribuídos conforme o combinado. Estavam presentes todos os vinte alunos da turma. Havia três grupos com cinco componentes e apenas um grupo com quatro componentes, conforme solicitado. O quinto grupo possuía apenas um componente.

Levantei a questão junto à turma, dizendo que a proposta tinha algumas regras bem definidas e que uma dessas regras era a organização em grupos de quatro componentes. Aproveitei e expliquei que cada um dos quatro componentes teria uma função e que essas funções seriam trocadas dentro do mesmo grupo, durante as quatro semanas em que a equipe permanecesse a mesma. Liste as funções no quadro e fiz uma breve descrição de cada uma delas e das adaptações que seriam feitas

inicialmente. Como não possuíamos ainda o sistema operacional Windows nos PCs (o sistema usado era o Linux), não poderíamos iniciar com a função de Programador. Essa função foi substituída pela de Relator. Retornei ao problema dos grupos e perguntei como poderíamos resolvê-lo.

Nesse instante começaram os conflitos entre os alunos: “Eu não quero mais ser ‘cabeça de chave’.”, “Eu não saio deste grupo.”, “Eu não trabalho junto com fulano.”, “Eu não te escolhi pro meu grupo.”, etc.

Imediatamente fiquei tentada a parar tudo e, eu mesma, resolver o problema e determinar como seriam formados os grupos. Creio que essa seja a reação natural de todo o professor. Mas me contive e lembrei da palestra que assisti no Programa de Certificação Internacional de Lego Educadores no Brasil<sup>7</sup>, onde tive a oportunidade de assistir a professora Telma Vinha, falando sobre conflitos na escola.

Na palestra, a professora Telma trouxe várias idéias interessantes e, dentre elas, uma que me marcou bastante. Ela diz respeito à maneira como o professor encara os conflitos em sua classe. Enxerguei-me na fala da Professora, ao descrever que “certos professores tomam o conflito de seus alunos para si, impedindo que eles próprios possam resolvê-los”. Foi exatamente esta a atitude que pensei em tomar quando vi que meus alunos não estavam conseguindo organizar os grupos sozinhos. A sugestão da professora Telma era que se deixasse os conflitantes falarem por si, sendo que o professor não deveria tomar partido – caso tivesse essa atitude ele estaria determinando vítima e culpado -, mas mediar a discussão.

Tudo isso passou pela minha memória como um flash, e pensei que ali estava uma ótima oportunidade para pôr em prática a sugestão e ver seu efeito. Então respirei fundo e procurei assumir o controle da situação, dizendo que antes de iniciarmos o trabalho deveríamos resolver o impasse.

---

<sup>7</sup> Realizado de 23 a 27 de julho de 2007, em Itu, São Paulo.

Como ninguém queria ceder, resolvi partir do grupo que estava formado conforme o combinado. Escrevi "grupo 1" no quadro e coloquei os nomes de seus quatro componentes. Em seguida, escrevi no quadro "grupos 2, 3, 4 e 5", e disse que precisávamos completá-los corretamente.

Imediatamente, o 'cabeça de chave' de um dos grupos que estava com cinco elementos disse que o grupo dele estava fechado, citando os três colegas que completavam a equipe. O colega que ficou de fora havia combinado de ser o 'cabeça de chave' de outro grupo na reunião inicial. Ele reclamou, mas não pode fazer nada. Ficou em um canto, com uma expressão irritada, dizendo que não iria participar mais.

O mesmo ocorreu com outro grupo de cinco, sendo que o colega que sobrou imediatamente aceitou ir para o grupo que tinha apenas um componente. Ao ver os colegas se organizando, uma aluna do último grupo que tinha cinco componentes ofereceu-se voluntariamente a integrar o grupo que estava com apenas dois.

Ficou de fora apenas o aluno que deveria ser 'cabeça de chave' daquele grupo e não havia concordado com as decisões dos colegas. Este rapaz inclusive já havia tido diversos conflitos com professores e colegas, por causa de suas atitudes em aula. Ao ver que todos os outros estavam organizados e apenas aguardando uma decisão sua, resolveu completar o último grupo e participar da atividade.

Enquanto tudo isso se desenrolava em sala de aula, minha única função era anotar no quadro as conclusões a que eles chegavam. Não precisei interferir em nenhum momento, pois eles próprios se cobravam atitudes mais maduras. Fiquei impressionada, pois a turma em questão estava sendo considerada uma das mais difíceis de trabalhar em toda a escola. Em seis meses de trabalho que venho desenvolvendo com esses alunos, foi a primeira vez que os vi agindo de maneira autônoma e crítica, tomando suas próprias decisões e levando em consideração o bom

andamento do trabalho com o grupo todo. A partir daí, toda a atividade ocorreu tranquilamente. Saí da turma muito satisfeita com o resultado.

Cheguei em casa neste dia e fui reler as anotações que fiz a respeito da palestra da professora Telma. Fiquei muito contente ao ver que, mesmo sem querer, acabei por dirigir a resolução daquele conflito seguindo as quatro orientações que foram indicadas por ela:

- Ver o conflito como uma oportunidade de aprendizagem;
- Controlar sua reação (não precisa resolver de imediato, pode pensar sobre o conflito e até planejar sua solução);
- Devolver o conflito a quem é de direito e deixar que esses encontrem a solução. Se por ventura não encontrarem solução, sugerir direções;
- Confiar na capacidade dos alunos de solucionar conflitos.

Com base nestas orientações, serão apresentados a seguir os “bastidores” deste trabalho: as formas de organização dos alunos para as aulas com robótica.

Algumas imagens merecem ilustrar essas primeiras cenas com a robótica:



Figura 1 – Construindo e relatando

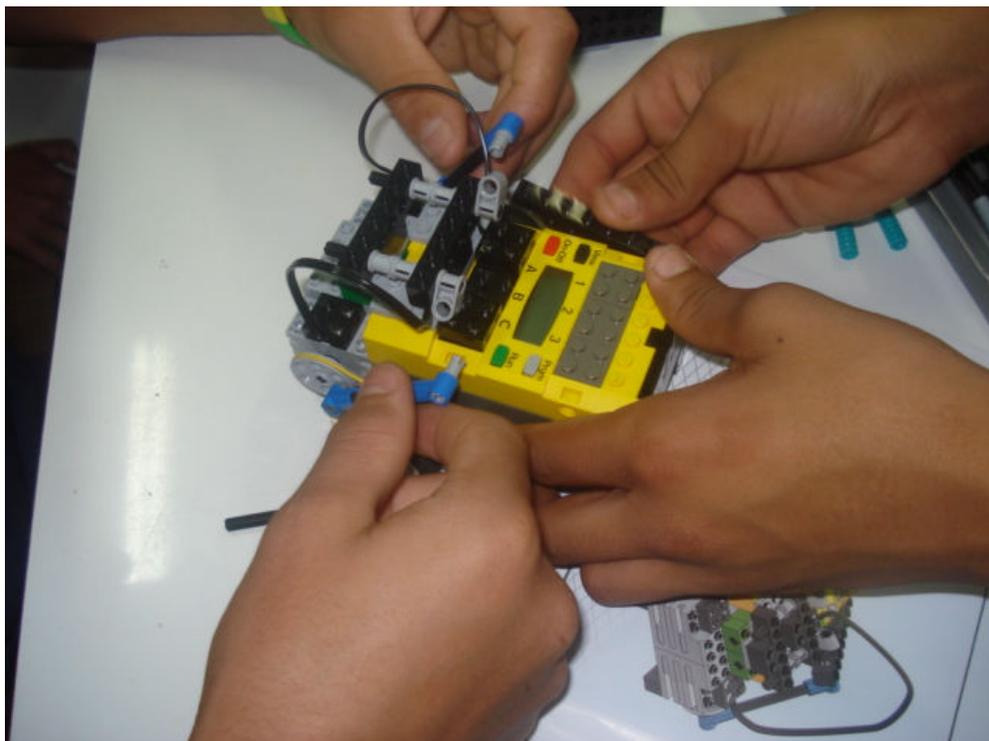


Figura 2 – Várias mãos trabalhando juntas



Figura 3 – Concentração

### 3 METODOLOGIA DO TRABALHO

---

#### 3.1 As Aulas com Robótica

Durante as aulas utilizando recursos da robótica, inicialmente os alunos trabalhavam divididos em equipes de quatro componentes. Cada componente assume uma função específica no grupo:

Líder/Coordenador: É o responsável por supervisionar e coordenar as atividades do grupo. Cabe a ele acompanhar o desenrolar de cada etapa da atividade, verificar se todos estão cumprindo adequadamente sua parte na tarefa e negociar a resolução de eventuais conflitos e dúvidas que apareçam no grupo. No final da aula, registra as principais informações sobre o trabalho desenvolvido no relatório do grupo.

*Descrição do Projeto:*

*Nós montamos um cão Bobô, com duas rodas trazeiras e duas rodas dianteiras, com um motor "A", nós o fizemos com objetivo dele mexer as patas trazeiras, para que as dianteiras acompanhem.*

Figura 4 – Exemplo das informações do relatório

Importante destacar que foi bastante complicado conseguir que os grupos apresentassem um relato por escrito. A maioria dos alunos tem vergonha em escrever, pois sente muita dificuldade em expressar-se. Por isso, acabei por pedir apenas três linhas de informações. Com isso, consegui uma maior aceitação do relatório por parte dos grupos e eles passaram a chegar não mais em branco.

Organizador: É o responsável por manipular as peças indicadas para a montagem, colocando em ordem os materiais necessários, distribuindo-os e solicitando eventuais materiais que não estejam no kit. Após a aula, ao desmontar o protótipo, ele deve colocar as peças nos locais adequados.

Construtor: Executa as montagens. Registra através de um desenho a montagem executada.

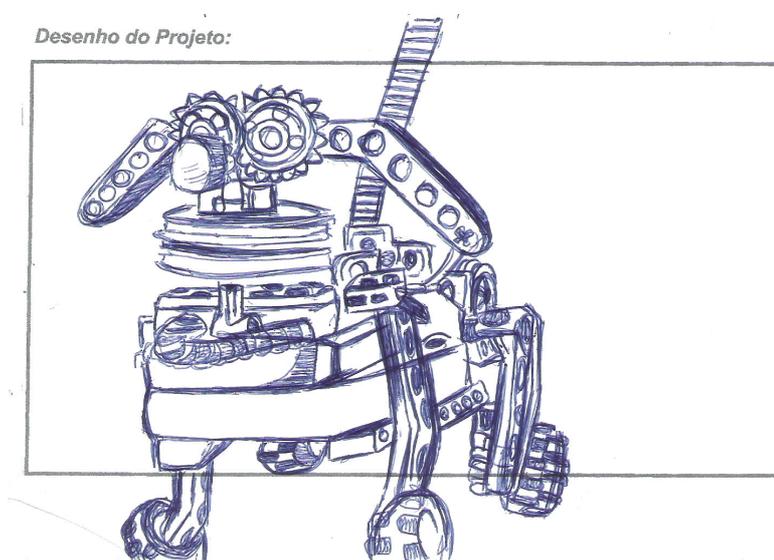


Figura 5 - Exemplo de desenho contido no relatório do grupo



Figura 6 - Aluno desenhando o cão-robô do grupo



Figura 7 – Cão-robô em ação

Programador: Planeja, elabora e executa a programação do protótipo. Deve também registrar essa programação no relatório do grupo.

