

A Matemática na Escola

NOVOS CONTEÚDOS, NOVAS ABORDAGENS

Elisabete Zardo Búrigo

Maria Alice Gravina

Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Vera Clotilde Vanzetto Garcia

Organizadores

EAD
SÉRIE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA


UFRGS
SEAD
Educação a Distância


UFRGS
EDITORA

A Matemática na Escola



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL

Reitor

Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor e Pró-Reitor
de Coordenação Acadêmica

Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação

Aldo Bolten Lucion

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
A DISTÂNCIA

Secretário

Sérgio Roberto Kieling Franco

Vice-Secretário

Silvestre Novak

Comitê Editorial

Lovois de Andrade Miguel

Mára Lúcia Fernandes Carneiro

Silvestre Novak

Sílvio Luiz Souza Cunha

Sérgio Roberto Kieling Franco,
Presidente

EDITORA DA UFRGS

Diretora

Sara Viola Rodrigues

Conselho Editorial

Alexandre Santos

Ana Lúgia Lia de Paula Ramos

Carlos Alberto Steil

Cornelia Eckert

Maria do Rocio Fontoura Teixeira

Rejane Maria Ribeiro Teixeira

Rosa Nívea Pedroso

Sergio Schneider

Susana Cardoso

Tania Mara Galli Fonseca

Valéria N. Oliveira Monaretto

Sara Viola Rodrigues, presidente



UNIVERSIDADE
ABERTA DO BRASIL



A Matemática na Escola

NOVOS CONTEÚDOS, NOVAS ABORDAGENS

Elisabete Zardo Búrigo

Maria Alice Gravina

Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Vera Clotilde Vanzetto Garcia

Organizadores

EAD
SÉRIE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA


UFRGS
EDITORA


**UFRGS
SEAD**
Educação a Distância

© dos Autores
1ª edição: 2012
Direitos reservados desta edição:
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Capa e projeto gráfico: Carla M. Luzzatto
Revisão: Zuleica Oprach de Souza
Editoração eletrônica: Rafael Marczal de Lima

Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS

Coordenador: Luis Alberto Segovia Gonzalez

Apoio em Publicações da Secretaria de Educação a Distância

Apoio operacional: Deise Mazzarella Goulart
Laura Wunsch
Marleni Nascimento Matte
Michelle Donizeth Euzébio

Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática

Diretor do Instituto de Matemática: Rudnei Dias da Cunha
Coordenadora do Curso: Maria Alice Gravina
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática: Marcus Vinicius de Azevedo Basso

M425 A Matemática na escola: novos conteúdos, novas abordagens / organizadoras
Elisabete Zardo Búrigo ... [et al.]. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.
304 p. : il. ; 17,5x25cm

(Série Educação A Distância)

Inclui figuras e quadros.

Inclui referências.

1. Matemática. 2. Matemática – Ensino fundamental – Novas abordagens.
3. Matemática – Ensino Médio – Novas abordagens. 3. Matemática – Ensino
Médio – Novos conteúdos. 4. Matemática – Formação de professores –
Mudanças curriculares - Escola. I. Búrigo, Elisabete Zardo. II. Universidade
Aberta do Brasil. III. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Secretaria de
Educação a Distância. Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o
Desenvolvimento Rural. IV. Série

CDU 51

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
(Jaqueline Trombin – Bibliotecária responsável CRB10/979)

ISBN 978-85-386-0158-6

ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO CENÁRIO INVESTIGATIVO NAS AULAS DE MATEMÁTICA

*Karina Disconsi Maliuk
Francisco Egger Moellwald*

Este capítulo apresenta a experiência da professora Karina Disconsi Maliuk com robótica nas aulas de Matemática da EMEF José Mariano Beck, desenvolvida durante os anos de 2007 e 2008. Nele são examinados o estudo da robótica educacional e as implicações da utilização desse recurso, principalmente na mudança de concepção dos papéis do professor e do aluno nas aulas de matemática. Este trabalho apóia-se na abordagem teórico-prática proposta por Ole Skovsmose (2008), cujos cenários para investigação são pensados em paralelo com a sala de aula tradicional. O estudo encerra-se com algumas relações entre a robótica e os conceitos matemáticos explorados por meio de atividades práticas. 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.

