

Relato de Experiência

Exploração de Tópicos de Matemática da Educação Básica em Modelos Robóticos

Saulo Furletti⁹

Dimas Felipe de Miranda¹⁰

João Bosco Laudares¹¹



1. Localização e descrição da escola, sala e turma(s) na(s) qual(is) foi(ram) aplicada(s) a experiência.

A presente experiência, EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS ocorreu no ano de 2010, em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, do Colégio Metodista Izabela Hendrix que atende à todos os anos da Educação Básica, em horário integral, e está localizado na rua Espírito Santo, número 2055, na cidade de Belo Horizonte. Naquele ano o Colégio iniciou o processo de implantação do turno integral e com isso ocorreu a reestruturação de espaços e da proposta pedagógica. Essa nova formatação fez com que a instituição tivesse suas turmas iniciais com um número reduzido de alunos, visado um melhor acompanhamento. Por esse motivo, a turma que realizou a experiência era constituída por doze

(12) alunos sendo cinco (5) do sexo feminino e sete (7) do sexo masculino, subdivididos em 4 grupos de 3 alunos cada.

Destaca-se que professor responsável pelo conteúdo de matemática dos alunos possui um momento específico, incluído na carga horária, para trabalhar robótica educacional. Sendo assim, os momentos de construção e experimentação se deram no laboratório de robótica, e a parte de exploração matemática ocorreu em sala de aula.

Esta experiência foi realizada pelo autor, em parceria com coautores que são membros do Grupo de Pesquisa em Informática e Metodologias para o Ensino Matemática e Estatística – GRUPIMEM PUCMinas

2. Descrição pormenorizada da proposta pedagógica.

⁹Instituto Federal Minas Gerais, IFMG. E-mail: saulofurletti@yahoo.com.br

¹⁰Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas. E-mail: dimasfm48@yahoo.com.br

¹¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas. E-mail: jblaudares@terra.com.br

A Proposta Pedagógica implantada resulta de um processo de reestruturação da forma tradicional de trabalho para uma proposta de tempo integral, com possibilidade de criação de novos espaços para implantação de inovações didáticas, seja em sala de aula seja em laboratório.

Educar é um processo colaborativo entre professores e estudantes e tem como objetivo principal gerar transformações a partir de conceitos preexistentes. Esse processo é mediado por símbolos, signos e instrumentos que estabelecem a relação entre os sujeitos e os objetos do conhecimento.

Nesse sentido, buscam-se instrumentos para inovar o processo de aprendizagem, com a finalidade de facilitar a aquisição do conhecimento e atender às demandas contemporâneas de nossa sociedade. Esses pressupostos são defendidos por Zilli (2004, p.12), repercutindo, assim, a necessidade de sensibilidade à dinâmica da realidade que a escola deve ter.

Pensando na comunhão entre conceitos tradicionais e inovações, é possível destacar que esse processo de aproximação sofre resistências de ambas as partes, inerentes à reorganização do trabalho pedagógico imposto pela inserção de um novo artefato, que provavelmente será a fu-

ção do modo tradicional e os métodos inovadores.

De acordo com Coutinho (2002, p.22), é justamente porque há resistências e porque o uso dessas tecnologias apresentam possibilidades importantes que se faz necessário aprofundar as pesquisas na área. As novas tecnologias aplicadas ao ensino podem gerar uma nova relação de troca e transformação entre os sujeitos que, por sua vez, produzem novos significados.

3. Importância da experiência

A importância da experiência fundamenta-se na busca de situações para o ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, contextualizadas por intermédio da robótica educacional, que apresenta a possibilidade de construção de modelos e a utilização de ambientes de programação.

Essa integração entre o contexto criado pela robótica educacional e os modelos controlados por programas computacionais pode convergir para a formação de um campo propício à internalização de conceitos matemáticos de uma forma mais eficiente, promovendo o engajamento para enfrentar os desafios que lhe são inerentes,

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

configurando, assim, uma participação mais ativa do aluno.

Segundo os pressupostos de Zilli (2004), a robótica educacional possibilita o trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso do saber, a resolução de problemas e o raciocínio lógico. Isso cria ambientes favoráveis para interconexões educacionais, em que é possível estabelecer universos propícios a uma abordagem mais próxima ao contexto dos indivíduos. Com essa base, o ambiente de robótica educacional apresentado busca atender a necessidade de experimentação para as aulas de matemática.