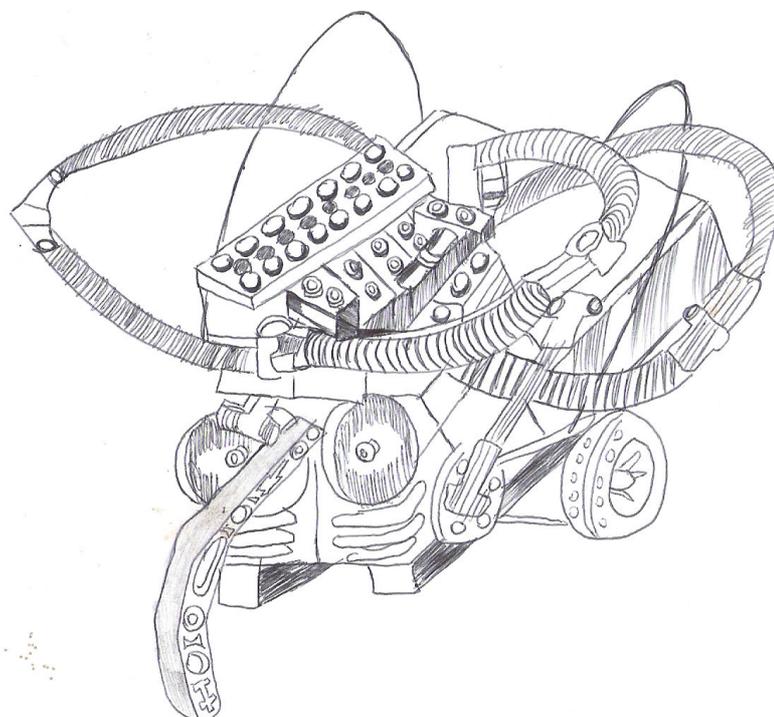


Figura 8 – Mosca que Representava o Mosquito da Dengue

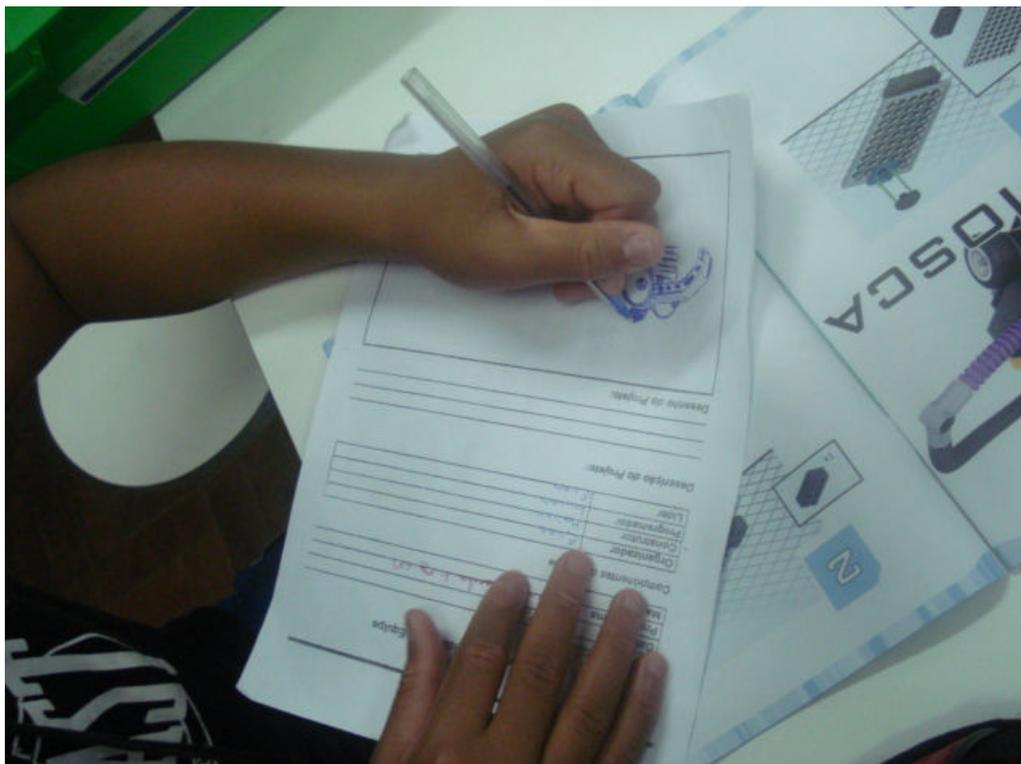


Figura 9 – Aluno desenhando o mosquito do grupo

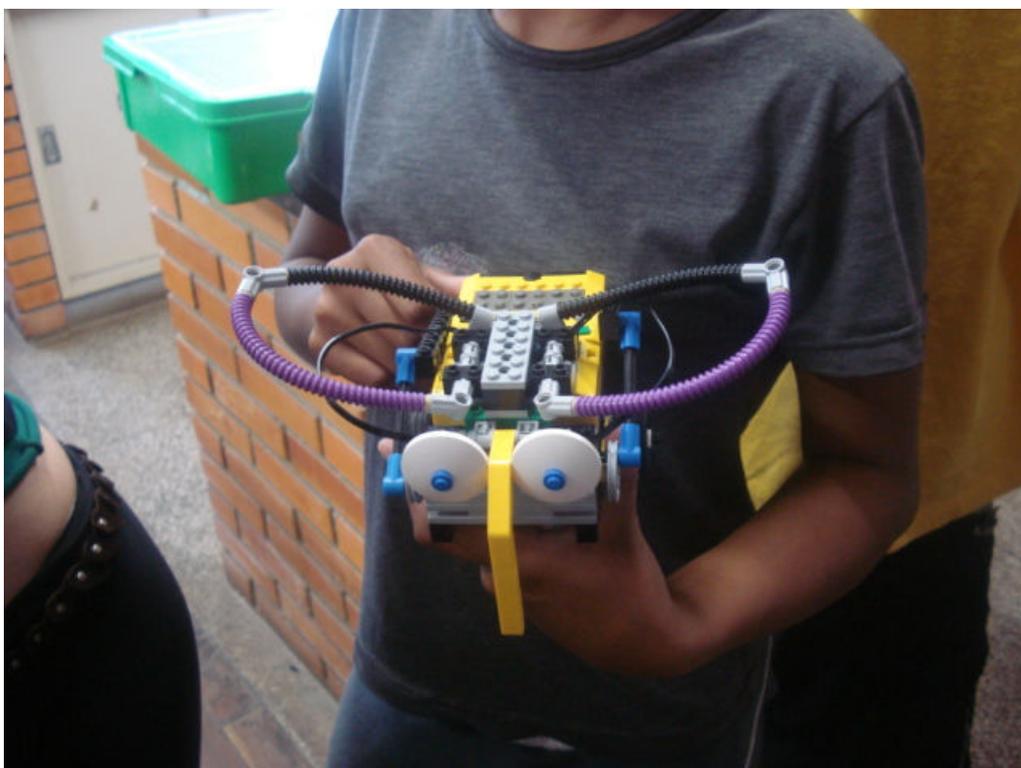


Figura 10 – Aluna apresentando o mosquito da dengue



Figura 11 – Aluno pesquisando

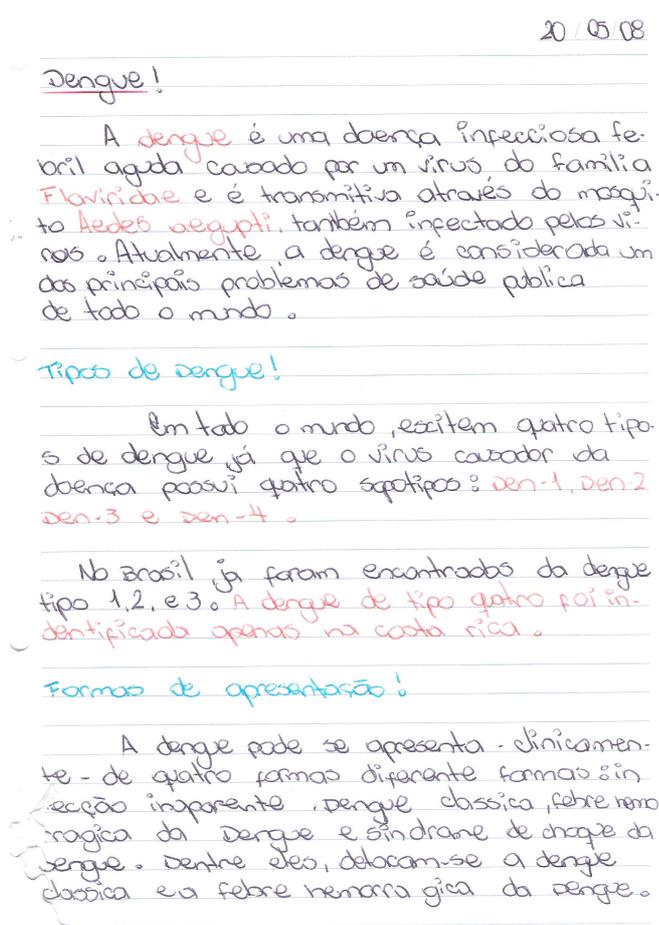


Figura 12 – Pesquisa desenvolvida na campanha contra a dengue

As funções são trocadas a cada encontro, possibilitando que todos os participantes do grupo vivenciem cada uma delas.

Várias vezes, durante as aulas com robótica, o que se via era mais de um aluno realizando cada função. Eram “várias mãos” trabalhando ao mesmo tempo. Apesar da proposta, inicialmente, formatar o grupo para quatro elementos com funções definidas, ao longo do trabalho esta formatação deixou de existir e as funções fluíram muito mais livremente dentro de cada grupo, fazendo com que o trabalho se tornasse ainda mais colaborativo.

Cada grupo tem a sua disposição um kit de materiais Lego e um computador equipado com o programa Robolab.

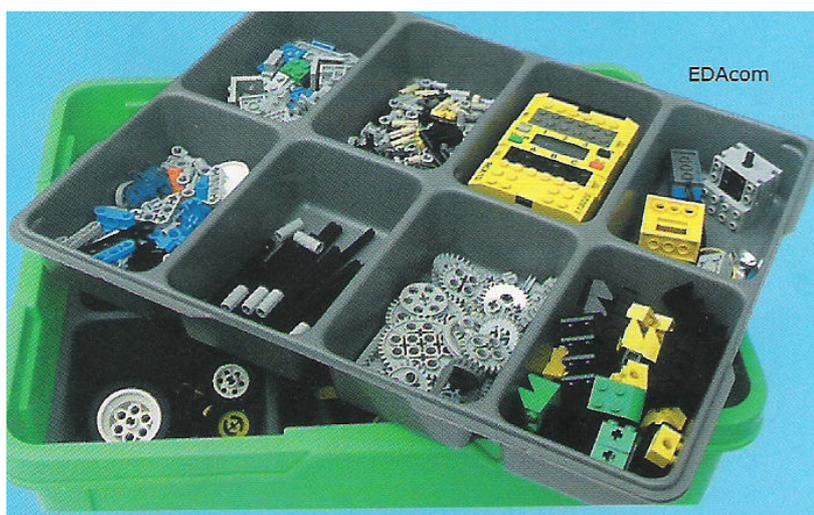


Figura 13 – Kit de Robótica 9793

### 3.2 Material Utilizado<sup>8</sup>

O Kit de Robótica utilizado pela escola é o Kit 9793, LEGO Mindstorms, destinado ao ensino de robótica educacional direcionada a alunos do Ensino Fundamental, Anos Finais (a partir de 10 anos).

---

<sup>8</sup> Para maiores informações sobre os kits consulte <http://www.legozoom.com.br/site>

As atividades planejadas com o kit têm o intuito de fazer com que os alunos, por meio dos desafios propostos, sejam capazes de buscar soluções para problemas. O kit é formado por 828 peças, desde as mais simples, destinadas à base da montagem (vigas, blocos, pranchas, eixos, conectores e buchas, por exemplo), até as mais complexas, destinadas às partes específicas da montagem e seus movimentos (motores, engrenagens, alavancas, sensores, rodas e cabos, entre outros).



Figura 14 – Bloco Programável RCX

Faz parte do kit o Bloco Lego RCX, que é uma interface programável, que contém 3 entradas e 3 saídas de informação. As entradas servem para conectar os sensores e as saídas, os motores.



Figura 15 – RCX com os componentes conectados

Nele, há a possibilidade de conexão de sensores de ângulo, luz, temperatura e toque. O bloco tem receptor infravermelho e conta com uma memória suficiente para armazenar até 5 programas diferentes.



Figura 16 – Torre de Transmissão de Dados

A transmissão da programação é realizada pelo Transmissor Infravermelho para RCX, que consiste em uma torre de transmissão de dados por meio do sistema de transmissão em infravermelho. Os dados transmitidos pela torre para o bloco programável LEGO - RCX são gerados por meio da utilização do programa de computador RCX Code, mais conhecido como software ROBOLAB.



Figura 17 – Software Robolab

O software programável é fácil de ser usado e foi designado para trabalhar com o bloco programável da LEGO - RCX. O software Robolab é um ambiente computacional formado por ícones, baseado e incorporado na progressão passo-a-passo desde o início até os níveis mais avançados. Os quatro níveis iniciais, chamados **Pilot**, apresentam uma programação já pronta, onde o aluno tem a possibilidade apenas de substituir os ícones que são apresentados. Já os 4 níveis finais, denominados **Inventor**, apresentam incontáveis possibilidades de combinação de ícones. Para este trabalho, foi escolhido o nível Inventor 4.

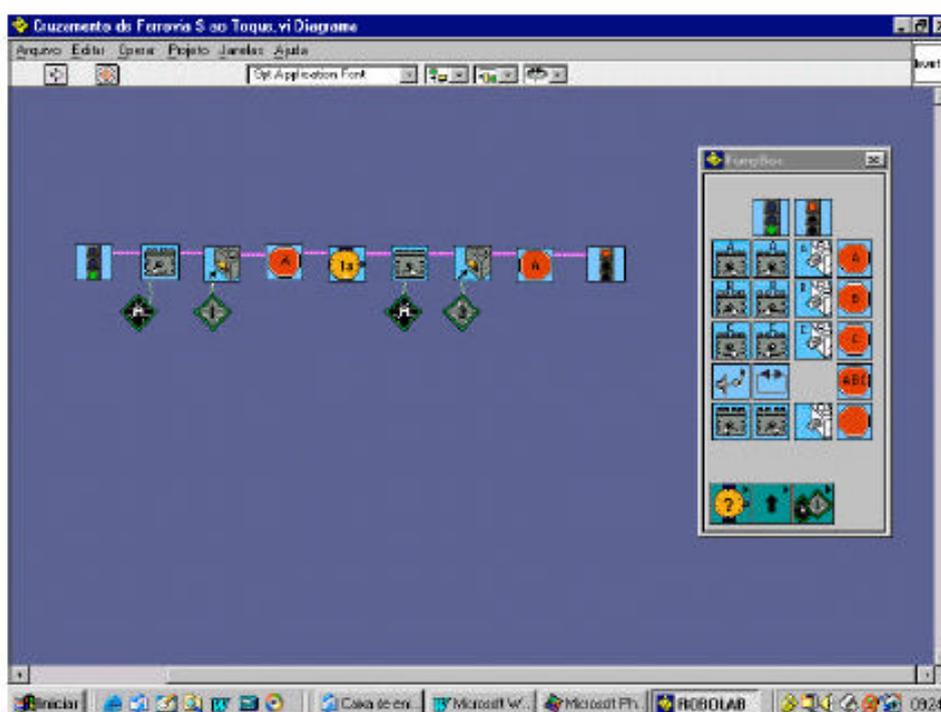


Figura 18 – Ambiente de Programação do Robolab

A seguir, temos um exemplo de programação no software Robolab:



Figura 18 – Exemplo de Programação no Robolab

A sequência de ícones indica que o protótipo deve:



Iniciar a programação;



Ligar o motor A para frente;



Realizar o movimento por 2 segundos;



Parar o motor A,



e encerrar a programação.

As linhas rosa pontilhadas que unem os ícones um a um indicam em que ordem as funções devem ser executadas.



Figura 20 – Programação executada pelos alunos

## **4 PANORAMA GERAL SOBRE ROBÓTICA**

---

### **4.1 A Robótica na Sociedade Atual**

Apesar de muitas pessoas, ainda hoje, se referirem à robótica como uma novidade, os sistemas robotizados fazem parte de nossa sociedade já há bastante tempo. Essa aparente contradição acontece por que a maioria das pessoas pensa em robôs como réplicas de seres humanos. Porém, muitos outros dispositivos automatizados presentes em nosso dia a dia podem ser considerados mecanismos robóticos. Temos, por exemplo, elevadores que, com simples toque de um botão, nos levam ao andar desejado, param e abre-se a porta, tudo automaticamente. Sacamos dinheiro, efetuamos depósitos e pagamentos em caixas eletrônicos sem interagir com um humano. A TV pode ser ligada e desligada, os canais podem ser mudados e o volume pode ser ajustado sem a necessidade de sair do sofá, mesmo que a TV esteja em um suporte no teto. Na indústria, a precisão dos robôs é essencial e indispensável. Na medicina, vidas são salvas graças ao avanço tecnológico. E, de simples mecanismos comuns no cotidiano a sofisticados robôs, como os de pesquisa submarina ou interplanetária, vê-se uma abrangência muito grande da tecnologia.

A interação entre homens e máquinas está cada vez mais presente na sociedade em geral. Muito do que há pouco tempo era considerado ficção científica é hoje uma realidade criada pelo homem e a seu serviço. Máquinas programadas para se adaptar ao ambiente e interagir com o meio, os robôs possibilitam ao homem realizar tarefas consideradas perigosas sem correr riscos e alcançar locais antes inacessíveis a ele.

Mas, poderá a robótica ser também um instrumento de uso educativo, como meio de construção de conhecimentos? É possível usá-la como veículo de aprendizagem? Com que propósitos pode se desenvolver robôs, programá-los e analisá-los em um ambiente educacional?

Várias pesquisas acadêmicas têm sido desenvolvidas nos últimos anos, procurando relacionar conceitos de robótica com a educação. Aponto o trabalho de José Antônio Colvara Oliveira<sup>9</sup>, Silvana do Rocio Zilli<sup>10</sup>, Carmen Faria dos Santos<sup>11</sup>, Flavio Rodrigues Campos<sup>12</sup> e Heloisa Helena Steffen<sup>13</sup>, entre outros.

Segundo Seymour Papert, a escola está no contexto da sociedade e como tal, vive ou “deve viver” a mesma revolução tecnológica dos dias atuais:

A mesma revolução tecnológica que foi responsável pela forte necessidade de aprender melhor oferece também os meios para adotar ações eficazes. As tecnologias de informação, desde a televisão até os computadores e todas as suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a ação a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem. (PAPERT, 1994, p. 13)

## **4.2 Contextualizando os termos “Robô”, “Robótica” e “Robótica Educacional”**

Um **robô** (ou **robot**, em inglês) é um dispositivo multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou equipamentos especializados através de movimentos variados e programados, para a execução de uma imensa variedade de tarefas.

Aqui, as palavras que ganham destaque na definição acima são multifuncional e reprogramável. Diferentemente da automação convencional, os robôs são projetados para realizar, dentro dos limites especificados, um número enorme de diferentes tarefas. As máquinas autônomas convencionais não podem ser reprogramadas, realizando

---

<sup>9</sup> Tese intitulada Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através de metacognição como propulsora da produção do conhecimento. UFRGS, 2007.

<sup>10</sup> Dissertação Intitulada A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática. UFSC, 2004.

<sup>11</sup> Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorm. UFES, 2005.

<sup>12</sup> Dissertação Intitulada Robótica Pedagógica e Inovação Educacional: Uma Experiência no Uso de Novas Tecnologias na Sala de Aula. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2006.