CAMINHOS PERCORRIDOS PARA CHEGAR ATÉ AQUI: ENSAIOS?³⁸

Fui nomeada para assumir aulas de Matemática na rede municipal de ensino de Porto Alegre em 2007, e assumi as turmas de oitavo e nono ano de escolaridade na EMEF³⁹ José Mariano Beck, Bairro Bom Jesus, periferia da Cidade de Porto Alegre.

Foi minha estréia na rede municipal. 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 esse novo compromisso, pois tive que enfrentar situações muitas vezes desesperadoras e até então desconhecidas para mim. Foi meu primeiro contato com uma vila de papeleiros e com as múltiplas formas de miséria que se desenvolvem nela.

38 Ao longo do capítulo, a primeira pessoa do singular refere-se à professora Karina Disconsi Maliuk, autora da dissertação que o originou. O professor Francisco Egger Moellwald acompanhou a professora Karina como orientador dessa dissertação.

39 Escola Municipal de Ensino Fundamental.

Mas eis que, em maio de 2007, surge um convite aberto a todos os professores da escola para participar de um treinamento promovido pela SMED⁴⁰ para trabalhar com robótica nas salas de aula da rede municipal. A escola, que já possuía um histórico de pioneirismo na utilização da robótica na rede, havia sido informada de que receberia oito kits de material para robótica e precisava ter pelo menos um representante para frequentar o curso. Como nenhum colega se ofereceu para participar desse treinamento, fui convidada pela direção a fazê-lo, o que aceitei imediatamente.

Curso concluído, em agosto de 2007, iniciei o trabalho com robótica em minhas aulas de Matemática. O material utilizado nas atividades foi o Kit 9793, LEGO Mindstorms⁴¹.

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 no sentido de que algo realmente **aconteceu** e 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 há a intenção de afirmar que a robótica é a solução para todos os problemas que um professor de Matemática enfrenta em suas aulas. Mas é possível garantir que essa iniciativa foi uma resposta para muitos questionamentos e dúvidas, inseguranças e medos, que já estavam, inclusive, prejudicando o trabalho em sala de aula.

Este texto trata de uma experiência que funcionou com certo grupo de alunos, porém, talvez a mesma proposta não alcance os resultados esperados, quando aplicada em outro contexto, com um grupo diferente de alunos. Mas ainda assim, como bem aprendi, até o que “não dá certo” serve como objeto de análise e de discussão, com vistas à construção do conhecimento.

AS PRIMEIRAS CENAS DO TRABALHO COM A ROBÓTICA

O 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 fez parte de um projeto maior, promovido pela Secretaria de Educação do Município de Porto Alegre, que disponibilizou kits de robótica para todas as escolas da rede que oferecem as séries finais do Ensino Fundamental e treinamento para os professores interessados em utilizar a robótica em suas aulas.

40 Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre.

41 Conheça mais sobre o material em: < <http://www.edacom.com.br/>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

Neste caso, os períodos disponibilizados para o trabalho com a robótica aconteceram nos três períodos semanais regulares de matemática das turmas envolvidas, com o objetivo de integrar os conceitos matemáticos desenvolvidos nas aulas com as propostas de construção e programação dos robôs. O trabalho realizado pela via da robótica educacional mostrou-se inteiramente adequado às necessidades de integração e de motivação dos alunos, desde o início.

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 externa acaba se refletindo nas atitudes dos alunos: alguns mostram uma grande dificuldade em participar de trabalhos colaborativos e administrar conflitos de forma não violenta; a maneira que encontram para lidar com seus problemas é a agressão.

IMPLICAÇÕES DO TRABALHO COM ROBÓTICA PEDAGÓGICA

Diferentemente da robótica industrial, em que a 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 do que aquele desenvolvido pelo homem, a robótica educacional visa o processo de construção e de elaboração do pensamento do aluno. Aqui, o objetivo não é apenas atingir o produto final, mas destacar o caminho percorrido até um determinado fim.