Espera-se, então, realizar essas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem. Para isso, esta experiência tem como tema principal a exploração de tópicos matemáticos em modelos robóticos com utilização da linguagem LOGO no Ensino Médio. Nesse sentido, propõe-se responder a questão: de que forma a manipulação de modelos robóticos controlados pelo programa Slogo pode contribuir para o ensino de tópicos de matemática do Ensino Médio?

De modo geral, a experiência delimita como objetivo verificar as possibilidades da utilização de modelos robóticos

construídos com materiais de baixo custo, controlados pelo software Slogo. Para o desenvolvimento da experiência proposta, os estudantes envolvidos foram incentivados e orientados a construir uma roda gigante programada por computador que realize movimentos determinados para posterior análise.

A partir disso, refinando-se os objetivos, a experiência apresenta, como foco específico, os itens abaixo:

- Construir modelos robóticos baseando-se em conceitos geométricos e de atividade de design¹².
- Explorar tópicos matemáticos do Ensino Médio ao manipular modelos robóticos.
- Utilizar o software Slogo para a estrutura de algoritmos de controle dos modelos robóticos.

4. Sequência didática

Para realizar a experiência, pressupõe-se que o modelo educativo é composto pela reunião de pequenas estruturas fundamentais que se entrelaçam criando uma grande complexidade para compreensão dos fatos. A construção, a abordagem de

¹²Segundo Valente e Canhette (1993), a expressão *atividade de design* busca solucionar os problemas levando em consideração as limitações individuais e interesses, podendo distanciar-se da solução ótima.

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

conceitos matemáticos e a análise dos resultados obtidos, a partir da roda gigante, utilizam como estrutura fundamental e unidade de interação entre os sujeitos da educação a sequência didática. Ela é definida por Zabala (1998) como instrumento organizador de atividades durante um período que necessita de reflexões do professor para o seu planejamento, aplicação e avaliação.

A sequência se inicia com a construção da roda gigante, depois, para o seu funcionamento é necessário realizar a programação. Após o domínio da progra-

mação, os estudantes realizam duas atividades abordando conceitos de funções do primeiro e segundo grau, essas últimas duas atividades podem ser agregadas ao conteúdo de sistemas lineares, dependendo do nível de conhecimento dos envolvidos.

Com isso, busca-se apresentar desafios motivadores e passíveis de resolução, levando em consideração o conhecimento prévio do aprendiz em relação aos conteúdos, se adequando ao nível de desenvolvimento e criando ambientes favoráveis à autonomia do aprendiz.

Ainda não é Sócio?!
Filie-se agora e faça parte da comunidade de Educadores Matemáticos!
Regionais em todo território nacional!