<sup>13</sup> Dissertação Intitulada Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição. USP, 2002.

apenas as tarefas que lhes foram pré-determinadas. Suas funções não podem ser alteradas apenas por uma nova programação. Ou seja, uma torradeira irá sempre produzir torradas. Mudar a programação da torradeira para que ela passe a secar cabelos, por exemplo, é totalmente inviável.

O termo **robô**<sup>14</sup> teve origem na palavra tcheca *robot*, que significa "trabalho forçado". Esse termo parece sempre ser associado, em nossa mente, a um dispositivo com aparência humana. Temos um bom exemplo nos clássicos "Blade Runner", de Ridley Scott (1986), e "O Exterminador do Futuro", de James Cameron (1984), dois filmes *cult* da década de 1980, que apresentam personagens robóticos, com aparência idêntica aos seres humanos. Não por acaso, em "Blade Runner", os robôs são chamados de replicantes, aludindo à idéia de réplicas humanas. Atualmente, a palavra que parece melhor caracterizar robôs com aparência humana é "andróide".

Essa concepção de *robô humanóide*, presente no imaginário mundial, teve origem em 1921, em Rossum's Universal Robots (R.U.R.), peça do dramaturgo tcheco Karel Čapek. A peça apresentou um autômato com forma humana, capaz de fazer tudo em lugar do homem. Foi nesta peça que surgiu a palavra inglesa **robot**, mas não foi Karel que criou a palavra e sim seu irmão Josef, outro respeitado escritor tcheco.

Nos trabalhos desenvolvidos em aula, foi fácil reconhecer essa idéia de *robô humanóide* presente na imaginação dos alunos. Grande parte dos robôs idealizados pelos alunos tem forma humana, mas a característica mais marcante é a ligação com a violência, assunto esse que faz parte do dia-a-dia do bairro Bom Jesus, como podemos ver nas imagens a seguir.

---

<sup>14</sup> Para maiores informações sobre essa seção, consulte <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B4>

# DESTRUCTOR

14.04.08

O DESTROYER  
 é um Robô  
 DE GUERRA  
 Ele se transforma  
 numa Super arma  
 de guerra.



Figura 21 – Robô imaginado por um aluno

# ROBO

Autobo.  
 Robô de batalha  
 que se transforma  
 em um carro  
 e semestica  
 com os outros  
 carros  
 ele se transforma  
 em qualquer  
 carro



Figura 22 – Robô imaginado por outro aluno

As idéias mais antigas que se conhece sobre robôs datam de 350 a.C., vindas do matemático grego Arquitas de Tarento, amigo de Platão. Ele criou um pássaro mecânico de madeira que foi batizado de "O Pombo". O pássaro podia voar, propulsionado a vapor e jatos de ar comprimido.

O primeiro projeto documentado de um robô humanóide foi feito por Leonardo da Vinci por volta do ano de 1495. As notas de Da Vinci, redescobertas nos anos 1950, continham desenhos detalhados de um cavaleiro mecânico que era aparentemente capaz de sentar-se, mexer seus braços, mover sua cabeça e o maxilar. O projeto foi baseado em sua pesquisa anatômica documentada no famoso trabalho *Homem Vitruviano*. Não se sabe se ele tentou ou não construir o robô.

O primeiro robô funcional foi criado em 1738 por Jacques de Vaucanson, que fez um andróide que tocava flauta, assim como um pato mecânico que comia e defecava.

Considera-se **robótica** um ramo da tecnologia relacionado com a construção e controle de robôs.

Mais recentemente, passou-se a falar sobre **robótica educacional**. Segundo Castilho (2008, pg. 4):

A robótica educacional é voltada a desenvolver projetos educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs, mas no sentido de proporcionar ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde possa desenvolver seu raciocínio, sua criatividade, seu conhecimento em diferentes áreas, a conviver em grupos cujo interesse pela tecnologia e a inteligência artificial é comum a todos.

A robótica educacional, também conhecida como "robótica pedagógica", é caracterizada por ambientes de aprendizagem onde o aluno pode montar e programar um robô ou sistema robotizado. Um robô inteligente com capacidade de decisão numa competição pode ser um projeto bastante estimulante ao estudante e mostrou-se ser viável em minha sala de aula.

Duas diferentes concepções podem ser encontradas na elaboração de ambientes de aprendizagem baseados no uso de dispositivos robóticos. A primeira concepção, mais tradicional, é centrada na utilização de robôs com características puramente técnico-industriais. Esse enfoque é comumente encontrado nas salas de aula de cursos técnicos, onde o propósito é a análise dos componentes mecânicos que formam o robô, assim como seus sensores e sistemas de controles.

A segunda concepção, que é a concepção norteadora deste trabalho, tem como idéia central a criação de ambientes de aprendizagem que utilizem dispositivos robóticos em ambientes escolares, com o objetivo de proporcionar a construção do conhecimento matemático, perpassando por diferentes áreas científicas.

Na implementação de dispositivos controlados através do computador com finalidades educacionais, três etapas são essenciais:

Primeiro - a construção em si, que no contexto deste trabalho significa criar, de forma simples – orientada ou livre –, algo que seja passível de ser programado através do computador.

Segundo - a escolha e a utilização do programa que controla o dispositivo. Por exemplo, o programa deve apresentar características pedagógicas que permitam ao aluno descrever, de forma simples e rápida, para o computador o funcionamento de certo objeto: o robô.

Terceiro - a metodologia de utilização, que deve ser desenvolvida de modo a permitir o uso do dispositivo com uma determinada finalidade. Ela deve possibilitar, também, a diversificação e a expansão da utilização do computador no ambiente educacional, propiciando assim o manuseio de conceitos científicos nas mais variadas áreas do conhecimento. Isto está relacionado com a possibilidade de se ter diferentes pontos de vista para resolver um mesmo problema, que por sua vez tem a ver com a inter-relação entre as diferentes áreas do conhecimento. E, finalmente, esta

inter-relação tem a ver com a elaboração de uma metodologia que busque alcançar a interdisciplinaridade. (D'Abreu, 1995, p. 4).

### **4.3 Implicações do trabalho com robótica pedagógica**

Diferentemente da robótica industrial, cuja finalidade de um sistema robótico é permitir que o trabalho feito pelo robô seja de melhor qualidade, realizado em menor espaço de tempo e com menos gastos que aquele desenvolvido pelo homem, a robótica educacional visa o processo de construção e elaboração do pensamento do aluno. Aqui, o objetivo não é apenas atingir o produto final, mas destacar o caminho percorrido até que se chegue a um determinado fim.

Durante a construção e a programação de um robô existe o pensar sobre o se está fazendo, de forma lógica e ordenada. Uma peça ao ser encaixada deve estar de acordo com o objetivo da montagem e um comando dado deve estar vinculado ao que se deseja de ação. Se não há lógica na montagem, não há robô e se não há lógica na programação, não há programação. E esta é feita sempre pela necessidade do próprio aluno de encontrar uma solução para um problema detectado por ele mesmo. Através de uma atividade lúdica, que é montar/desmontar um robô e planejar/testar a programação, percebe-se que o aluno elabora uma rede de relações bastante complexa. Apenas conhecendo o funcionamento do dispositivo e tendo claro o objetivo a ser alcançado por ele, é que o aluno pode prever a ação, planejar, ou melhor, programar o robô, e pode, em seguida, testar o que foi planejado. Na tentativa de implementar um sistema inteligente e autônomo, o aluno procura nas suas ações anteriores a condição de seqüência do seu planejamento.

A relação entre professor e alunos no processo educativo, neste tipo de atividade, procura estar de acordo com os princípios da Educação

Matemática Crítica: é uma relação de parceria. Essa idéia é discutida por Freire:

O professor não é mais meramente o-que-ensina, mas alguém a quem também se ensina no diálogo com os estudantes, os quais, por sua vez, enquanto estão ensinando, também aprendem. Eles se tornam conjuntamente responsáveis por um processo no qual todos crescem. (FREIRE, 1972, p. 53)

Numa perspectiva de trabalho em que se considere o aluno como protagonista da construção de sua aprendizagem, o papel do professor ganha novas dimensões. Uma faceta desse papel é a de organizar a aprendizagem; para desempenhá-la, além de conhecer as condições socioculturais, expectativas e competência cognitiva dos alunos, o professor precisará escolher os problemas que possibilitam a construção de conceitos e procedimentos e alimentar os processos de resolução que surgirem, sempre tendo em vista os objetivos a que se propõe atingir.

Além de organizador, o professor é facilitador nesse processo. Não mais aquele que expõe todo o conteúdo aos alunos, mas aquele que fornece as informações necessárias, que o aluno não tem condições de obter sozinho. Nessa função, faz explanações, oferece materiais, textos, etc.

Outra de suas funções é a de mediador, ao promover a análise das propostas dos alunos e sua comparação, ao disciplinar as condições em que cada aluno pode intervir para expor sua solução, questionar, contestar. Nesse papel, o professor é responsável por arrolar os procedimentos empregados e as diferenças encontradas, promover o debate sobre resultados e métodos, orientar as reformulações e valorizar as soluções mais adequadas.

Ele também decide se é necessário prosseguir o trabalho de pesquisa de um dado tema ou se é o momento de elaborar uma síntese,

em função das expectativas de aprendizagem previamente estabelecidas em seu planejamento.

Como um incentivador da aprendizagem, o professor estimula a cooperação entre os alunos, tão importante quanto a própria interação professor-aluno. O confronto entre o que o aluno pensa e o que pensam seus colegas, seu professor e as demais pessoas com quem convive é uma forma de aprendizagem significativa<sup>15</sup>, principalmente por pressupor a necessidade de formulação de argumentos (dizendo, descrevendo, expressando-se) e de validá-los (questionando, verificando, convencendo) (BRASIL, 2000).

Parece correto afirmar que, toda mudança educacional tem como aspecto importante a figura do professor e suas concepções e práticas profissionais. Segundo Saraiva e Ponte (2003), a mudança do professor (precedente à mudança na educação), no entanto, só ocorre se ele estiver disposto a mudar. Ninguém muda ninguém, ou seja, a mudança vem, em grande parte, de dentro de cada um. Para que ela ocorra, tem de ser desejada. Por outro lado, é necessário que o professor esteja disposto a correr os riscos inerentes às inovações educacionais e a enfrentar a insegurança das novas abordagens.

Outro obstáculo à inovação é a opinião dos outros professores. Mesmo que o professor tenha como objetivo uma mudança pessoal ou profissional, a pressão dos colegas pode condicionar a sua prática. Quando foi proposta a implementação da robótica em minha escola, o convite foi feito a todos os professores, porém apenas eu resolvi experimentar, pois os demais professores não acreditaram em possíveis resultados positivos que a robótica pudesse vir a trazer às suas aulas.

---

<sup>15</sup> Aprendizagem significativa, aqui, toma o sentido da compreensão de significados, relacionando-se às experiências anteriores e vivências pessoais dos alunos, permitindo a formulação de problemas - de algum modo, desafiantes - que incentivem o aprender mais, o estabelecimento de diferentes tipos de relações entre fatos, objetos, acontecimentos, noções e conceitos, desencadeando modificações de comportamentos e contribuindo para a utilização do que é aprendido em diferentes situações.

Em alguns momentos fiquei balançada com seus argumentos e pensei em desistir. Vi, inclusive, colegas que a princípio tinham algum interesse no projeto serem convencidos de que não valia à pena. Pareceu-me também que a escola não pretendia que muitos outros professores participassem, pois isso acarretaria em mais afastamentos para participar do curso de capacitação para a utilização da robótica (com duração de uma semana) e nossa escola está frequentemente com o quadro de professores incompleto. Ou seja, a preferência é sempre que os professores permaneçam na escola, atendendo às turmas.

Esta situação realça a importância que desempenham as instituições, e as pessoas que as compõem, na mudança das práticas. No entanto, também evidencia a importância que as maneiras de ser e de estar do professor têm para a mudança, pois, mesmo pressionada por alguns colegas, fiz minha escolha e busquei fazer de forma diferente, de acordo com o que penso ser o melhor, com o apoio da escola.

Para o professor, a reflexão sobre as suas próprias práticas pedagógicas e sobre ensino e a aprendizagem da Matemática e, especialmente, sobre o que a Matemática significa para ele, constitui um processo que pode levar à mudança de crenças e concepções, bem como da sua relação e, eventualmente, a relação dos demais professores com a Matemática. Esta começa a mudar à medida que os professores reconhecem que o seu papel não é unicamente ajudar os seus alunos a adquirir conceitos e procedimentos, mas antes proporcionar-lhes oportunidades e desafios para que construam uma mais profunda e completa compreensão da Matemática. Quando os professores aprofundam o seu conhecimento e exploram novos materiais e novas tarefas de ensino, muitas vezes encontram surpresas que desafiam as suas crenças sobre a forma como os alunos aprendem e adquirem conhecimento matemático. Aquilo que os professores podem fazer na aula com os seus alunos e as reações dos alunos às novas propostas parecem ser muito relevantes. É esta dinâmica entre a mudança das práticas e das

crenças que pode resultar numa reorganização substancial do ensino e numa alteração do conhecimento do professor. Este processo pode ser alcançado através da reflexão, quer sobre as propostas curriculares, quer sobre as práticas, e, como consequência, sobre o que significa aprender e ensinar Matemática.

Se o trabalho for dirigido pelo professor de forma que este determine os passos a serem seguidos, de maneira a obter características e funções iguais a todos os modelos construídos pelos alunos, então não se está realizando uma atividade de robótica educacional. O trabalho deve ser desafiador; cada grupo de alunos deve montar o seu próprio robô e elaborar sua própria programação. Se o dispositivo realizar a tarefa proposta de acordo com o esperado, então se pode concluir que o modelo foi construído corretamente e a programação está adequada.

E se não funcionar? O aluno tenta uma hipótese, uma programação elaborada por ele e “não dá certo”, o robô não funciona como o imaginado. Excelente! É aí que ele pode refletir sobre sua própria ação: “Por que não funciona?”. Aqui se encontra a base das discussões apresentadas neste trabalho.

É importante deixar claro que não se está estimulando o aluno a errar. Chegar à programação adequada é desejável e deve ser aplaudido, sim. Porém, aqui, o erro não terá o aspecto punitivo muitas vezes visto nas aulas de matemática, onde aquele que erra recebe “nota vermelha” do professor e é taxado de “burro” pelos colegas. Aqui, errar vai se mostrar uma experiência muitas vezes indissociável do processo de ensino e aprendizagem. Ao analisar os erros, muito mais do que os acertos, estaremos trazendo à tona conhecimentos e relações que não se manifestariam se esperássemos - e desejássemos - apenas as respostas corretas. Ao errar e tentar compreender o porquê desse erro percebe-se o estabelecimento de conexões lógicas indispensáveis à construção do conhecimento.

Pensar e raciocinar de forma lógica e reflexiva são requisitos essenciais em qualquer situação, não só na robótica. E este raciocínio lógico reflexivo<sup>16</sup>, pode ser desenvolvido através dela, que permite de imediato que se repense, se refaça e se teste novamente. Estas ações podem se repetir até que se alcance o objetivo almejado.

Se o aluno é capaz de analisar uma situação, realizar um planejamento adequado às suas necessidades e empreender uma ação baseada em sua análise, ele é alguém com potencial de sucesso em todas as áreas. A cada nova hipótese formulada na tentativa de solucionar o problema, o aluno torna-se agente de seu próprio conhecimento e constrói todo o processo de aprendizagem. Baseado em situações por ele mesmo elaboradas, a partir da interação com uma proposta que lhe foi feita, busca a solução e pode avaliar, de imediato, se sua ação foi a mais adequada ou não, com isso aprendendo a aprender. Além disso, a robótica proporciona a possibilidade de (re)produzir estruturas vez mais complexas, que vão desde a montagem de carrinhos básicos com uma programação simples até a construção de elaborados mecanismos com várias programações que, de acordo com a necessidade, interagem entre si ou com outros mecanismos.