Durante a construção e a programação de um robô existe o pensar sobre o que 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 em termos de ação. Se não há lógica na montagem, não há robô, e se não há lógica na programação, não há programação, pois essa programação é feita sempre pela necessidade do próprio aluno de encontrar uma solução para um problema detectado por ele mesmo. Por meio de uma atividade lúdica, como 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 é que o aluno pode prever a ação e planejar, ou seja, programar o robô, e ele poderá, em seguida, testar o que foi planejado. Na tentativa de implementar um sistema inteligente e autônomo, o aluno procura nas suas ações anteriores uma condição de sequência do seu planejamento.

Em uma 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 de procedimentos, e alimentar os processos de resolução que surgirem, sempre tendo em vista os objetivos que se propôs a atingir.

Outra função do professor 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 e 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.

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 significativa⁴², principalmente por pressupor a necessidade de formulação de argumentos – dizendo, descrevendo, expressando-se –, e de validá-los – questionando, verificando, convencendo (BRASIL, 1998).

Se o trabalho for dirigido pelo professor de forma que ele 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 é possível 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 texto.

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, em que aquele que erra recebe “nota vermelha” do professor e é taxado de “burro” pelos colegas. Aqui, o errar se mostrará uma experiência muitas vezes indissociável do processo de

42 Aprendizagem significativa, aqui, toma o sentido da compreensão de significados, relacionando-se às experiências anteriores e às 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 desencadeia modificações de comportamentos e contribui para a utilização do que é aprendido em diferentes situações.

ensino-aprendizagem. A análise dos erros, muito mais do que dos acertos, traz à tona conhecimentos e relações que não se manifestariam se fossem esperadas e desejadas apenas as respostas corretas. Ao cometer um erro e tentar compreender o porquê desse erro, percebe-se o estabelecimento de conexões lógicas indispensáveis à construção do conhecimento.

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 o processo de aprendizagem. Baseado em situações por ele mesmo elaboradas, a partir da interação com uma proposta que lhe foi feita, ele busca a solução e pode avaliar de imediato se sua ação foi a mais adequada ou não, com isso ele aprende a aprender. Além disso, a robótica proporciona a possibilidade de (re)produzir estruturas cada 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 atividade, realizada em uma das aulas, que ilustra essa crescente complexidade nas construções e, conseqüentemente, no raciocínio, consistiu na adaptação de um motor a construções que não o possuíam. A atividade foi realizada com a moto e com a montanha russa⁴³. 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 ou mais motores à sua construção, de maneira que o dispositivo funcionasse – realizasse movimentos – de forma automatizada.

Nos dois casos, foi muito gratificante observar 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, eles souberam incorporar esses mecanismos à programação, de forma a obter o movimento desejado.

Percebeu-se que essas atividades revelaram um ambiente que incentiva a autonomia dos alunos e a capacidade deles de produzir estratégias para resolver um problema. Também foi possível notar que tais atividades são apropriadas para se iniciar a discussão sobre o significado de “Cenários para Investigação”.

43 As construções da moto e da montanha russa são propostas na *Revista Lego Zoom*, respectivamente na versão amarela, n. 2, p. 62, e na versão verde, n. 2, p. 42. Maiores informações sobre a Revista estão disponíveis em: <<http://www.revistazoom.com.br/educadores/>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

APRESENTANDO OS CENÁRIOS

No texto “Cenários para Investigação”, Ole Skovsmose (2008) descreve uma das conclusões do trabalho desenvolvido por Tonny Cotton em relação às salas de aula inglesas. A aula de matemática apresenta-se 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).

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; CANHETE, 1993, p. 1)

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 e criam diferentes estratégias quando estão reestruturando uma organização. Portanto, é de se esperar que atividades que envolvam projetar, criar e 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 (*apud* SKOVSMOSE, 2008) ter se realizado em salas de aula inglesas, pode-se muito bem transpor essa realidade para as salas de aula brasileiras. Grande parte dos professores de matemática deve se enxergar nessa descrição, classificada por Skovsmose (2008) como educação matemática tradicional, cujas situações de aprendizagem se enquadram dentro do chamado “paradigma do exercício”.