4.1 Atividades desenvolvidas

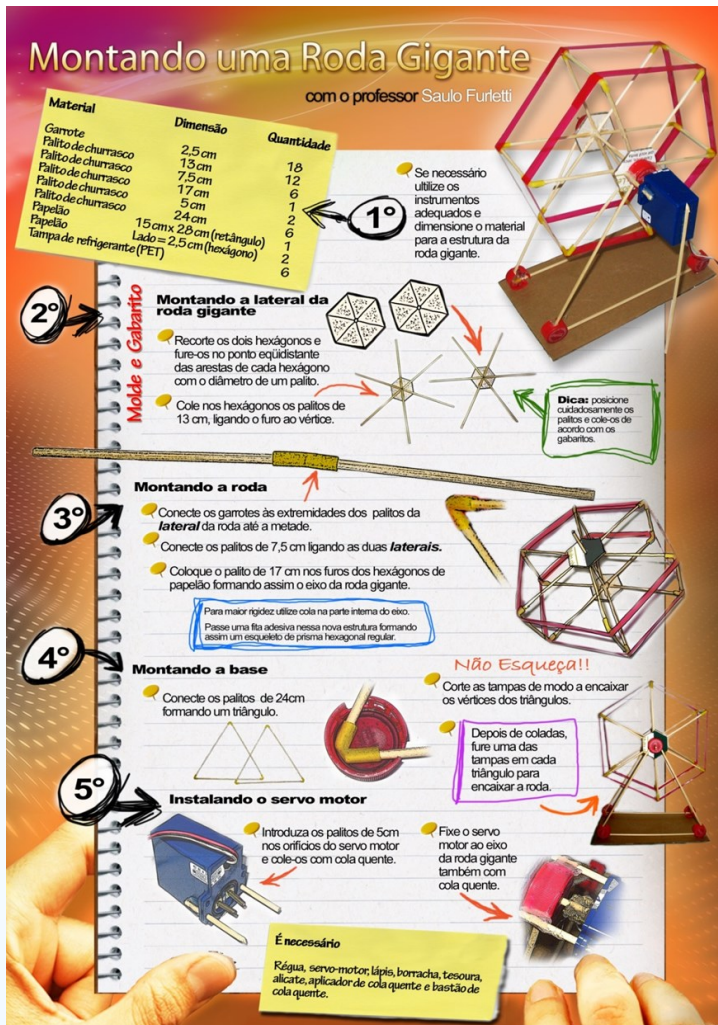


Figura 1 – Atividade 01: montagem da roda gigante
Fonte: autoria própria

4.2 Objetivos

A aplicação dessa atividade aos alunos pretende:

- Construir o artefato, baseando-se no roteiro da atividade 1.
- Visualizar figuras geométricas.
- Trabalhar em equipe.
- Aprimorar a coordenação motora.

4.3 Descrição

Para a execução dessa atividade foi entregue aos alunos o roteiro e todos os

materiais já cortados e dimensionados e um molde, formando assim um Kit. Os grupos são incentivados e acompanhados para serem os construtores da roda gigante.

O molde é constituído por desenhos de hexágonos que servirão de gabaritos para maior precisão no posicionamento das hastes que constituem a roda gigante. O roteiro está dividido em 4 passos, sendo:

1º passo: montagem da lateral da roda gigante. Para isso utilizam-se os hexágonos apresentados nos moldes e os palitos nas dimensões especificadas.

2º passo: montagem da roda. Essa ação consiste na união das duas laterais; tem-se como resultado um prisma hexagonal regular.

3º passo: montagem da base. Unem-se os palitos nas dimensões especificadas pelo roteiro, obtendo como resultado triângulos equiláteros.

4º passo: a instalação do servomotor que irá controlar a velocidade e o sentido de rotação que a roda gigante terá de acordo com o comando inserido no software Slogo.

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Programando com o professor Saulo Furlatti

Interface de controle / comunicação

Componente	Descrição
	Servo Motor: Pequeno motor que contém internamente um circuito eletrônico de controle e um sistema de redução de engrenagens o que propicia elevado torque e um posicionamento preciso.
	Interface de controle: Dispositivo eletrônico capaz de receber instruções do computador e os converter em sinais elétricos para controlar motores, e receber dados que indicam o estado de sensores.
	Cabo serial: Conector físico entre a interface e o computador.

Comandos Super Logo – básicos para a atividade

Descrição	Comando
Iniciar a porta serial Inicia a comunicação da interface como a porta serial (Com1)	iniporta
Servo de rotação Controla a velocidade e o sentido de rotação, variando de 1 a 255	Servo <motor> <velocidade/sentido> Ex: servo 1 100
Espera Determina quanto tempo o programa SuperLogo deve esperar para realizar o próximo comando.	Espera <tempo> Ex: Espere 90
Repetita Repete um comando um número determinado de vezes.	Repetita <nº de vezes>{comando a ser repetido} Ex.: repita 4 [servo 1 90 espere 90 servo 1 0]

Testes os seguintes comandos:

- servo 1 1
- servo 1 255
- servo 1 1 espere 50 servo 1 0
- repita 2 [servo 1 1 espere 50 servo 1 0]

O programa é uma série lógica de procedimentos em que o computador é capaz de executar.

1º Monte um programa que deixe a roda gigante em funcionamento no sentido horário durante 30 segundos.

- Escreva o programa para realizar o funcionamento da roda gigante com suas palavras.
- Escreva o primeiro programa digitado no Slogo.
- Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.
- Escreva o programa depois de pronto
- Agora altere seu programa para que a roda gigante funcione apenas 20 segundos. Depois de pronto escreva o programa.
- Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.
- O número de voltas que a roda gigante dá com este programa é: _____
- Elabore um programa para que em 20 segundos a roda gigante gire apenas metade das voltas registradas no item g. Depois de pronto escreva o programa.
- Explique quais foram as estratégias necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

2º **DESAFIO**

Faça um programa que simule o embarque e desembarque de 4 pessoas na roda gigante.

- Escreva o programa com suas palavras.
- Escreva o programa digitado no Slogo.