Uma outra possibilidade é a introdução de um novo componente (motor, sensor, engrenagem, etc...) a uma montagem simples realizada, o que vai modificar essa estrutura. O aluno, então, precisará fazer uma nova análise do mecanismo para que seja adequada sua programação.

Esta nova prática faz com que o aluno seja participante ativo do processo educativo, contribuindo para que ele interfira no meio. Ele não se limita apenas a fornecer respostas operantes sobre o ambiente, mas tem a oportunidade de significar e, por sua própria ação, re-significar a

---

<sup>16</sup> Aqui, a expressão "lógico reflexivo" está de acordo com Dewey, quando afirma que o pensamento lógico reflexivo é importante não só como uma ferramenta para o ensino, mas também como um objetivo de educação, visto que nos permite conhecer o que somos quando estamos atuando. Para ele, o 'pensamento reflexivo' envolve "um estado de dúvida, hesitação, perplexidade, dificuldade mental, no qual o pensamento se origina, e um ato de procura, busca, investigação, para encontrar material que resolverá a dúvida, esclarecê-la e desfará a perplexidade". (Serrazina, 1999, p. 142)

experiência. Ele percebe o meio que lhe é apresentado e pode agir, montando e desmontando um robô, usando e buscando peças de que necessita e que, muitas vezes, precisa adaptar ao projeto, pois verifica não ser exatamente o que pensava de início.

Uma atividade realizada na aula de matemática, que ilustra essa crescente complexidade nas construções e, conseqüentemente, no raciocínio, foi a adaptação de um motor às construções que não o possuíam.

Fizemos isso com a moto (Revista Zoom Amarela, número 2, p. 62) e com a montanha russa (Revista Zoom Verde, número 2, p. 42) Ambas as construções não apresentam motores em sua versão original. Porém, chegando ao término da construção orientada pela revista, foi proposto aos alunos que encontrassem um meio de incorporar um motor (ou mais) à sua construção, de maneira que o dispositivo funcionasse – realizasse movimentos – de forma automatizada.

Nos dois casos foi muito gratificante ver os alunos aplicando seus conhecimentos sobre as montagens e sobre a programação de forma a alcançar o objetivo proposto. Percebia-se, por exemplo, que eles haviam compreendido perfeitamente a função principal das engrenagens e sabiam em que ocasiões elas eram apropriadas. Da mesma maneira, souberam incorporar esses mecanismos à programação, de forma a obter o movimento desejado.

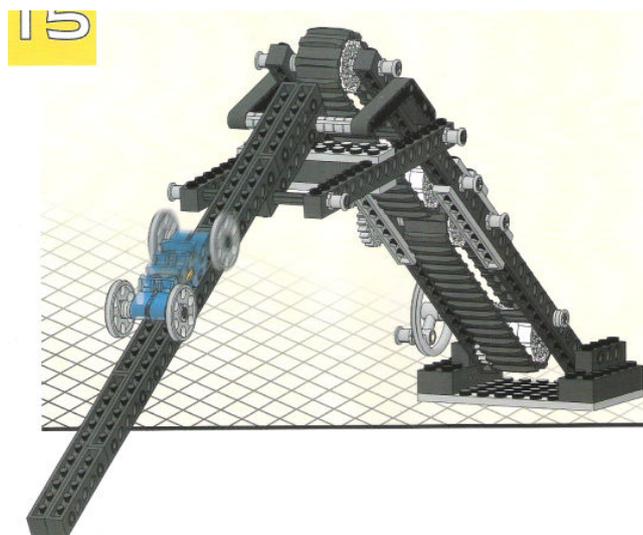


Figura 23 – Montanha russa original (sem motor)

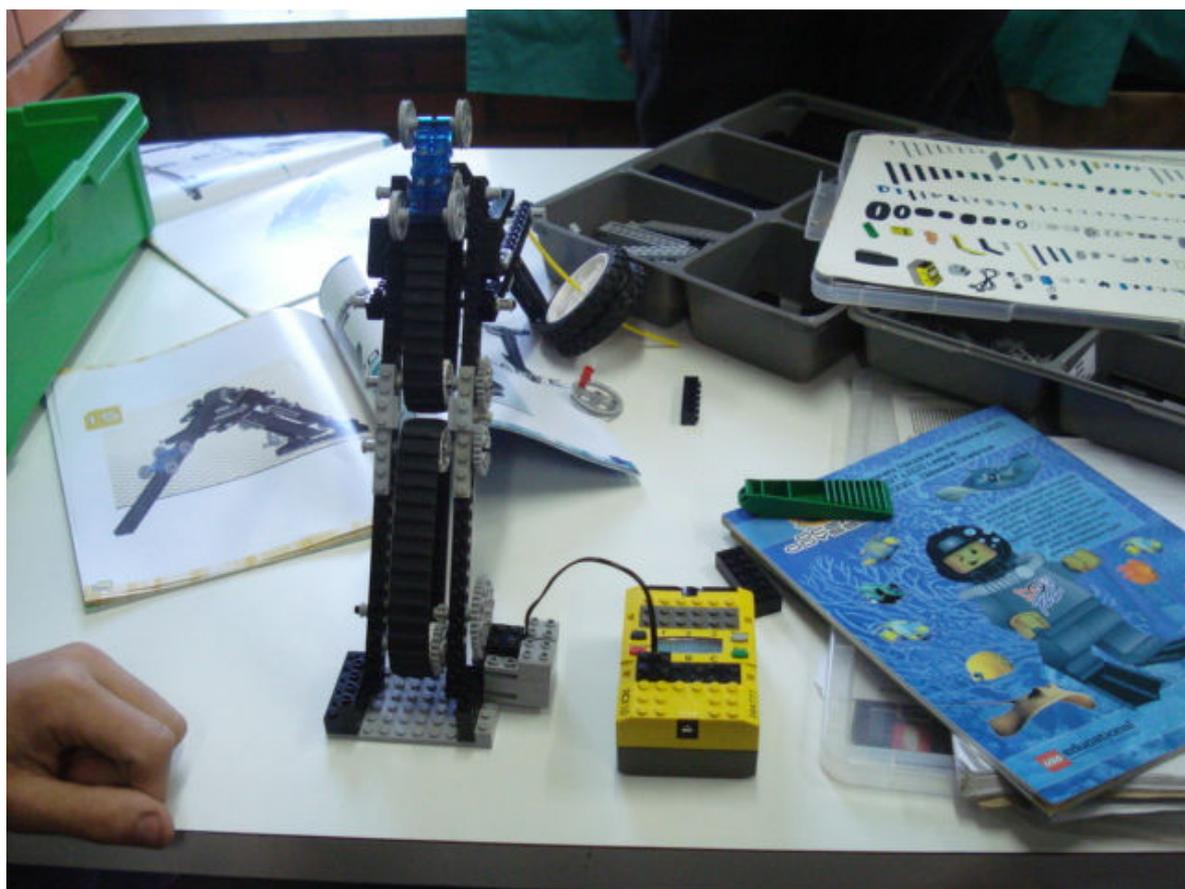


Figura 24 – Montanha russa com motor adaptado



Figura 25 – Moto original (sem motor)

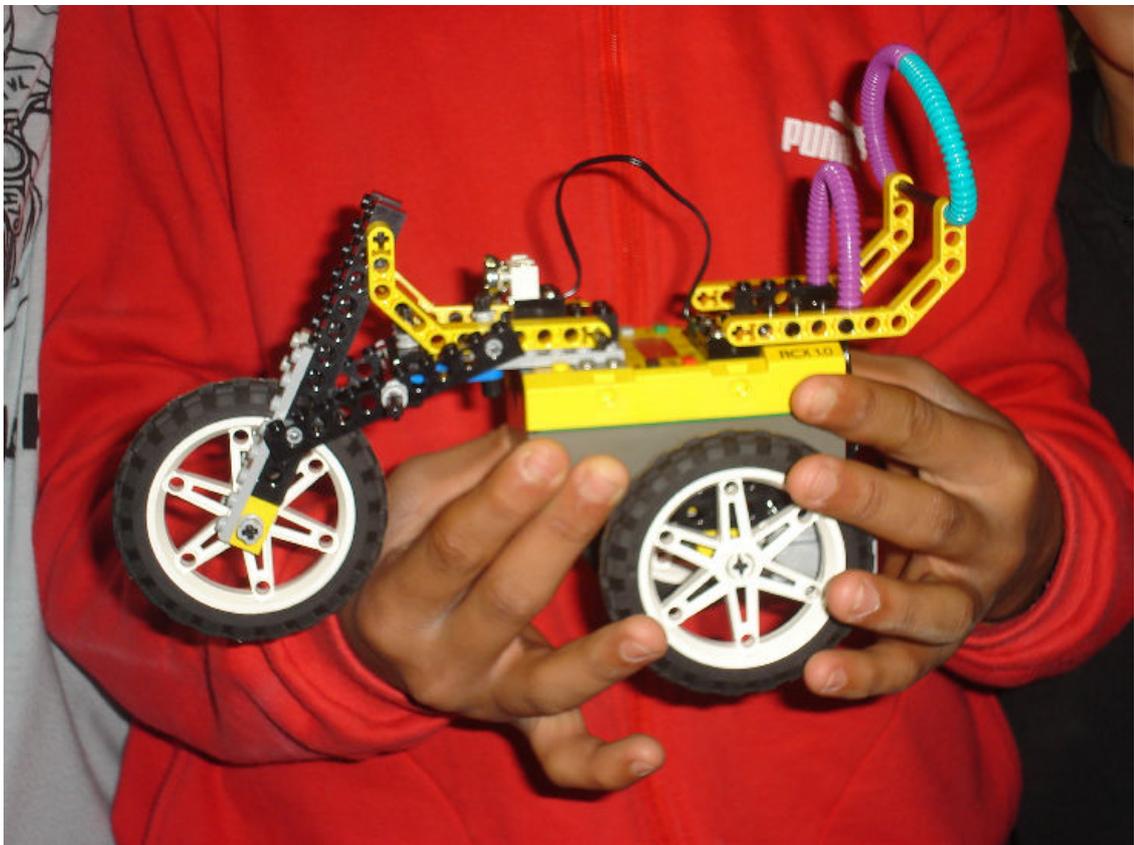


Figura 26 – Moto com motor adaptado

Parece-me que essas atividades, que revelam um ambiente que incentiva a autonomia dos alunos e sua capacidade de produzir estratégias para resolver um problema, são apropriadas para iniciar a discussão sobre o significado de “Cenários para Investigação”.

## **5 DISCUTINDO CENÁRIOS PARA INVESTIGAÇÃO**

---

### **5.1 A importância dos Cenários**

No texto "Cenários para Investigação", Ole Skovsmose descreve uma das conclusões do trabalho desenvolvido por Tonny Cotton em relação às salas de aula inglesas. A aula de matemática se apresenta dividida em duas partes: "(...) primeiro, o professor apresenta algumas idéias e técnicas matemáticas e, depois, os alunos trabalham com exercícios selecionados" (SKOVSMOSE, 2008, p. 15).

A ordem em que as duas partes acontecem dentro da sala de aula de matemática é fixa. O que pode variar é o tempo dedicado a cada uma delas: "Há desde o tipo de aula em que o professor ocupa a maior parte do tempo com exposição até aquela em que o aluno fica a maior parte do tempo envolvido com resolução de exercícios" (SKOVSMOSE, 2008, p. 15).

Esse tipo de concepção de ensino de matemática acaba por formar cidadãos que não conseguem aplicar efetivamente conceitos matemáticos para resolver situações de seu dia-a-dia:

Analisando o ensino tradicional verifica-se que a preocupação maior está na apresentação de conceitos contidos em um currículo. Esse enfoque curricular provoca um distanciamento entre o que é ensinado e a realidade dos fenômenos físicos, biológicos e sociais em que o aprendiz está inserido. Isto pode ser observado pelo significativo número de pessoas que sentem dificuldades em aprender conceitos de matemática, ciências ou biologia. Também é elevado o número de pessoas que, embora nunca tenham demonstrado problemas no aprendizado de tais conceitos, se mostram incapazes de aplicá-los de forma prática." (VALENTE e CANHETE, 1993, p. 1)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Matemática também trazem referências à forma como o ensino tradicional vê a matemática:

Tradicionalmente, a prática mais freqüente no ensino de Matemática tem sido aquela em que o professor apresenta o conteúdo oralmente, partindo de definições, exemplos, demonstração de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação, e pressupõe que o aluno aprenda pela reprodução. Assim, considera-se que uma reprodução correta é evidência de que ocorreu a aprendizagem.

Essa prática de ensino tem se mostrado ineficaz, pois a reprodução correta pode ser apenas uma simples indicação de que o aluno aprendeu a reproduzir alguns procedimentos mecânicos, mas não apreendeu o conteúdo e não sabe utilizá-lo em outros contextos. (BRASIL, 1998, p. 37)

Por outro lado, atividades de planejar, projetar e criar estão presentes em quase todos os campos da atividade humana. Engenheiros projetam quando estão preparando uma obra, autores literários criam quando estão produzindo um livro ou artigo, administradores planejam, elaboram projeções, criam diferentes estratégias quando estão reestruturando uma organização. Portanto é de se esperar que atividades que envolvam projetar, criar, planejar façam parte do ambiente escolar. O emprego da robótica em ambientes educacionais pode ser uma ferramenta adequada para o desenvolvimento de atividades que envolvam criar, projetar e planejar, favorecendo assim o processo de ensino-aprendizagem.

Apesar da pesquisa de Cotton (SKOVSMOSE, 2008) ter-se realizado em salas de aula inglesas, podemos muito bem transpor esta realidade para as salas de aula brasileiras. A grande maioria dos nossos professores de matemática deve se enxergar nessa descrição, classificada por Skovsmose como educação matemática tradicional, cujas situações de aprendizagem se enquadram dentro do chamado "paradigma do exercício".

Uma das características do paradigma do exercício é que geralmente o livro didático, recurso bastante utilizado pelos professores, representa algumas das condições apresentadas na sala de aula de matemática tradicional:

- O professor precisará escolher os problemas considerando a "sua" realidade, já que o autor não conhece/participa de cada uma das comunidades onde estão inseridas as escolas que irão utilizar seu livro. Além disso, Skovsmose encara cada sala de aula como uma microssociedade, portanto as atividades apresentadas nos livros não refletem o contexto de cada uma dessas microssociedades em suas particularidades, no máximo, conseguem atingir essa realidade superficialmente.
- A justificativa da relevância das situações apresentadas no livro não é parte da aula de matemática em si. O objetivo é apenas resolver cada uma dessas situações, aplicando os conteúdos matemáticos explorados anteriormente.
- Parte-se do princípio de que cada exercício possui uma, e apenas uma, resposta correta.

Para Skovsmose (2008), o paradigma do exercício pode ter como contraponto uma abordagem de investigação, que proporcione um ambiente rico em recursos para se fazer investigações.

A abordagem investigativa proposta pelo autor tem relação com Educação Matemática Crítica, um movimento que se preocupa fundamentalmente com os aspectos políticos da Educação Matemática. Neste sentido, visa não apenas o desenvolvimento de habilidades matemáticas, mas também a capacidade de interpretar e agir em uma situação social e política estruturada pela matemática. Inclui-se aí o interesse pelo desenvolvimento da educação matemática como suporte da democracia, implicando que o ambiente das salas de aula de matemática, também encaradas como microssociedades, deve apresentar aspectos de democracia.