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.

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):

Quadro 9 – Ambientes de Aprendizagem

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

Fonte: Skovsmose (2008, p. 15)

Inicialmente, apresenta-se uma breve descrição e análise dos três ambientes relacionados ao Paradigma do Exercício. Seguem-se a essa apresentação as características de cada ambiente relacionado aos Cenários para Investigação.

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.

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

$$\text{Efetue: } 5x + 4x - 2x =$$

O ambiente tipo (3) é aquele em que os exercícios fazem referência a certa semirrealidade, muito comum nas aulas de matemática, já que frequentemente são usados exercícios referentes às mais diferentes semirrealidades para justificar a importância da matemática no “cotidiano”.

Um exemplo de exercício adaptado de Bonjorno, Bonjorno e Olivares (2006, p. 93) e baseado em uma semirrealidade 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.

Qual das transportadoras é mais vantajosa para uma distância maior que 10 km?

Possivelmente, as ideias descritas no exercício são facilmente encontradas 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. Porém, dificilmente a pessoa que construiu esse 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. A situação é artificial e o exercício está localizado em uma semirrealidade que existe apenas na imaginação do autor do problema.

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 são extraídas 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 sempre uma única resposta correta.

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

CENÁRIOS PARA INVESTIGAÇÃO

O primeiro ambiente descrito como Cenário para Investigação é classificado como tipo (2). Um exemplo de atividade que caracteriza o ambiente tipo (2) é apresentado por Skovsmose (2008) através de uma tabela de números:

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 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 48 – Tabela de Números
Fonte: Skovsmose (2008, p. 17)

A proposta é colocar um retângulo sobre a tabela, de modo que ele envolva seis números. Os números associados aos quatro vértices do retângulo são chamados a , b , c e d , a contar do canto superior esquerdo e no sentido horário. Calcula-se o valor de F da seguinte maneira:

$$F = ac - bd$$

Por exemplo, observa-se que, ao colocar o retângulo em duas posições diferentes (ver Figura 48), tem-se:

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

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° ? E se escolhermos um retângulo maior e fizermos translações semelhantes? Isso apenas acontece com retângulos? E se usarmos as outras figuras?

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. Nesse 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, 11 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 49 – Pista de Corrida
Fonte: Skovsmose (2008, p. 18)

Dois dados são jogados e, a partir da soma dos números tirados, marca-se um X no diagrama. Como mostra a Figura 49, a soma 6 ocorreu três vezes. O cavalo 6, portanto, é o vencedor, seguido pelos cavalos 7 e 10.

Uma nova corrida se inicia e 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 venceu a corrida anterior, é o favorito dos apostadores.

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?

A lógica engessada que governa as semirrealidades do ambiente tipo (3) não está em vigor. Aqui, há uma semirrealidade localizada em um cenário para investigação, em que 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 em que 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), enfocou ideias de entrada-saída de energia em uma fazenda da Dinamarca, concentrando-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 de 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, cuja 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.

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 nelas envolvidos.

MOVENDO-SE ENTRE OS DIFERENTES MODELOS DE APRENDIZAGEM

É claro que a matriz do Quadro 9, 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 essa 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 sim mover-se entre os diferentes ambientes, pois a fluidez entre tais ambientes pode ajudar a atribuir novos significados para as atividades dos alunos.

Quando as turmas que trabalhavam com robótica resolveram organizar uma equipe para participar do campeonato de robótica⁴⁴, foi realizado um projeto que pode exemplificar um Cenário para Investigação, e, principalmente, a fluidez entre os diferentes modelos de aprendizagem.

O projeto foi idealizado pela Professora Luciana Tadewald e, inicialmente, os alunos da equipe foram convidados a realizar um *tour* pelo Centro Educacional e Ambiental (CEA)⁴⁵ “escolhido como um representante da comunidade” para conhecer e acompanhar o funcionamento de um centro de reciclagem real. Nesse momento, experimentou-se um Cenário Investigativo na perspectiva das Referências à Realidade, pois o CEA localiza-se ao lado da escola e é frequentado pela maioria dos alunos para lazer – acesso à internet, seções de cinema – e também por outros membros da família de nossos alunos, a trabalho.