Figura 2 – Atividade 02: programação
Fonte: autoria própria

4.4 Objetivos

A aplicação dessa atividade aos alunos pretende:

- Compreender a sintaxe de programação do kit de robótica educacional POP1.
- Oferecer um ambiente de programação adequado ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos.
- Trabalhar a lógica de estruturação de um programa.
- Relacionar conceitos matemáticos com o ato de programar.

4.5 Descrição

Para iniciar a execução dessa atividade, os alunos receberam informações sobre o funcionamento de cada um dos componentes do kit POP1 a serem utilizados, que são o servomotor, o cabo serial e a interface de controle e também as informações sobre os comandos necessários para controle da roda gigante.

Após essas informações, foi reservado na atividade um espaço para que os sujeitos envolvidos testem os comandos para controle do servomotor. A atividade está dividida em duas questões, com as seguintes alternativas e detalhamentos:

Questão 1 – a: busca identificar como os sujeitos expressam uma sequência lógica de ações para controle da roda gigante.

Questão 1 – b: busca identificar a transposição da sequência lógica informal expressa na questão 1 – a, para a sintaxe de programação formal exigida pelo software Slogo.

Questão 1 – c: procura captar quais os recursos e/ou estratégias foram utilizadas para adaptar o programa de acordo com a solicitação inicial; espera-se que

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

seja expresso algum tipo de procedimento lógico ou conteúdo matemático.

Questão 1 – d: nessa questão os sujeitos formalizam o programa depois de refinado para que atenda às solicitações de controle da roda gigante.

Questão 1 – f: busca identificar se os sujeitos são capazes de alterar o programa, relacionado a unidade de tempo utilizado pelo comando <espere> do Slogo com o sistema sexagesimal utilizado pelo relógio.

Questão 1 – g: tem como foco a estratégia para contar o número de voltas que servirá de suporte para as questões seguintes.

Questão 1 – h: espera-se que o programa criado anteriormente apresente subsídios para reflexões da nova lista de procedimento que controlará a roda gigante; é esperado que essas reflexões tenham convergência na relação tempo e número de voltas.

Questão 1 – i: Procura-se captar quais os recursos e/ou estratégias foram utilizadas para adaptar o programa de acordo com a solicitação inicial; espera-se que seja expresso algum tipo de procedimento lógico ou conteúdo matemático.

A questão 2 é apresentada em forma de desafio, sendo composta das seguintes alternativas e os respectivos detalhes:

Questão 2 – a: incentiva os sujeitos a expressarem uma sequência algorítmica lógica informal de um procedimento para controle da roda gigante que apresenta certo grau de complexidade, pois envolve o conceito de repetição.

Questão 2 – b: busca identificar a transposição da sequência lógica informal expressa na questão 2 – a, para a sintaxe de programação formal exigida pelo software Slogo; entende-se nesse momento a utilização do comando <repita> como estratégia para minimizar a estrutura do programa.

**Professor,
Envie suas experiências em sala de aula!
Teremos prazer em publicá-las!!**



EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

ESTUDANDO FUNÇÕES DO 1º GRAU COM A RODA GIGANTE
com o professor Saulo Furlotti

Material necessário:
Cronômetro, calculadora, lápis e papel

1º Elabore tabelas e gráficos com o número de voltas x tempo (seg), com os seguintes comandos:

A Servo com velocidade 130

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7
Tempo (seg)							

2º **Responda:**

a) O que você pode afirmar sobre os gráficos?

b) Que tipo de função melhor se aproxima destes gráficos? Justifique.

c) Determine a função de modelo o movimento da roda gigante no gráfico a.

d) Determine a função de modelo o movimento da roda gigante no gráfico b.

B Servo com velocidade 140

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7
Tempo (seg)							

e) Qual a diferença entre as funções encontradas e o que isso altera os gráficos?

f) Analisando apenas a tabela e o gráfico da letra a determine o número de voltas que a roda gigante realiza em 1 hora de funcionamento.

Figura 3 – Atividade 03: estudando funções do 1º grau com a roda gigante
Fonte: autoria própria

4.6 Objetivos

A aplicação dessa atividade aos alunos pretende:

- Contextualizar função do 1º grau;
- Modelar funções do 1º grau;
- Realizar a abordagem de conceitos matemáticos de forma atrativa.