Nesta visão, a matemática não é somente um aglomerado de conteúdos que deve ser ensinado pelos professores e aprendido pelos

alunos. Pensar sobre os conceitos matemáticos já é um tópico sobre o qual se deve refletir.

“Fazer uma crítica da matemática como parte da Educação Matemática é um interesse da Educação Matemática Crítica” (SKOVSMOSE, 2008, p. 17). Segundo Skovsmose, parece não haver muito espaço nas atuais aulas de matemática para que tais interesses sejam levados em conta.

## **5.2 Conhecendo os Diferentes Ambientes de Aprendizagem segundo Skovsmose (2008)**

Através da matriz a seguir, é possível visualizar cada um dos ambientes de aprendizagem propostos por Skovsmose (2008):

	Paradigma do Exercício	Cenários para Investigação
Referências à matemática pura	(1)	(2)
Referências à semi-realidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Figura 27 – Ambientes de Aprendizagem

Inicialmente, será apresentada uma breve descrição e análise dos três ambientes relacionados ao Paradigma do Exercício. Em seguida, serão apresentadas as características de cada ambiente relacionado aos Cenários para Investigação.

### 5.2.1 O Paradigma do Exercício

O ambiente tipo (1) é aquele em que as atividades propostas são apresentadas no meio da “matemática pura”, como por exemplo, os exercícios aritméticos e algébricos que não fazem referência a qualquer tipo de contexto, seja ele real (pesquisas empíricas realizadas na comunidade escolar) ou imaginário (presente apenas na mente de quem elaborou o exercício).

Como exemplos, temos as infindáveis listas de exercícios do tipo:

Efetue:

a)  $5x + 4x - 2x =$

b)  $9x - 3x + x =$

Geralmente, o matemático puro desenvolve suas teorias sobre um contexto imaginário - para resolver uma questão puramente matemática, por exemplo - ou real - a fim de encontrar uma resposta para um problema existente na sociedade. No entanto, o que vemos na escola são as técnicas desenvolvidas por ele serem apresentadas aos alunos de maneira descontextualizada e fragmentada, de modo que a maioria dos estudantes não consegue estabelecer relações entre a matemática que é aprendida na escola e situações da vida real que possam ser resolvidas através de um raciocínio estruturado pela matemática.

Segundo Ponte (1999), para além da sua faceta lógica e demonstrativa, a Matemática envolve outros aspectos, que se revelam cruciais no processo criativo: a observação, a experimentação, a indução, a analogia, o raciocínio plausível. Em lugar de estabelecer uma oposição entre estas duas facetas, é importante perceber como elas se complementam, sendo a segunda essencial para a criação do conhecimento e a primeira indispensável para organizá-lo e dar-lhe a necessária solidez. Tanto o matemático profissional como o jovem aluno

podem exercer a sua curiosidade colocando questões a si próprios sobre as propriedades dos objetos matemáticos. Na verdade, toda a atividade matemática rica envolve necessariamente trabalho investigativo, com o reconhecimento da situação, a formulação de questões, a formulação de conjecturas, o seu teste e refinamento e a argumentação, demonstração e avaliação do trabalho realizado.

O ambiente tipo (3) é aquele em que os exercícios fazem referência a certa semi-realidade, muito comum nas aulas de matemática. Inclusive, o que podemos observar é, freqüentemente, professores usarem exercícios referentes às mais diferentes semi-realidades para justificar a importância da matemática no "cotidiano".

Um exemplo de exercício baseado em uma semi-realidade é dado a seguir:

Duas transportadoras, A e B, cobram os seguintes valores para o preço de uma determinada entrega:

Transportadora A: R\$ 80,00 por quilômetro percorrido.

Transportadora B: R\$ 80,00 fixos mais R\$ 60,00 por quilômetro percorrido.

Considere as seguintes afirmações:

I) A Transportadora B é sempre mais vantajosa que a A.

II) A Transportadora A é sempre mais vantajosa que a B.

III) A transportadora B é mais vantajosa para distâncias superiores a 4 km.

IV) Para uma distância de 10km, a Transportadora A cobra menos que a B.

Analise cada uma dessas afirmações e diga se são verdadeiras ou falsas, justificando a resposta (Adaptado de Bonjorno e Bolivares, 2006, p. 93).

Certamente, os termos descritos no exercício são facilmente encontrados no dia a dia, e mais ainda na comunidade onde se localiza a EMEF José Mariano Beck. Desde cedo, os alunos estão acostumados a acompanhar os pais ou responsáveis na coleta, transporte e seleção de resíduos recicláveis, utilizando como meio de transporte mais comum as carroças. Porém, dificilmente a pessoa que construiu este exercício fez alguma pesquisa sobre a forma como são transportados os materiais recolhidos pelos carroceiros da comunidade ou investigou qual a distância percorrida por eles para a coleta. Não houve nenhuma entrevista na comunidade a fim de trazer dados reais ao problema. A situação é artificial. O exercício está localizado numa semi-realidade, que existe apenas na imaginação do autor do problema.

Assim como este, a grande maioria dos problemas apresentados em livros didáticos se localiza em semi-realidades. Skovsmose (2001, p. 24) afirma ainda que “problemas não devem pertencer a ‘realidades de faz-de-conta’ sem nenhuma significação, exceto como ilustração da matemática como ciência das situações hipotéticas”. É essencial que os problemas estejam relacionados com situações e conflitos sociais fundamentais, de maneira que os estudantes possam reconhecer os problemas como “seus”. E é exatamente isso que as semi-realidades não têm condições de oferecer.

Segundo Skovsmose (2008), a prática da educação matemática tem estabelecido alguns padrões específicos de como operar em uma dada semi-realidade. Por exemplo, um aluno pode questionar o professor sobre a qualidade dos caminhões de entrega, o cuidado com que os profissionais realizam a carga e a descarga do caminhão, o tempo que cada uma das empresas vai levar para entregar o produto, a simpatia por determinada empresa, etc. O professor provavelmente irá pensar que o aluno está interessado em atrapalhar a aula, pois neste caso essas informações são irrelevantes, afinal, nas semi-realidades, as únicas informações importantes são aquelas indicadas no exercício e o único propósito,

quando se apresenta o exercício, é resolvê-lo através de técnicas matemáticas bem definidas, pressupondo-se sempre uma única resposta correta.

As observações acerca da maneira como a matemática opera em situações da vida real não têm sido consideradas na elaboração de exercícios desenvolvidos no ambiente tipo (3) (SKOVSMOSE, 2008). Portanto, pensar que as transportadoras utilizam carroças para fazer a entrega, ainda que inseridas em uma vila de papaleiros, está totalmente fora de cogitação!

O ambiente tipo (5) traz exercícios baseados na vida real como, por exemplo, diagramas representando as condições de trabalho em determinadas regiões, servindo de base para a elaboração das questões. Aqui, faz sentido questionar e suplementar as informações dadas pelo exercício, pois as situações saem da vida real. Entretanto, as atividades ainda estão estabelecidas no Paradigma do Exercício, pois os alunos apenas analisam informações coletadas por outras pessoas, em realidades que, apesar de apresentarem informações verídicas, muitas vezes não estão relacionadas com a sua vida. Os dados apresentados nas atividades são construções já *prontas*, cabendo aos alunos apenas utilizá-los para resolver os exercícios propostos, invariavelmente aplicando técnicas matemáticas pré-determinadas e, ainda, esperando-se sempre uma única resposta correta.

Conforme Valente e Canhette (1993, p. 1):

No ensino tradicional, a maioria das atividades desenvolvidas privilegia o aprendizado através da assimilação de idéias apresentadas pelo professor: um verdadeiro excesso de atividades analíticas, o que tem provocado o surgimento de distorções no processo ensino-aprendizado. Além disso, existe um descompasso entre as atividades desenvolvidas na escola e o que acontece na vida real.

Os problemas resolvidos em sala de aula, em geral, são totalmente desvinculados dos problemas que o aluno encontra após cruzar o portão da escola.

Ao contrário, a resolução de problemas, na perspectiva dos Cenários Investigativos, como veremos a seguir, possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos bem como de ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança (BRASIL, 1998, p. 40).

### 5.2.2 Cenários para Investigação

O primeiro ambiente descrito como Cenário para Investigação é classificado como tipo (2) e tem como característica principal um ambiente que promove a interligação das diferentes grandes áreas matemáticas: aritmética, álgebra, geometria.

Um exemplo de atividade para o ambiente tipo (2) é apresentado por Skovsmose (2008, p. 17) através de uma tabela de números muito comum em nossas salas de aula, neste exemplo usada de uma maneira diferente do que normalmente temos presenciado no ambiente escolar.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	...						

Figura 28 – Tabela de Números<sup>17</sup>

A proposta é colocar um retângulo sobre a tabela, de modo que ele envolva seis números. Os números associados aos quatro vértices do

<sup>17</sup> Figura apresentada em Skovsmose, 2008

retângulo são chamados  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , a contar do canto superior esquerdo e no sentido horário. Calculamos o valor de  $F$  da maneira descrita a seguir:

$$F = ac - bd$$

Por exemplo, observamos que, ao colocarmos o retângulo em duas posições diferentes (ver Figura 26), temos:

$$22.34 - 24.32 = -20 \quad \text{e} \quad 37.49 - 39.47 = -20.$$

O retângulo pode ser transladado para outras posições e o valor de  $F$  pode ser recalculado. Vamos encontrar o mesmo resultado? O que acontece se girarmos o retângulo em  $90^\circ$ ? E se escolhermos um retângulo maior e fizermos translações semelhantes? Isso só acontece com retângulos? E se usarmos as figuras a seguir?

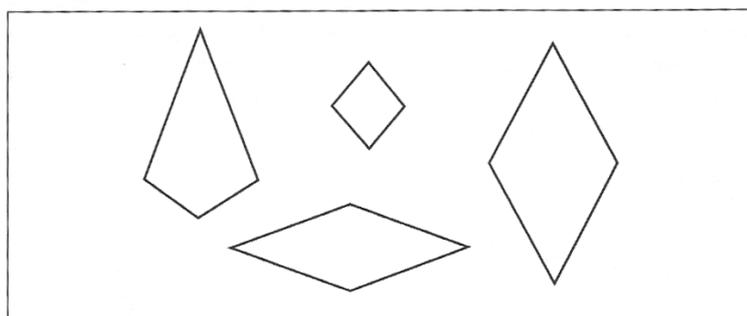


Figura 29 – Outros Quadriláteros<sup>18</sup>

Quais delas podem ser transladadas sem alteração no valor de  $F$ ? E se modificarmos a função  $F$ , por exemplo, permutando as operações “subtração” e “multiplicação”, criando assim a função  $G$ ?

$$G = (a - c) \times (b - d)$$

Será que  $G$  é constante em todas as translações? Daria certo também para os polígonos apresentados na Figura 27?

<sup>18</sup> Figura apresentada em Skovsmose, 2008

Muitas outras perguntas podem ser propostas a partir dessa tabela de números, inclusive em diferentes disposições, quadriláteros e figuras com  $n$  lados.

O ambiente tipo (4), assim como o tipo (3), também contém referências à produção de exercícios, mas de uma maneira diferente. Neste ambiente, que é um Cenário para investigação, os exercícios aparecem como um convite para que os alunos façam explorações.

Um exemplo trazido por Skovsmose (2008) é a “Corrida de Cavalos”.

Nela, onze cavalos – numerados de 2 a 12 – estão preparados na linha de partida. A pista de corrida é desenhada no quadro:

				X						
				X	X			X		
	X	X		X	X	X	X	X		X
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Figura 30 – Pista de Corrida<sup>19</sup>

Dois dados são jogados e, a partir da soma dos números tirados, marca-se um X no diagrama. Como mostra a figura 28, a soma 6 ocorreu três vezes. O cavalo 6, portanto, é o vencedor, seguido pelos cavalos 7 e 10.

Uma nova corrida se inicia. Os alunos já têm certo conhecimento sobre os cavalos – esses já não são mais anônimos. O número 2, por exemplo, é chamado de tartaruga. O número 6, que já venceu a corrida anterior, é o favorito dos apostadores.

<sup>19</sup> Figura apresentada em Skovsmose, 2008

A próxima corrida, agora mais longa – com cinco casas –, vai começar. Os alunos já estão criando hipóteses: Será que o número 7 seria um bom candidato para uma corrida de longa distância? Por quê?

Depois de várias corridas, não há relinchos de cavalos na sala de aula. A grande corrida de cavalos ocorreu em uma semi-realidade, mas não no paradigma do exercício. E muitas observações, feitas pelos alunos em tom de brincadeira, sobre as habilidades dos diferentes cavalos não são percebidas como obstruções. É assim, por exemplo, quando se referem ao cavalo de número 11: “Esse aí precisa de pílulas de vitamina”!

A lógica engessada que governa as semi-realidades do ambiente tipo (3) não está em vigor. Aqui, temos uma semi-realidade localizada em um cenário para investigação, onde muitas descobertas estão esperando as crianças e também – por que não? – o professor. Estratégias estão para ser elaboradas, testadas e aperfeiçoadas.

Finalmente, o ambiente tipo (6) é aquele onde o cenário para investigação encontra um grau maior de realidade. Alguns exemplos desse cenário podem ser encontrados nos chamados *projetos*.

O projeto Energia, exemplo citado em Skovsmose (2008), concentrou-se sobre idéias de entrada-saída de energia em uma fazenda da Dinamarca.

Inicialmente, os alunos calcularam a quantidade de energia em certos tipos de café da manhã: quanto mais calóricos, mais energia proporcionam à pessoa que o ingeriu. Em seguida, calcularam a quantidade de energia gasta em uma determinada viagem de bicicleta.

Depois disso, o projeto concentrou-se nos modelos da agricultura. Os alunos visitaram e estudaram uma fazenda relativamente próxima da escola. Inicialmente, calculou-se a quantidade de energia em termos, por exemplo, do combustível usado na preparação de certo campo durante um ano. Depois, eles mediram a largura dos diferentes instrumentos –

arado, colheitadeira, etc. – e, com isso, estimaram por quantos quilômetros o agricultor teria que dirigir o trator anualmente na preparação do campo. No campo pesquisado, onde a cevada havia sido plantada, foi calculada a quantidade de energia que havia na cevada colhida. Para esses cálculos, usaram-se informações estatísticas trazidas da agronomia e de outras áreas. De acordo com os cálculos dos alunos, o diagrama entrada-saída estava bastante lucrativo: a cevada colhida tinha seis vezes mais energia do que a energia gasta no campo.

Nessa fazenda, a cevada também era utilizada como alimento para os porcos. Os alunos coletaram informações sobre a quantidade de porcos que estavam comendo a cevada, seus pesos e o tempo necessário para que fossem levados ao matadouro. Concluíram que somente um quinto da energia contida na comida fornecida aos porcos estava na cevada. Ou seja, para que os porcos atingissem o peso ideal, era necessário dar outro tipo de alimento que fornecesse mais energia, e isso gerava maior custo. A produção de carne, portanto, parece ser uma atividade econômica ruim do ponto de vista da energia produzida pela cevada.

Essas conclusões são características apenas desta fazenda estudada? Comparando os resultados encontrados pelos alunos com os resultados oficiais sobre a agricultura dinamarquesa confirmou-se a similaridade das informações. Do ponto de vista de energia, a transformação da cevada em carne tem um custo elevado. A discussão pode ser levada adiante. A agricultura dinamarquesa está fazendo algo errado do ponto de vista da energia? Não necessariamente. As estatísticas mostram que a agricultura norte-americana está em situação mais crítica em relação à problemática da energia.