44 Campeonato de Robótica Educacional: O Desafio Energético, Regional de Porto Alegre, ocorrido no ano de 2007, promovido pela Procempa Robotics.

45 Para mais informações sobre o CEA, consulte: <<http://www.guimaraes.cim.br/comunidadesleste/cea.html>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

No CEA, os alunos aprenderam sobre como funciona a reciclagem e os materiais que podem e devem ser reciclados.

A seguir, passa-se a experienciar um momento no Paradigma do Exercício: Referências à Realidade. De volta à escola, procuramos na Internet informações referentes ao tempo de decomposição dos resíduos e escolhemos as informações mais adequadas a serem exploradas em sala de aula. A seguir, diversas questões foram resolvidas partindo dessas informações. A partir de uma tabela de dados reais, estimativas de consumo de alguns materiais foram realizadas, como por exemplo, o cigarro.

Calculou-se que, se uma única pessoa consome um maço de cigarros por dia, ela irá produzir 600 filtros de cigarro em um único mês. Em um ano, serão 7.200 filtros jogados no lixo.

Foi pesquisada a quantidade de fumantes na cidade de Porto Alegre e descobriu-se que nossa cidade é uma das capitais com maior porcentagem de fumantes no país⁴⁶: 21,2%, ou seja, mais de um quinto da população da cidade é fumante.

Procurou-se uma estimativa atualizada da população de Porto Alegre e descobriu-se que, pelo censo demográfico realizado pelo IBGE em 2000⁴⁷, a população de Porto Alegre era constituída de 1.360.590 habitantes. Portanto, à época, quase 288.500 pessoas eram fumantes em Porto Alegre. A produção de lixo apenas com o consumo de cigarros na cidade, em um ano, atingia a marca surpreendente de 2.076.804.576 filtros de cigarro por ano.

Estima-se que, se cada filtro tem aproximadamente 2g de peso, eram produzidos 4.153.609.152g de filtros/ano, ou seja, mais de 4 toneladas de lixo/ano eram produzidas apenas com o consumo de cigarros no município de Porto Alegre.

Levando-se em conta que o filtro do cigarro leva cinco anos para se decompor, a população de Porto Alegre sempre tem que conviver com 20 toneladas de filtros de cigarro, pois assim que certa quantidade de filtros atinge cinco anos e se decompõe, haverá outros filtros despejados constantemente durante o processo de decomposição dos anteriores, cuja decomposição levará também cinco anos.

Ainda dentro do projeto, visando à construção da apresentação para o campeonato, foram analisadas as formas mais comuns de utilização de energia encontradas no CEA. A conclusão foi a de que a energia mais utilizada é a elétrica, em iluminação, em computadores, em projetores multimídia, em ar-condicionado, etc.

46 Mais sobre a pesquisa em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI1472567-EI298,00.html>>. Acesso em: 22 jul. 2010.

47 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>. Acesso em: 22 jul. 2010.

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

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.

Em seguida, algumas pessoas da comunidade – pais, irmãos e demais parentes dos alunos – foram convidadas a vir até a escola para 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 se utiliza o fogão solar.

Outra atividade que envolve aspectos 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. Nesse caso, 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 e, mais uma vez, a oportunidade dos alunos terem a autonomia de escolher qual montagem gostariam realizar foi essencial para que o grupo mostrasse como esse colega era importante para eles.

Outra situação que representa de forma interessante a fluidez entre os cenários para investigação foi a montagem do *buggies* e sua programação.

Foi proposta uma competição entre *buggies*, após todas as equipes estarem com o protótipo completo e funcionando. Todos os *buggies* ficavam alinhados na linha de partida e vencia aquele que chegasse mais próximo da linha de chegada, sem ultrapassá-la. Atente-se para o fato de que não era importante ser o *mais rápido*, e sim chegar *mais próximo*, independentemente do tempo que isso fosse levar.