4.7 Descrição

No desenvolvimento dessa atividade, é esperado que os sujeitos tenham domínio sobre o ambiente de programação oferecido pelo Slogo, em decorrência da

atividade anterior, e estejam munidos de papel, lápis, cronômetro e calculadora (o cronômetro e a calculadora podem ser encontrados nos celulares dos próprios envolvidos na tarefa).

Essa atividade está dividida em 2 questões que se complementam, sendo a primeira constituída de dois itens. Possui uma tabela na qual se deve registrar o tempo da primeira até a sétima volta da roda gigante em relação à velocidade determinada pelos comandos submetidos aos servomotores – vale observar que os tempos poderão ser aproximados, dependendo da estratégia de coleta de dados, e da habilidade dos envolvidos. Esses

dados serão plotados no plano cartesiano onde o eixo que representa o domínio de uma função está determinado como tempo (em segundos) e a imagem como número de voltas.

Esses dois itens diferem-se apenas pela velocidade estabelecida pelo servomotor. Após a coleta dos dados e sua devida representação no plano cartesiano, teremos gráficos do primeiro grau distintos.

A questão 2 apresenta seis itens, que são:

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Questão 2 – a: busca observar nos alunos os conceitos iniciais que se instalam na mente, assim que observam os gráficos.

Questão 2 – b: visa estabelecer a conexão entre função do primeiro grau e gráficos em forma de reta, uma vez que os sujeitos já possuem conhecimento sobre esses conceitos.

Questão 2 – c/d: solicita a realização de cálculos com algoritmos internalizados e/ou estratégias particulares para determinar funções do primeiro grau que modelem as representações gráficas. Acredita-se que a utilização de calculadora dinamize o processo de resolução, uma vez que existe grande possibilidade de trabalhar com números decimais.

Para facilitar a dinâmica na realização da atividade, esse item e os seguintes serão realizados em sala de aula, sem contato com a roda gigante. Espera-se que

o método algorítmico para modelagem aborde o conteúdo de sistemas lineares pelo processo de resolução de Cramer, devido ao conteúdo estudado pelos envolvidos durante realização da experiência.

Questão 2 – e: busca identificar a influência dos coeficientes lineares e angulares indicados nas funções sobre a representação gráfica. Espera-se que os alunos sejam capazes de atribuir essas alterações à mudança de velocidade.

Questão 2 – f: esta última questão aborda de forma direta os conceitos da relação entre domínio e imagem, no caso, tempo $x n^{\circ}$ de voltas. Com isso solicita-se a realização de cálculos para encontrar um determinado número de voltas em relação a uma hora de funcionamento. Realizando a transformação para a unidade segundo, se pede $f(3600)$. Assim, pretende-se observar as estratégias para resolução.



**O site da SBEM está repleto de recursos
que poderão lhe ajudar em sala de aula!
Acesse agora!**

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

ESTUDANDO FUNÇÕES DO 2º GRAU COM A RODA GIGANTE
com o professor Saulo Furlati

Material necessário:
Cronômetro, calculadora, lápis e papel

Utilizando o editor de procedimento do Slogo digite o seguinte programa <graf>:

```

1º
Editor de Procedimentos
Aperte graf
espera 180  espere 950
serno 1 162  espere 750
serno 1 164  espere 500
serno 1 166  espere 400
serno 1 168  espere 300
serno 1 170  espere 300
serno 1 172  espere 300
serno 1 176  espere 300
serno 1 172  espere 300
serno 1 170  espere 300
serno 1 168  espere 400
serno 1 164  espere 500
serno 1 162  espere 750
serno 1 160  espere 950
fim

```

Para abrir o editor de procedimentos é necessário ir ao menu principal clicar em procedimentos > novo

A) Execute o programa, observe o movimento realizando pela roda gigante e registre na tabela o número de voltas e o tempo em segundos. Após isso preencha o campo [diferença de tempo].

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tempo (seg)																		
Diferença de tempo																		

Observação: A diferença de tempo é o módulo da subtração entre os tempos anotados.

No. de voltas	1	2	3	4
Tempo (seg)	24	34	40	45
Diferença de tempo	10	6	5	

$$|24 - 34| = |-10| = 10$$

$$|34 - 40| = |-6| = 6$$

$$|40 - 45| = |-5| = 5$$

B) Realize a representação no plano cartesiano das variáveis N°. de voltas e Diferença de tempo. E construa um gráfico que melhor se aproxima de todos os pontos.