Percebe-se que o projeto apresenta diferentes aspectos de um ambiente tipo (6). As referências são reais, a maioria dos dados foi coletada pelos próprios alunos, no ambiente de uma fazenda real. Isso possibilita aos alunos produzir diferentes significados para as atividades realizadas, e não apenas para os conceitos.

### 5.3 Movendo-se entre os diferentes modelos de aprendizagem

É claro que a matriz da figura 26, que define os seis tipos de ambientes de aprendizagem, representa uma simplificação. A linha vertical que separa o paradigma do exercício dos cenários para investigação possibilita um terreno imenso de possibilidades. Certos exercícios podem provocar atividades de resolução de problemas, os quais podem vir a se tornar genuínas investigações matemáticas.

Grande parte do ensino de matemática está focada nos ambientes (1) e (3). Nesse sentido, o que fundamenta esta prática é a “tradição” da educação matemática. Entretanto, mesmo que muitos estudos apontem um quadro desolador sobre o que acontece na sala de aula de matemática tradicional, muitos professores nem sequer reconhecem a existência de outros possíveis ambientes de aprendizagem.

Não se pretende aqui defender que um ou outro ambiente de aprendizagem seja a única alternativa para a organização das aulas de matemática. A educação matemática deve, isto sim, se mover entre os diferentes ambientes, pois esta fluidez entre tais ambientes pode ajudar a atribuir novos significados para as atividades dos alunos.

Quando as turmas que trabalhavam com robótica resolveram organizar equipes para participar do Campeonato de Robótica Educacional: O Desafio Energético, Regional de Porto Alegre<sup>20</sup>, foi realizado um projeto que pode exemplificar claramente um Cenário para Investigação, e principalmente a fluidez entre às Referências à Matemática Pura, às Referências à Semi-Realidades e às Referências à Realidade.

O projeto foi idealizado pela Prof<sup>a</sup>. Luciana Tadewald e, inicialmente, os alunos da equipe foram convidados a realizar um *tour* pelo Centro

---

<sup>20</sup> Ocorrido no ano de 2007, promovido pela Procempa Robotics.

Educacional e Ambiental (CEA)<sup>21</sup>, para conhecer e acompanhar o funcionamento de um centro de reciclagem real. Neste momento, estivemos experimentando um Cenário Investigativo na perspectiva das Referências à Realidade, pois o CEA localiza-se ao lado da nossa escola e é frequentado pela maioria de nossos alunos (a lazer) e também por outros membros da família de nossos alunos (a trabalho).

No CEA, os alunos aprenderam sobre como funciona a reciclagem e sobre os materiais que podem e devem ser reciclados. Foi discutido, por exemplo, que é incorreta a expressão "lixo reciclável", pois tudo aquilo que é reciclável não é lixo. A expressão correta para referir-se a esses materiais é "resíduos recicláveis". Da mesma maneira, discutiu-se os materiais base que formam os resíduos recicláveis e quanto tempo cada um desses materiais leva para se decompor na natureza.



Figura 31 – Visita ao CEA

A seguir, passamos a experienciar um momento no Paradigma do Exercício, Referências à Realidade. Procuramos na Internet informações referentes ao tempo de decomposição dos resíduos e escolhemos as

---

<sup>21</sup> Para mais informações sobre o CEA, consulte <http://www.guimaraes.cim.br/comunidadesleste/cea.html>

informações mais adequadas a serem exploradas em sala de aula. A seguir, resolvemos diversas questões partindo dessas informações:



Figura 32 – Tabela de Tempo de Decomposição

A partir desta tabela de dados reais, fizemos estimativas de consumo de alguns materiais, como por exemplo, o cigarro.

Calculamos que, se uma única pessoa consome um maço de cigarro por dia, ela irá produzir 600 filtros de cigarro em um único mês. Em um ano, serão 7200 filtros jogados no lixo.

Pesquisamos a quantidade de fumantes na cidade de Porto Alegre<sup>22</sup>, e descobrimos que nossa cidade é uma das capitais com maior número de fumantes no país: 21,2%. Ou seja, mais de um quinto da população da cidade é fumante!

Procuramos uma estimativa atualizada da população de Porto Alegre e descobrimos que, pelo censo demográfico realizado pelo IBGE em

<sup>22</sup> Mais sobre a pesquisa em <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI1472567-EI298,00.html>

2000<sup>23</sup>, a população de Porto Alegre era constituída de 1 360 590 habitantes. Portanto, quase 288 mil e quinhentas pessoas são fumantes em Porto Alegre. A produção de lixo apenas com o consumo de cigarro na nossa cidade, em um ano, atinge a marca surpreendente de 2 076 804 576 filtros de cigarro por ano!

Estimamos que, se cada filtro tem aproximadamente 2g de peso, teremos 4 153 609 152g de filtros/ano, ou seja, mais de 4 toneladas de lixo/ano produzidas apenas com o consumo de cigarro no município de Porto Alegre!

Levando-se em conta que o filtro do cigarro leva 5 anos para se decompor, a população de Porto Alegre tem que conviver com 20 toneladas de filtros de cigarro sempre, pois assim que certa quantidade de filtros atinge 5 anos e se decompõe, certamente já haverão outros filtros a levarem seus cinco anos até a decomposição.

Para representar através da robótica nossas pesquisas e explorações matemáticas, construímos a Esteira Seletora.

Juntamente com a montagem e a programação, fizemos uma simulação do que seria a função da pessoa que seleciona os resíduos e de como isso poderia ser feito automaticamente pela esteira.

Ainda dentro do projeto, visando à construção da apresentação para o Campeonato de Robótica Educacional, foram analisadas as formas mais comuns de utilização de energia encontradas no CEA (o CEA foi escolhido como um representante da comunidade). A conclusão foi que a energia mais utilizada é a elétrica, em iluminação, computadores, projetores multimídia, ar condicionado, etc. Foram analisadas as formas de utilização das diferentes energias e o que se pode fazer, na prática, para contribuir para a utilização racional da energia:

- Deixar avisos junto às tomadas, lembrando as pessoas de apagarem as luzes ao saírem de um ambiente;

---

<sup>23</sup> Para maiores informações sobre o censo, consulte [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13\\_1.shtm&paginaatual=1&uf=43&letra=P](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=43&letra=P)

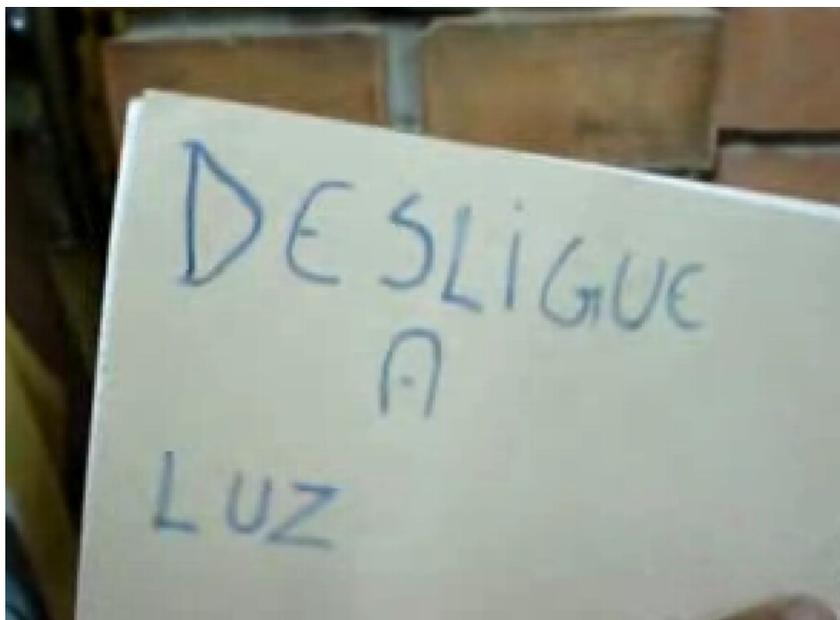


Figura 33 – Aviso de desligar a luz

- Abrir a geladeira apenas quando necessário;
- Não guardar alimentos quentes na geladeira;
- Manter a borracha da geladeira em bom estado;
- Colocar a geladeira em um local bem ventilado e protegida da luz do sol;
- Evitar banhos demorados;
- Deixar a luz do sol iluminar os ambientes quando viável;
- Usar lâmpadas fluorescentes, que são mais econômicas;
- Manter as lâmpadas limpas;
- Utilizar, se possível, energias alternativas, como a solar.

Foi elaborado um panfleto com as ações práticas que cada um pode fazer, na sua casa, para economizar energia. Este panfleto foi distribuído, em um mutirão dos alunos, para a comunidade do bairro Bom Jesus.



Figura 34 – Alunos distribuindo panfletos na comunidade



Figura 35 – Aluna entregando o panfleto em uma casa

A pesquisa culminou com a construção de um fogão solar, com materiais reciclados. Mais uma vez, estando em um Cenário Investigativo com Referências à Realidade, foi utilizada a reportagem do jornal Zero Hora, do dia 28 de fevereiro de 2008, que ensinava a construir o referido fogão. Os alunos realizaram a construção e testaram seu funcionamento,

aquecendo água para o chimarrão, que foi degustado e aprovado por colegas e professores.



Figura 36 – Água para chimarrão sendo aquecida no fogão solar

Em seguida, algumas pessoas da comunidade (pais, irmão e demais parentes dos alunos) foram convidadas a aprender a construir o fogão com os componentes da equipe. Para finalizar, os alunos da equipe foram a algumas casas na comunidade ensinar como se constrói e utiliza o fogão solar.



Figura 37 – Testando o fogão solar em uma casa da comunidade

Como conclusão do trabalho, os alunos analisaram as vantagens e as desvantagens do fogão solar:

- Vantagens: Não gasta gás, não polui e é mais barato.
- Desvantagens: Só pode ser usado quando tem sol e demora a aquecer.



Figura 38 – Aluno pesquisando sobre Aquecimento Global

Uma outra atividade que envolve aspectos de dos diferentes ambientes de aprendizagem surgiu espontaneamente na turma C32 do ano de 2008. Um dos alunos da turma havia ficado paraplégico no ano anterior, ao levar um tiro acidental na coluna cervical, no interior de sua própria casa.

Este aluno sempre foi muito bem querido em sua turma e podiam-se perceber muitas manifestações de solidariedade para com ele. A sala onde se realizava o trabalho com a robótica localiza-se no segundo andar da escola e nossa escola não possui acessibilidade para portadores de necessidade especiais. Mas sempre havia colegas dispostos a carregá-lo

em sua cadeira, ou mesmo no colo. Inicialmente, ele mostrou-se pouco á vontade com sua nova condição física e com a dependência em relação aos colegas. Porém, por fim rendeu-se ao carinho que os colegas demonstravam por ele.

Pois o grupo em que o aluno participava resolveu, em uma das aulas, construir uma cadeira de rodas. A construção foi realizada com base na revista Lego Zoom Roxa, número 4. Mais uma vez, a oportunidade dos alunos terem a autonomia de escolher qual montagem gostariam de realizar foi essencial para que o grupo mostrasse como este colega era importante para eles. No final da montagem, o aluno manifestou o desejo de que sua cadeira de rodas fosse exatamente do modelo daquela construída pelos colegas!

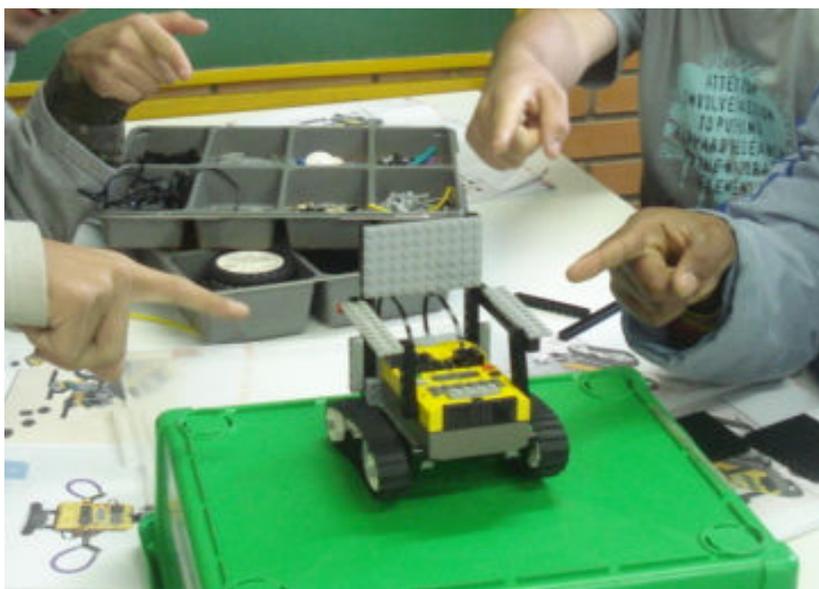


Figura 38 – Grupo apresentando a cadeira de rodas

A situação que aconteceu nesta turma me lembrou uma reportagem do jornal "Diário do Grande ABC", do dia 19/10/2005. Um grupo de alunos de uma escola de São Bernardo projetou um balanço especial para ser utilizado por crianças que precisassem se movimentar em cadeiras de rodas. O projeto foi realizado com peças Lego e, posteriormente, foi construído no parquinho da escola, para que fosse usado por alunos com deficiência.

## 5.4 Investigação: O que acontece se...?

Nota-se que a base para o ambiente tipo (2), Cenário para Investigação referente à Matemática Pura, se desenvolver são os questionamentos. Não apenas interrogações, como comumente acompanhamos nas aulas de matemática:

Quanto dá  $x + y$ ?

Quais são as raízes da função?

Qual o perímetro da figura?

Por que digo que essas perguntas são apenas interrogações, e não questões? Porque questões estão ligadas a um problema a ser resolvido. Algo que pressuponha levar a pessoa a levantar hipóteses e testá-las, discutir possibilidades, argumentar quanto à validade de suas proposições, chegar à determinada conclusão, mesmo sem ter a certeza de que ela está correta. É estar pronto e aberto ao acerto e também ao erro. Ao desamparo e, muitas vezes, ao desânimo e ao fracasso. Mas também, algumas vezes, à vitória. E isso implica expor-se. E expor-se, principalmente à incerteza, é algo que a maioria das pessoas não deseja para si.

Mas o desafio não é apenas fugir de ou ignorar as incertezas. É enfrentá-las. Sair de uma chamada "zona de conforto", que muitas vezes é o porto seguro dos professores, onde eles mantêm sua autoridade intacta, para uma "zona de risco", onde o passo seguinte pode ser desconhecido para todos, inclusive para o professor. É encarar situações que muitas vezes não foram previstas no planejamento.

Os professores pensam, muitas vezes, estar trabalhando em um cenário investigativo, por exemplo, ao utilizarem recursos de informática. Uma das razões para essa crença é que "(...) o computador não é simplesmente um instrumento que estende nossa maneira de pensar; em vez disso, (...) os computadores reorganizam nosso pensamento."

(SKOVSMOSE, 2008, p. 37) E a idéia de reorganização é fortemente ligada à idéia de “zona de risco”.

Todavia, os professores podem tentar eliminar o risco e voltar à “zona de conforto”, guiando os passos de seus alunos através de uma seqüência de exercícios. Por exemplo, ao invés de permitir aos alunos que explorem determinado programa computacional, ou mesmo certa atividade escrita, como a tabela numérica da figura 26, o professor pode especificar detalhadamente cada passo a ser tomado: “Primeiro, vocês devem fazer isso... Todos fizeram? Ok. Agora, vocês devem fazer aquilo...”