Inicialmente, a estimativa temporal que as equipes usaram foi muito maior do que o tempo necessário. A maioria delas colocou na programação valores entre 6 e 10 segundos, o que levava o *buggy* muito além da linha de chegada. Os alunos ficaram extremamente surpresos em verificar 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 usarem o tempo de 5 segundos, o *buggy* ultrapassava muito pouco a linha de chegada. Ao diminuírem o tempo para 4 segundos, o *buggy* ficava longe da marca final, fazendo com que as

outras equipes levassem vantagem. Como resolver o problema? Como representar um número entre 4 e 5? A resposta veio por meio 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 de 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 inclusive a números com mais de uma casa decimal.

Imagina-se que alunos no nono ano de escolaridade já tenham contato com diferentes contextos e situações em que o uso de números decimais seja necessário. Porém, pela dúvida que manifestaram nessa atividade, pode-se supor que eles ainda não tinham segurança acerca das possibilidades de uso dos decimais. Sabe-se, por exemplo, que eles realizam corretamente operações básicas com decimais, via algoritmo, ou então colocam decimais em ordem crescente, mas não se percebia que, para eles, esses números e essas atividades tinham algum *significado*. No entanto, ficou claro, 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.

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

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 das experiências que mostrou esse potencial de se tornar um cenário investigativo foi a solicitação para que os alunos desenhassem seus projetos. Nesses desenhos fica evidente o cuidado com que foram pensadas a relação luz/sombra e profundidade. O recurso do claro/escuro/*dégradé* mostra a intenção do desenhista: revelar o volume, bem como a sombra da iluminação sobre o objeto.

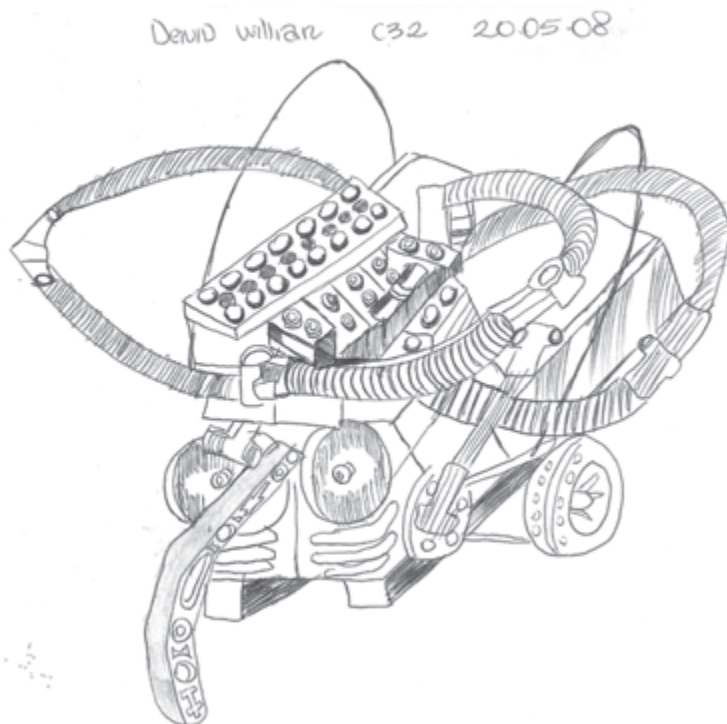


Figura 50 – Desenho da mosca
Fonte: Dissertação de Mestrado de Karina Disconsi Maliuk

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

A partir do movimento do carrinho, foram analisadas trajetórias, medidas distâncias, calculados tempos. Foram construídos, comparados e analisados tabelas e gráficos. Programou-se o carrinho para realizar os mais variados deslocamentos, com diferentes potências de motor, e calculou-se a velocidade do carrinho para cada potência e cada percurso.

Com a construção de uma balança de pratos, a ideia de equilíbrio foi estudada, e as equações foram construídas e resolvidas. Também foram estabelecidas relações entre as peças, de modo a se poder comparar as massas de cada uma. Por exemplo, foi elaborada uma tabela em que 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, determinava-se 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 a proporção se mantinha. O objeto mais pesado permanecia classificado, assim, independentemente da unidade utilizada.