C) Qual o formato e qual o modelo de função melhor se aproxima deste gráfico? Justifique.

D) Determine a função de modelo o movimento da roda gigante.

Figura 4 – Atividade 04: estudando funções do 2º grau com a roda gigante
Fonte: autoria própria

4.8 Objetivos

A aplicação dessa atividade aos alunos pretende:

- Contextualizar e modelar função do 2º grau.
- Realizar a transposição de dados tabelados para o plano cartesiano.
- Realizar a abordagem de conceitos matemáticos de forma atrativa.

4.9 Descrição:

Essa atividade é composta de uma questão, sendo que, para a sua realização,

é necessária uma breve explicação sobre o editor de procedimentos do Slogo, uma vez que os envolvidos na proposta terão que digitar e executar o programa <graf>.

Esse programa irá controlar a roda gigante de forma que o movimento se inicie lento, acelere e desacelere gradualmente, e retorne ao movimento lento até parar. Esta atividade apresenta a seguinte divisão:

Questão 1 – a: é constituída de uma tabela para preenchimento dos tempos (em segundos) coletados pelo cronômetro da primeira até a décima oitava¹³ volta, é importante destacar que a qualidade do gráfico está diretamente ligada

à precisão dos dados; para evitar incorreções e aumentar a precisão, um bom recurso é a realização da coleta dos dados por mais de uma vez e a utilização da média para cada volta.

De posse dessas informações, os envolvidos na tarefa devem calcular a diferença de tempo, em módulo, entre as voltas 1ª e 2ª, 2ª e 3ª, ..., até 17ª e 18ª.

Questão 1 – b: busca a habilidade na transposição do número de voltas – domínio – e os valores encontrados na dife-

¹³É importante testar o comando <graf>, pois equipamentos diferentes podem resultar em uma quantidade de voltas diferente.

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

rença de tempos (seg) – imagem –; como sugestão a plotagem pode ser realizada entre os números de voltas, para exemplificar, segue o recorte da tabela abaixo.

No. de voltas	1	2
Tempo (seg)	24	34
Diferença de tempo	10	

Ponto a ser representado no gráfico: (1,10)

A representação de todos esses pontos deve reportar à visualização de gráfico de uma função do segundo grau.

Questão 1 – c: após a representação dos pontos, espera-se que os envolvidos tenham como referência para conjecturas funções do segundo grau, uma vez que poderá ser percebido o desenho de uma parábola. A justificativa para a modelagem dessa parábola é que durante o movimento da roda gigante o intervalo de tempo para realizar cada volta apresenta diferenças.

Então, quanto menor a velocidade maior será o tempo necessário para ocorrer uma volta completa, o contrário ocorre quando a velocidade é aumentada. De acordo com o movimento estipulado pelo programa <graf> temos que as diferenças de tempos nas voltas iniciais e finais serão maiores, e nas voltas intermediárias serão menores.

Questão 1 – d: para finalizar a atividade, busca-se o suporte do conteúdo de sistemas lineares para determinar uma função do segundo grau que modele de forma adequada os pontos representados no plano cartesiano. A modelagem será realizada escolhendo-se 3 pontos quaisquer para realização dos cálculos. Nesse momento a utilização da calculadora se torna uma ferramenta facilitadora para o processo.

5. Relato sobre a experiência com os alunos.

5.1 Atividade 1

Na realização dessa atividade, foi possível tecer a conjectura de que conhecimentos preexistentes dos alunos representam diferença na qualidade da realização das tarefas propostas, mesmo esse conhecimento não estando diretamente ligado à construção de artefatos robóticos, uma vez que a diferença de qualidade entre os artefatos finalizados é nítida. Isso pode ser explicado pela teoria construtivista de Piaget quando afirma que as estruturas internalizadas pelos aprendizes interagem com o mundo exterior.

Mesmo sendo entregues a todos os sujeitos da pesquisa os materiais cortados e devidamente dimensionados, ficou a cargo de cada grupo a busca pela precisão e a

estratégia de construção da roda gigante. Nesse momento, cada grupo apresentou demandas diferentes, porém, pode-se sintetizar que o foco geral dos grupos foi a busca por conhecimento que atenda às expectativas do momento.

Essa busca pelo conhecimento é a síntese do construcionismo que justifica que além dessa busca deve existir o suporte da educação formal ou instrução; na situação presente optou-se pela instrução.