Agindo dessa maneira, o professor pode acompanhar cada um de seus alunos operando os passos e, assim, prever a ocorrência de novos eventos e desafios. Certamente, dessa forma ele irá diminuir a possibilidade de precisar encarar incertezas, assim como seus alunos não precisarão encarar eventuais dúvidas e fracassos. Porém, também poderão ambos, professor e aluno, perder muitas oportunidades de aprendizagem.

Qualquer ambiente que pressupõe investigação é cercado por desafios, tanto para o professor quanto para o aluno. A saída não é fugir desses desafios, tentando retornar à “zona de conforto” e ao paradigma do exercício, com suas respostas exatas, mas desenvolver habilidades para atuar no novo ambiente.

Uma forma de fazer isso é alunos e professores desenvolverem a capacidade de intervir em cooperação dentro da zona de risco, “fazendo dessa uma atividade produtiva e não uma experiência ameaçadora” (SKOVSMOSE, 2008, p. 37). Isto significa, por exemplo, que professores e alunos aceitam e, mais do que isso, buscam o desafio das questões do tipo “o que acontece se...?”, que podem levar a investigação a um território desconhecido.

Parece correto afirmar que trabalhar na zona de conforto é muito menos trabalhoso, muitas vezes, para o professor do que enfrentar a zona de risco. Por que então se preocupar em encará-la? Por que não apenas permanecer na comodidade da matemática tradicional?

Para Cobb e Yackel (apud SKOVSMOSE, 2008, p. 37) um dos objetivos explícitos para se estabelecer uma nova tradição da matemática investigativa em contraste com a matemática tradicional refere-se à "autonomia intelectual". A autonomia intelectual tem como característica a disposição dos alunos para recorrer às suas próprias capacidades intelectuais quando envolvidos em decisões e julgamentos matemáticos. Ela está associada a atividades de exploração e explicação, como vemos nos cenários para investigação.

Uma atividade com a robótica, desenvolvida durante as aulas de matemática, parece ilustrar esse conceito de autonomia intelectual.

## **5.5 Robótica e Autonomia Intelectual**

Inicialmente, os grupos montavam os mais variados protótipos, de maneira a se familiarizar com os diferentes componentes do kit e a função de cada um deles. A seguir, os alunos eram introduzidos à linguagem do programa Robolab, para aprender os procedimentos básicos da programação – iniciar a programação, ligar motores à frente e de ré, determinar o tempo do movimento, apenas em valores inteiros de 2, 4, 6, 8 e 10 segundos, desligar os motores e encerrar a programação, entre outros comandos.

Após essa introdução, uma das primeiras atividades que desenvolvi com as turmas participantes do projeto foi a montagem do *buggy* e sua programação.



Figura 40 – Aluno apresentado o *buggy* da sua equipe



Figura 41 – Alunos com os *buggies* prontos para a competição

Após todas as equipes estarem com o protótipo completo e funcionando, foi realizada uma competição, na qual todos os *buggies*

ficavam alinhados na linha de partida e vencia aquele que chegasse mais próximo da linha de chegada, sem ultrapassá-la. Atentemos para o fato de que não era importante ser o *mais rápido*, e sim chegar *mais próximo*, independentemente do tempo que isso fosse levar.

Cada equipe programou com muita dedicação seu *buggy* e algumas observações interessantes aconteceram durante a aula.

Inicialmente, a estimativa temporal que usaram foi muito maior do que o tempo necessário. A maioria das equipes colocou valores entre 6 e 10 segundos, o que levava o *buggy* muito além da linha de chegada. Os alunos ficaram extremamente surpresos em como o tempo considerado por eles como “pequeno” poderia, nessa atividade, ser muito maior do que o necessário.

Após várias tentativas, uma das equipes constatou que ao usar o tempo de 5 segundos o *buggy* ultrapassava muito pouco a linha de chegada. Ao diminuir o tempo para 4 segundos, o *buggy* ficava longe da marca final, fazendo com que as outras equipes pudessem levar vantagem. Como resolver o problema? Como representar um número entre 4 e 5? A resposta veio através de uma sugestão, ainda que em forma de questionamento, dos próprios componentes da equipe:

- Dá para usar número com vírgula?

O mais interessante foi o tom de dúvida e incredulidade que acompanhou a pergunta, como se números decimais não tivessem relação alguma com o trabalho que estavam desenvolvendo. A primeira tentativa, ao usarem decimais, foi 4,5 segundos, mas os próprios alunos perceberam que poderiam refinar esse valor, chegando assim inclusive a números com mais de uma casa decimal.

Percebe-se que a estratégia utilizada pelos alunos para realizar a programação é de “tentativa e erro”. É uma forma mais demorada de encontrar os resultados esperados, mas ao mesmo tempo permite que os

alunos analisem as diferentes possibilidades de programação e testem hipóteses. Como afirmam Basso et al.:

Tal uso do recurso computacional se apresentou como um importante instrumento de criação e transformação de conhecimentos, indo na contra-mão da utilização dos computadores apenas como fontes de armazenamento de informação. Este tipo de atividade fez com que os alunos demonstrassem e apresentassem suas maneira de pensar sobre os problemas na medida em que foram criadas condições, pelo próprio uso do programa, que os fizessem pensar sobre as estratégias necessárias para resolver os problemas com os quais se depararam. (2005, p. 9)

Imagina-se que alunos no 9º ano de escolaridade já tenham tido contato com diferentes contextos e situações onde o uso de números decimais seja necessário. Porém, pela dúvida que manifestaram nessa atividade, podemos supor que eles ainda não têm segurança acerca das possibilidades de uso dos decimais. Sei, por exemplo, que eles realizam corretamente operações básicas com decimais, via algoritmo, ou então colocam decimais em ordem crescente. Mas não percebo que, para eles, esses números e essas atividades tenham algum *significado*. Mas ficou claro para mim, a partir do diálogo dos alunos, que essa simples atividade de Robótica fez com que eles reconhecessem a necessidade dos decimais para resolver o problema. Temos aí uma questão de produção de significados.

Outra observação importante foi feita por uma outra equipe na mesma atividade. O grupo programou o protótipo e, no treino final, o *buggy* desta equipe terminou exatamente sobre a linha. Vibração. *É campeão!* foi o coro do grupo, mesmo antes da apresentação final.

Pouco tempo depois, todos os *buggies* alinhados na linha de partida... Surpresa! O protótipo da equipe ficou muito atrás da linha de

chegada. Mas como? Revisaram a programação. Tudo OK. Conferiram se as peças estavam bem encaixadas. Novamente OK. As outras equipes, que haviam assistido ao treino e ao sucesso, também queriam saber o que dera errado. Mais hipóteses... Será a bateria? Mas era nova e estava só com aquela aula de uso... Será que alguma coisa trancou a roda? Não, tudo funcionando perfeitamente. E por que o sucesso não se repetiu???

Todos queriam saber. Era a única equipe que havia conseguido chegar exatamente sobre a linha de chegada no treino. E na hora H, perdeu feio. Em que erraram?

Depois de muito discutir e não chegar a nenhuma conclusão, a aluna que havia ficado responsável por colocar o *buggy* em funcionamento, tanto no treino quanto na competição, lembrou-se de que, no treino final, o *buggy* havia sido posicionado no extremo direito da linha de partida, enquanto que, na competição, a partida havia sido dada com o *buggy* posicionado ao centro da linha. Será que isso faz diferença? Mais testes...

Sim, ao retornar o *buggy* para a posição original do treinamento, o protótipo concluiu com perfeição a programação criada e chegou exatamente sobre a linha, como esperado. Repetiram-se os testes e confirmou-se que, dependendo de onde o *buggy* partia, a mesma programação poderia ter resultados diferentes. Todas as outras equipes quiseram conferir se isso também acontecia com suas montagens.

Mas por que isso acontece? A programação sendo a mesma não deveria gerar um único resultado, independentemente do ponto de partida do protótipo?

Os alunos elaboraram duas hipóteses para essas divergências de resultados. Pode ser algum desnível no chão. Ou, quem sabe, um *parquet*, mais áspero que os outros, segurara levemente as rodas da montagem, atrasando-a. Concluímos que ambas as hipóteses poderiam ser verdadeiras, e a conversa avançou para alguns conceitos de física, como atrito.

Analizamos os diferentes tipos de pneus disponíveis para as montagens e tentamos classificar aqueles que seriam mais indicados para superfícies com maior atrito e aqueles que se adaptariam melhor em superfícies mais lisas. Analizamos também a necessidade das esteiras. Para que elas seriam mais indicadas?

Vimos que, quando se queria velocidade, as esteiras não eram a melhor opção. Mas caso a pista a ser percorrida tivesse lombadas, as esteiras ofereciam à montagem maior facilidade em subi-las. Esta discussão, aparentemente simples, foi bastante importante, pois caso os alunos quisessem um *buggy* para diferentes situações, teriam informações suficientes para escolher qual dos materiais disponíveis era o melhor para usarem como rodas, de modo que a montagem atingisse os objetivos desejados.

É interessante comentar que não era uma regra que o *buggy* andasse só para a frente, a programação poderia ser elaborada como a equipe achasse melhor. Porém, a idéia de chegar primeiro ainda permanecia fortemente presente em todas as equipes, fazendo com que elas procurassem diminuir o tempo. Inclusive, os alunos já haviam trabalhado com a potência dos motores e poderiam testar uma potência menor para seus carrinhos de maneira que se ajustasse aos tempos disponíveis. Porém, nenhuma equipe procurou testar isso, não sei se por esquecimento ou propositalmente, pois diminuindo a potência do motor iriam atrasar seu carrinho em relação aos outros.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

### **6.1 Robótica e Conceitos Matemáticos**

As experiências selecionadas para serem apresentadas e discutidas neste estudo representam apenas uma gota no oceano de possibilidades do trabalho com robótica em aulas de matemática.

Várias outras atividades com robótica mostraram-se apropriadas para desenvolver e aprofundar diversos conceitos matemáticos. Mas uma coisa todas elas têm em comum: para estarem abertas às diferentes possibilidades de aprendizagens, apresentaram-se sempre como Cenários de Investigação.

Uma delas foi a própria solicitação para que os alunos desenhassem seus projetos. Nos desenhos realizados pelos alunos e mostrados nesse trabalho fica evidente o cuidado com que foram pensadas a relação luz/sombra e profundidade. O recurso do claro/escuro/degradê mostra a intenção do desenhista: revelar o volume, bem como a sombra da iluminação sobre o objeto.

Com a montagem de um carrinho com dois motores independentes, cada um acionando uma das rodas traseiras, estudamos o movimento de rotação: o que é, como funciona, como fazer com que o carrinho gire. A partir daí, estudamos ângulos: o que são, o que significa o carrinho fazer um giro de 90 graus, 180 graus, 360 graus, o significado de ângulo reto, raso, nulo e a circunferência.

A partir do movimento do carrinho, analisamos trajetória, medimos distâncias, calculamos tempo. Construimos, comparamos e analisamos tabelas e gráficos. Programamos o carrinho para realizar os mais variados deslocamentos, com diferentes potências de motor, e calculamos a velocidade do carrinho para cada potência e cada percurso.

Com a construção de uma balança de pratos, trabalhamos com a idéia de equilíbrio, construímos e resolvemos equações. Estabelecemos, também, relações entre as peças, de modo a poder comparar as massas de cada uma. Por exemplo, fizemos uma tabela onde a massa de cada peça maior (pneu, motor, roda) era medida a partir de uma unidade escolhida pelo grupo, como por exemplo, um bloco 2x1. A partir daí, determinávamos quantos desses blocos eram necessários para equilibrar a balança com cada um dos objetos maiores usados. Como cada grupo tinha liberdade de escolher a unidade de medida que quisesse, foi possível observar que cada unidade escolhida acabava por gerar um resultado diferente para a medida, mas que a proporção se mantinha. O objeto mais pesado permanecia classificado assim independentemente da unidade utilizada.

Trabalhamos, ainda, com algumas construções de alavancas e as diferentes combinações possíveis entre força-peso-apoio:

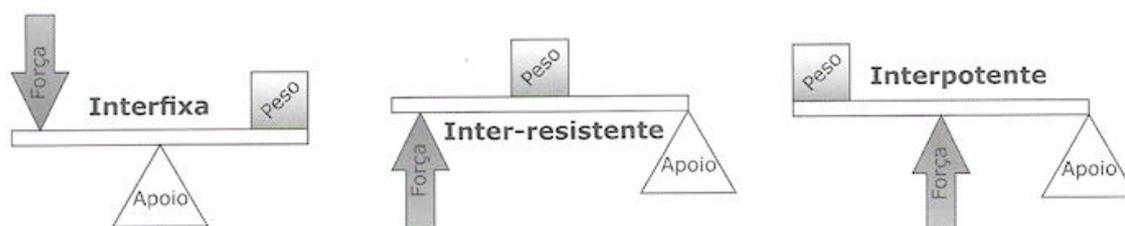


Figura 42 – Relações força-peso-apoio

Nosso foco, aqui, não foi gravar os nomes ou a parte mais técnica referente às alavancas, mas entender como cada uma funciona, onde podemos encontrá-las e quais as situações em que cada uma delas é mais apropriada. Este sempre foi o objetivo a ser alcançado em todos os trabalhos com a robótica que realizamos em nossas aulas de Matemática.

## 6.2 Algumas Repercussões do Trabalho com Robótica

Meu trabalho com a robótica nas aulas de matemática ainda é bastante recente, porém algumas repercussões já ficam evidenciadas nas atitudes dos alunos envolvidos no projeto e nos depoimentos de professores e funcionários. Uma situação que explicita bem uma dessas repercussões diz respeito à turma C32, cuja experiência em resolver o conflito na organização dos grupos mencionei anteriormente.

Certo dia, ao terminarem a construção de seus protótipos, os alunos ficaram eufóricos com os resultados. Não satisfeitos em mostrar suas construções apenas aos colegas dos outros grupos, perguntaram se podiam levar os robôs para serem mostrados à direção.

A turma era considerada extremamente desmotivada e desinteressada. Quando os alunos tinham a oportunidade de sair de sala de aula – durante trocas de períodos, aulas de educação física, entradas e saídas da escola, etc. –, sempre eram vistos gritando ou correndo pelos corredores, brigando ou incomodando outras turmas.

Portanto, fiquei um pouco preocupada em concordar com sua saída maciça de sala de aula - TODOS os grupos queriam mostrar seu trabalho. Mas ao observar a animação e o orgulho de meus alunos não pude deixar de concordar com seu pedido. E lá saíram eles a mostrar suas obras. Mostraram não apenas à direção e coordenação, mas também aos demais funcionários, professores que encontravam pelo caminho, alunos que estavam no pátio, entre outros. Pela primeira vez, ao baterem nas portas das outras turmas, não corriam para se esconder no momento em que o professor abrisse a porta, mas aguardavam com um grande sorriso de satisfação a expressão de surpresa de todos que admiravam suas construções. Voltaram para a aula mais animados do que nunca, e sua única tristeza se deu no momento de desmontarem os robôs, pois parecia

que nesse pequeno espaço de tempo já haviam criado vínculos afetivos com os mesmos.

No mesmo dia, ao ir devolver a chave do Laboratório de Informática à secretária, a secretária fez grandes elogios às montagens que os alunos levaram para mostrar. Mas o mais marcante foi sua pergunta final:

- Escuta, essa não era aquela turma terrível?

Terrível aqui no sentido de bagunceira. E mais: “bagunça” não produtiva.