CONVITE A OUTROS PROFESSORES: SUGESTÕES DE ATIVIDADES⁴⁸

Seguem duas atividades realizadas nas aulas de Matemática utilizando recursos robóticos. Como a maioria das escolas não possui os kits Lego Mindstorms, as atividades foram reorganizadas de forma a serem realizadas com diferentes recursos robóticos. Para sugestões de materiais alternativos, consulte o trabalho de Prol (2006), intitulado *Diferentes materiais para uso na robótica educacional: A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades*⁴⁹ ou o trabalho de César (2005), intitulado “Robótica Livre: Robótica Educacional com Tecnologias Livres”⁵⁰.

1) Calculando Velocidade (primeira versão):

- a) construir um carrinho com apenas um motor;
- b) programar o carrinho de forma que ele ande para frente, com o motor em potência 5, durante 5 segundos e pare;
- c) posicionar o carrinho em uma marcação previamente estabelecida como ponto de partida;
- d) pôr o carrinho em movimento;
- e) com a fita métrica, medir a distância que o carrinho percorreu;

48 Para outras atividades realizadas e o vídeo gravado durante as aulas com a robótica, leia *Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática*. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/17426>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

49 Disponível em: <<http://www.educacional.com.br/downloadlivros/livro1/Tomo5b.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2010.

50 Disponível em: <http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica_livre/artigos/artigo_fisl_2005_pt_final.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2010.

- f) anotar o resultado na planilha fornecida pelo professor, com os itens: potência utilizada (5, 4, 3, 2, 1), Distância Medida, Cálculo da Velocidade;
 - g) refazer a programação, alterando a potência do motor para 4, 3, 2, 1, não modificar o tempo;
 - h) refazer as medições e a anotação da distância percorrida, para cada uma das potências utilizadas;
 - i) calcular a velocidade que cada potência proporciona ao carrinho, utilizando a relação $Velocidade = \frac{Distância}{Tempo}$.
- 2) Calculando Velocidade (segunda versão):
- a) utilizar o carrinho construído na atividade anterior;
 - b) programar o carrinho de forma que ele ande para a frente, com o motor em potência 5, até chegar a uma linha previamente marcada a 5 metros de distância do ponto de partida, e pare;
 - c) verificar, na programação, qual foi o tempo necessário para que o carrinho atingisse exatamente o ponto de chegada;
 - d) anotar o resultado na planilha fornecida pelo professor, com os itens: potencia utilizada (5, 4, 3, 2, 1), Tempo Necessário, Cálculo da Velocidade;
 - e) 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 as posições da linha de partida e da linha de chegada;
 - f) anotar cada um dos tempos utilizados na programação;
 - g) calcular a velocidade que cada potência proporciona ao carrinho, utilizando a relação $Velocidade = \frac{Distância}{Tempo}$.

CENAS DOS PRÓXIMOS CAPÍTULOS?

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

Talvez ela sirva de estímulo para que professores de Matemática ou de outras áreas se interessem por experimentar a robótica como recurso em suas aulas. Talvez, algum professor fique motivado, a partir do que foi exposto aqui, a 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, prefiro optar pelas 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.

REFERÊNCIAS

- 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*, n.19, jan./abr. 2002.
- BRASIL. MEC. 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>>. Acesso em: 05 jul. 2011.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.
- LEGO Educational Division – Mindstorms for Schools. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com>>. Acesso em: 05 jul. 2011.
- MALIUK, Karina. *Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17426>>. Acesso em: 05 jul. 2011.
- SKOVSMOSE, Ole. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Coleção Perspectivas em Educação Matemática. Campinas: Papyrus, 2001.
- _____. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo e de Jonei Cerqueira Barbosa. Coleção Perspectivas em Educação Matemática. Campinas, Papyrus, 2008.
- VALENTE, José Armando; CANHETTE, Claudio César. Lego-Logo explorando o conceito de design. In: VALENTE, José Armando. (Org.) *Computadores e Conhecimento repensando a educação*. Campinas: NIED – UNICAMP, 1993. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/publicacao_detalhes.php?id=53>. Acesso em: 05 jul. 2011.