O ato de construir causou nos aprendizes a manifestação de realização própria, autonomia, observou-se que os artefatos eram verdadeiros “troféus” para os grupos, que iniciaram indagações sobre as possíveis dimensões das cadeiras, das pessoas para utilizarem essas cadeiras.

Pode-se transportar essa situação e caracterizá-la, segundo Rezende (2004), como um micromundo, pois apresenta a construção de projetos concretos que privilegia a flexibilidade de pensamento e a interpretação múltipla dos resultados, o que fica nítido na diversidade de observações e consideração dos grupos.

Na construção do artefato, alguns conceitos matemáticos elementares de figuras geométricas, congruência e medidas foram abordados em questionamentos e instruções dadas pelo professor aos grupos. Destaca-se o fato de que os sujeitos

envolvidos na pesquisa conseguiram lidar com os conceitos matemáticos de forma extremamente natural e próxima ao contexto do momento, não ocorrendo o termo relatado por Papert (1985) chamado “Matofobia”.

A criação do objeto roda gigante, proposto no trabalho, estreita o vínculo entre os conceitos e o mundo real; essa necessidade é relatada nos trabalhos de Valente e Canhette (1993); a aproximação entre conceitos e realidade é sugerida também pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, quando aborda a necessidade de utilização de conhecimentos científicos para explicar o funcionamento do mundo.

5.2 Atividade 2

Para a análise dessa etapa da pesquisa, dividiremos a atividade em três aspectos. O primeiro é o registro da estrutura não formalizada de procedimentos lógicos capazes de manter a roda gigante funcionando durante 30 segundos e depois pará-la.

Nesse momento foi possível observar duas categorias de respostas. Na primeira, os estudantes indicaram procedimentos para carregar a biblioteca de comandos da interface POP1, porém, não apresentaram de

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

forma clara os procedimentos “iniciar”, “manter” e “parar” a rotação da roda

gigante. Ver protocolo 2.

Devemos abrir o programa Super Logo 3.1) digitar a resposta e de acordo com o desenho escrever os comandos para atingir o programa esperado.

Protocolo 2: Aluno do grupo 2

Na segunda, não consideraram a necessidade de carregamento da biblioteca de comandos da interface, mas registraram

a ideia de início, manutenção e término do movimento da roda gigante. Ver protocolo 3.

Será dado o comando para que o motor inicie o programa. Ele irá iniciar o giro, manter-se girando por um tempo determinado e depois parar.

Protocolo 3: Aluno do grupo 2

Vale destacar que nesse momento apenas um dos estudantes atentou pela existência de parâmetros para o controle de tempo, informando que o movimento

deve ser de 30 segundos, porém, não demonstrou lógica algorítmica na estrutura de sua resposta, conforme apresentado no protocolo 4.

Devemos iniciar o programa e colocar os comandos necessários para que a roda gire durante 30 segundos.

Protocolo 4: Aluno do grupo 3

O segundo aspecto concentra-se em observar a capacidade de transformar a concepção inicial dos procedimentos não formais para a linguagem de procedimentos exigida pelo ambiente de programação Slogo.

É possível categorizar as respostas em 3 níveis distintos, sendo o primeiro o grupo

de estudantes que transcreveu os comandos realizados nos testes iniciais para ambientação da sintaxe do Slogo <servo 1 1 espere 50 servo 1 0>, diferenciando apenas a posição de ligação do servomotor, e observaram o tempo de funcionamento, como exemplificado no protocolo 5.

Servo 5 1 espere 50 servo 5 0 - o funcionamento durante 50 segundos

Protocolo 5: Aluno do grupo 4

 EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

A segunda categoria caracteriza os estudantes que durante o teste já identificaram que o comando dado para a ambientação do Slogo não atende às solicitações de manter a roda gigante funcionando durante apenas 30 segundos. Ocorreu o questionamento da relação estabelecida

entre o comando <espere 50> e a unidade segundo.

Com isso iniciaram a formalização dos procedimentos com o comando <espere 300> e a partir disto realizaram as devidas reflexões. Veja protocolo 6.

servo 11 espere 300 servo 10 (rodou 10 seg.)

Protocolo 6: Aluno do grupo 3

E por último, um estudante registrou na folha de respostas os procedimentos de forma incompleta, porém, no item subsequente é possível observar, devido à interdependência das questões, a compreensão, pois apresenta coerência correta nas respostas.