Sim, era o que quase todos achavam. *Era.*

### **6.3 Falas de Outros Personagens**

Depois de meu início de trabalho com a robótica na EMEF José Mariano Beck e com as primeiras repercussões positivas que o trabalho apresentou, alguns outros professores se interessaram pelo projeto.

Uma das professoras que imediatamente manifestou interesse foi minha colega de escola, Luciana Chaves Kroth Tadewald, professora que trabalha com o segundo ciclo (4º, 5º e 6º anos de escolaridade) do Ensino Fundamental e coleciona várias conquistas desde que iniciou a utilização da robótica em suas aulas. A seguir, ela descreve suas motivações e suas conclusões a respeito do trabalho com a robótica em nossa escola:

*Vivenciamos uma época de crise e de transformações. Nossas referências alteram-se rapidamente, inseridas em um mundo informatizado, midiático e globalizado. Convivemos em um mundo repleto de paradoxos, onde temos alimentos em abundância e fome, capital e pobreza, o aceito e o excluído. A escola também está pautada por contradições, sendo que inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas apontando para a necessidade de reflexão e de reestruturação, pois o objetivo maior da educação, a aprendizagem, não está sendo atingido,*

*conforme comprovam inúmeras avaliações externas a que alunos brasileiros de todas as classes sociais vêm sendo submetidos. Por conta disso, percebemos alunos desmotivados, fracassos escolares, evasões, professores insatisfeitos, indisciplina...*

*Frente à crise, busca-se construir metodologias eficientes que possibilitem a alunos e professores a atuar com eficiência e criatividade em seu contexto social. Sendo ou não uma mudança radical, toda crise de paradigma é cercada de muita incerteza, mas também de muita liberdade e de ousadia para buscar outras alternativas.*

*Entre os teóricos que refletem sobre a educação, citamos Zabala (2002) que afirma que se desejamos sujeitos comprometidos com a melhoria da sociedade, precisamos educar para a complexidade. Para o autor, os alunos mobilizam-se para chegar a um conhecimento de um tema que lhes interessa, para resolver alguns problemas do meio social ou natural que lhes são questionados, ou para realizar alguma construção.*

*Aprender deixa de ser um simples ato de memorização e ensinar não significa mais repassar conteúdos prontos. Nessa, postura todo conhecimento é construído em estreita relação com o contexto em que é utilizado, sendo, por isso mesmo, impossível separar os aspectos cognitivos, emocionais e sociais presentes nesse processo. Nessa perspectiva, na EMEF José Mariano Beck, localizada na Vila Pinto (Bairro Bom Jesus), a robótica educacional vem constituir-se em uma poderosa arma de inclusão e de criação de um espaço escolar vivo de interações. Ao participar do projeto, os alunos e os professores estão envolvidos em uma experiência educativa em que o processo de construção de conhecimento está integrado às práticas vividas. O envolvimento de todos os participantes é uma característica-chave do trabalho, o que pressupõe um objetivo que dá unidade e sentido às várias atividades, bem como um produto final que pode assumir formas muito variadas, mas procura responder ao objetivo inicial e reflete o trabalho realizado. Todos são co-responsáveis pelo trabalho e pelas escolhas ao longo do desenvolvimento do projeto. O trabalho em equipe proporciona que*

*cooperação esteja também associada ao trabalho. Portanto, a robótica educacional permite que professores e alunos tornem-se protagonistas do processo de aprendizagem: planejando, pesquisando, elaborando, comparando, reelaborando, decidindo, atuando e avaliando.*

*Para nós, essa experiência confirma que alunos oriundos de classes menos privilegiadas aprendem tanto quanto os alunos de escolas particulares; que metodologias desafiadoras proporcionam aprendizagens significativas e que sementes poderosas de confiança foram depositadas nas mentes e corações de todos os alunos da rede que participam das aulas de robótica. Certamente, continuaremos plantando sonhos e colhendo aprendizagens!*

Complementando o depoimento da professora Luciana, algumas palavras de um de nossos alunos, participante do projeto desde o início, em 2007: *"A robótica mudou a minha vida (...). A Escola José Mariano Beck representa tudo para mim, se eu não tivesse estudando aqui eu não teria realizado o meu sonho, que era ir para São Paulo (participar do campeonato nacional de robótica<sup>24</sup>)"*.

O depoimento, apresentado por escrito, faz coro a comentários orais de vários outros alunos de nossa escola envolvidos no projeto. Parece que não foi apenas a mim – ou a nós, professores – que a experiência com a robótica tocou profundamente.

#### **6.4 Cenas dos Próximos Capítulos?**

Esta pesquisa não se encerra aqui. Creio que aqui se encerre um capítulo dela, inicial, introdutório, que talvez dê uma idéia do que pode estar por vir, das possibilidades futuras.

---

<sup>24</sup> Comentário entre parênteses acrescentado por mim

Talvez ela sirva de estímulo para que outros professores de Matemática (e/ou de outras áreas) se interessem por experimentar a robótica como recurso em suas aulas.

Talvez, algum professor fique motivado a, a partir daqui, escrever as cenas de seu próprio roteiro de experiências.

Talvez, talvez, talvez...

A maioria dos dicionários define talvez como incerteza, dúvida. Essas palavras, para algumas pessoas, podem gerar certo desconforto. Por isso, eu prefiro optar por aquelas definições que escolhem o termo *possibilidade*.

Para mim, a possibilidade é concreta. O trabalho com robótica em minha escola continua a todo vapor, procurando oferecer oportunidades para que outros Cenários Investigativos se desenvolvam.



Figura 43 – Alunos apresentando o projeto do grupo

Nossa escola resolveu, neste ano de 2009, dada a semelhança entre os temas, relacionar o projeto de trabalho para o Campeonato de Robótica FLL<sup>25</sup> (Conexões Climáticas) à Conferência Nacional do Meio Ambiente<sup>26</sup> (Enfrentamento das mudanças globais do clima).

---

<sup>25</sup> Maiores informações <http://www.brfirst.org/hotsite/pt/fll>

## **7 Convite a outros Professores**

---

### **7.1 Sugestões de Atividades**

A seguir estão descritas algumas das atividades realizadas em minhas aulas de Matemática utilizando recursos robóticos. Como a maioria das escolas não possui os kits Lego Mindstorms, as atividades foram reorganizadas de forma a se tornarem possíveis de serem realizadas com diferentes recursos robóticos. Para sugestões de materiais alternativos, consulte o trabalho de PROL, intitulado "Diferentes materiais para uso na robótica educacional: A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades"<sup>27</sup> ou o trabalho de CÉSAR, intitulado "Robótica Livre: Robótica Educacional com Tecnologias Livres"<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> Maiores informações

<http://www.mma.gov.br/cnma/conferencia/index.php?ido=principal.index&idEstrutura=116>

<sup>27</sup> Disponível em <http://www.educacional.com.br/downloadlivros/livro1/Tomo5b.pdf>

<sup>28</sup> Disponível em

[http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica\\_livre/artigos/artigo\\_fisl\\_2005\\_pt\\_final.pdf](http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica_livre/artigos/artigo_fisl_2005_pt_final.pdf)

## 1) Calculando Velocidade (1ª versão)

- Construir um carrinho com apenas um motor;
- Programar o carrinho de forma que ele ande para frente, com o motor em potência 5, durante 5 segundos e pare;
- Posicionar o carrinho em uma marcação previamente estabelecida como ponto de partida;
- Pôr o carrinho em movimento;
- Com a fita métrica, medir a distância que o carrinho percorreu;
- Anotar o resultado na planilha fornecida pelo professor;
- Refazer a programação, alterando a potência do motor para 4, 3, 2, 1. Não modificar o tempo.
- Refazer as medições e a anotação da distância percorrida, para cada uma das potências utilizadas.
- Calcular a velocidade que cada potência proporciona ao carrinho, utilizando a relação  $Velocidade = \frac{Distância}{Tempo}$ .

Modelo de Planilha:

<b>Potência utilizada</b>	<b>Distância medida</b>	<b>Cálculo da velocidade</b>
5		
4		
3		
2		
1		

## 2) Calculando Velocidade (2ª versão)

- Utilizar o mesmo carrinho construído na atividade anterior;
- Programar o carrinho de forma que ele ande para frente, com o motor em potência 5, até chegar em uma linha previamente marcada a 5 metros de distância do ponto de partida, e pare;
- Verificar, na programação, qual foi o tempo necessário para que o carrinho atingisse exatamente o ponto de chegada;
- Anotar o resultado na planilha fornecida pelo professor;
- Refazer a programação, alterando a potência do motor para 4, 3, 2, 1. Modificar a quantidade de tempo necessária para que o carrinho alcance o ponto de chegada. Não modificar a posição da linha de partida e da linha de chegada;
- Anotar cada um dos tempos utilizados na programação.
- Calcular a velocidade que cada potência proporciona ao carrinho, utilizando a relação  $Velocidade = \frac{Distância}{Tempo}$ .

Modelo de Planilha:

<b>Potência utilizada</b>	<b>Tempo necessário</b>	<b>Cálculo da velocidade</b>
5		
4		
3		
2		
1		

### 3) Reversibilidade

- Construir um carrinho com um ou dois motores;
- Desenhar uma linha de partida sobre uma superfície plana;
- Programar o carrinho para que ande para frente, por cinco segundos e pare.
- Complementar a programação de modo que o carrinho volte para o ponto de partida de forma automática.
- Discutir com os alunos a idéia de que, para voltar para o ponto de partida, a programação precisa ser “desfeita”, ou seja, deve ser realizada “de trás para frente”.

#### 4) Programando Curvas

- Construir um carrinho com dois motores, de forma que cada motor controle uma das rodas traseiras.
- Programar o carrinho para que ande para frente por 5 segundos, pare por 1 segundo e ande para frente novamente por mais 3 segundos. Para realiza esse movimento completo, eles precisarão programar os dois motores para frente nas duas etapas;
- Pedir aos alunos que descubram como devem programar o carrinho para que ele faça curvas (a princípio, os alunos acham que existe um ícone na programação que orienta o carrinho para curvas).
- Se não aparecer a solução, pedir que eles modifiquem a programação do carrinho de modo a manter um dos motores para frente e o outro para trás. O resultado será um movimento circular.
- Pedir aos alunos que analisem o movimento resultante e tentem adaptar esse giro para que o carrinho faça uma curva.
- A conclusão a ser chegada é que, para fazer uma curva o carrinho tem que parar um de seus motores, por alguns segundos, enquanto o outro continua funcionando.

## 5) Construindo Gráfico de Movimento

- Utilizando um carrinho, programar o movimento da seguinte maneira. Para cada programação, utilizar uma das 5 memórias do RCX.
  - Para frente, em potência 5, durante 3 segundos. Parada total.
  - Para frente, em potência 4, durante 3 segundos. Parada total.
  - Para frente, em potência 3, durante 3 segundos. Parada total.
  - Para frente, em potência 2, durante 3 segundos. Parada total.
  - Para frente, em potência 1, durante 3 segundos. Parada total.

Quando o carrinho fizer a primeira parada, marcar o ponto como ponto 1 e anotar a distância percorrida desde o ponto de saída até o ponto 1. Em seguida, do ponto onde o carrinho se encontra, acionar a programação seguinte. Onde ele parar, marcar como ponto 2 e anotar a distância percorrida do ponto 1 ao ponto 2. Repetir o procedimento para todas as demais programações.
- Com os resultados das distâncias, construir um gráfico onde no eixo x fique localizado o tempo (de 3 em 3 segundos) e no eixo y fiquem localizadas as distâncias percorridas.
- Marcar os pontos correspondentes a cada uma das medições. Ligar os pontos, formando um gráfico de linha.

## BIBLIOGRAFIA

---

- BASSO, M. V. A., FAGUNDES, C. A. N., POMPERMAYER, E. M., JARDIM, R. F.. Aprendendo Matemática com Robótica. *Novas Tecnologias na Educação - CINTED-UFRGS: V.3, Número 2, Novembro, 2005.* Disponível em: [http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a15\\_robotica.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a15_robotica.pdf)
- BONJORNIO, José Roberto, BONJORNIO, Regina Azenha, OLIVARES, Ayrton. *Matemática: fazendo a diferença. 8ª série.* São Paulo: FTD, 2006.
- BONDÍA, Jorge Larrosa. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação, jan/fev/mar/abr, n.19, 2002.*
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental.* Brasília: MEC / SEF, 1998. 148 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>
- CASTILHO, Maria Inês. *Robótica na Educação: Com que objetivos? 2002* Disponível em <http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php>
- CYR, Martha N. *Robolab – Guia introdutório.* São Caetano do Sul. Edacom Tecnologia, 2000.
- D'ABREU, V. V. J., *Design de Dispositivos: uma Abordagem Interdisciplinar.* Anais do VII Congresso Internacional Logo / I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre, UFRGS, 1995. Disponível em: <http://74.125.47.132/search?q=cache:LGiZKFqvnGUJ:ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200352151943Design%2520de%2520Dispositivos.pdf+Design+de+Dispositivos:+uma+Abordagem+Interdisciplinar+abreu&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br>
- FAGUNDES, L., MAÇADA, D. e SATO, L. (1999) *Aprendizes do Futuro: As inovações já começaram.* MEC/SEED/Proinfo.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido.* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.
- LEGO Educational Division - *Mindstorms for Schools.* Disponível em: <http://www.lego.com/education/mindstorms/>
- PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PARNET, Claire. Q de questão. In: *O abecedário de Gilles Deleuze.* Texto digitado. Tradução de Tomaz T. Da Silva. 2005.
- PONTE, João Pedro da (1994). *O Desenvolvimento Profissional do Professor de Matemática.* *Revista Educação e Matemática, Nº 31, pp. 9-12 e 20.* Disponível em: [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(Educ&Mat\).doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(Educ&Mat).doc)

PONTE, J. P., Oliveira, H., Brunheira, L., Varandas, J. M., & Ferreira, C. (1999). O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. *Quadrante*, 7(2), 41. Disponível em:

[http://ia.fc.ul.pt/textos/98%20Ponte%20etc%20\(Quadrante-MPT\).pdf](http://ia.fc.ul.pt/textos/98%20Ponte%20etc%20(Quadrante-MPT).pdf)

PONTE, J. P., Ferreira, C., Varandas, J. M., Brunheira, L., Oliveira, H. (1999). A relação professor-aluno na realização de investigações matemáticas. Lisboa: APM. Disponível em:

[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jvarandas/seminarioeducacao/textosdl/%2099%20Ponte-etc\(Relacao%20prof.doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jvarandas/seminarioeducacao/textosdl/%2099%20Ponte-etc(Relacao%20prof.doc)

SARAIVA, M., & PONTE, J. P. (2003). O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. *Quadrante*, 12(2), 25-52.

SERRAZINA, Lurdes (1999). Reflexão, Conhecimento e Práticas Letivas Em Matemática Num Contexto De Reforma Curricular No 1º Ciclo. *Quadrante*, 8(1-2), 139-168. Disponível Em:

<http://Www.Educ.Fc.Ul.Pt/Docentes/Jponte/Docs-Outros/99-Serrazina.Doc>

SKOVSMOSE, Ole. *Educação matemática crítica: A questão da democracia*. Coleção Perspectivas em Educação Matemática. Campinas, SP: Papyrus, 2001.

\_\_\_\_\_. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica* Trad. Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa. Coleção Perspectivas em Educação Matemática. Campinas, SP: Papyrus, 2008

VALENTE, J.A. e CANHETTE C.C. LEGO-LOGO explorando o conceito de design. In J.A. Valente, (org.) *Computadores e Conhecimento repensando a educação*. Campinas: NIED – UNICAMP, 1993. Disponível em <http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep4.pdf>

ZILLI, Silvana do Rocio. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.