Isso é justificado pelas características de design apresentadas por Valente (1993), a qual não deixa explícita a divisão do problema em partes, gerando debates que fogem aos referenciais de linearidade da educação tradicional, o que resulta em uma nova dinâmica para todos os envolvidos no processo.

O terceiro aspecto envolve os conceitos matemáticos utilizados como supor-

te para construção do procedimento de modo formal e correto em linguagem Slogo.

Foi possível constatar duas subcategorias, sendo uma a dos estudantes que explicitaram a utilização dos conceitos de regra de três simples, como relatado no protocolo 7 e 8. E a outra daqueles que utilizaram como estratégia aumentar gradativamente o tempo de movimentação da roda gigante.

Essas tentativas foram pautadas por discussões entre os participantes de qual seria o melhor parâmetro a ser colocado no comando <espere>; isso deixa transparecer a realização de cálculos mentais baseados em conceitos de proporção.

Servo 50 | espere 1500 | servo 50
 $\frac{50}{x} = \frac{1}{30}$ $x = 1500$ | Rodou \approx 27 sec

Protocolo 7: Aluno do grupo 4

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

As alterações feitas geram no tempo utilizando regra de 3 para cálculos do tempo.

Protocolo 8: Aluno do grupo 1

Ainda sobre os conceitos matemáticos, observou-se que alguns estudantes, na questão que solicita o movimento da roda por apenas 20 segundos, fizeram a utilização correta dos conceitos de regra de três para estruturação lógica dos procedimentos em linguagem Slogo, porém,

tentaram estimar por cálculos a quantidade de voltas realizada pela roda gigante e, equivocadamente, dividiram o tempo do comando <espere 1000> por 360° , e obtiveram como resposta o valor aproximado a 2,7 voltas. Ver protocolo 9.

$$\begin{array}{r} 1000 \div 360 \\ \hline 2,7 \end{array}$$

2 voltas completas

Protocolo 9: Aluno do grupo 2

Em seguida, acionaram a roda gigante para validação da resposta encontrada e observaram que tais cálculos

não reproduziam a realidade do movimento. Ver protocolo 10.

* Número de voltas após a observação foi de 11 e meio.

Protocolo 10: Aluno do grupo 2

Tais procedimentos são preconizados pelos Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Médio, quando afirmam que os aprendizes devem desenvolver, de forma contextualizada, competências e habilidades para identificar e selecionar estratégias para a resolução de problemas, realizando validações de conjecturas, com a utilização de modelos ou experimentos, lançando mão de recursos tecnológicos e sendo capazes de

reconhecer suas potencialidades e limitações.

A última tarefa é apresentada como forma de desafio, em que os alunos têm que utilizar o comando <repita> para a elaboração do programa. Todos os participantes foram capazes de utilizar corretamente o comando, sendo o processo para resolução bem semelhante. Relata-se abaixo o procedimento na Figura 5 e a síntese dos questionamentos dos estudantes:

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

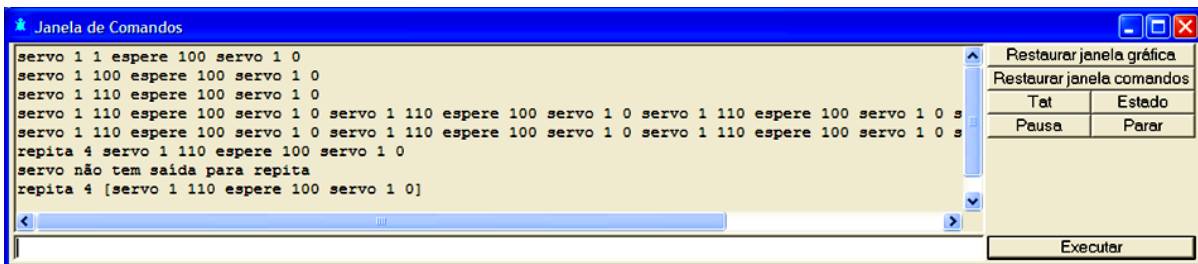


Figura 5 – Janela de comandos do software SLogo
Fonte: Software Slogo

Os estudantes iniciaram inserindo o comando <servo> usando a velocidade “1”; imediatamente foi constatada que essa velocidade estaria incompatível em relação ao tamanho da roda. Com isso, realizaram alterações na velocidade até considerarem condizente a velocidade “110”. Estabelecida a velocidade, replicaram o comando por 4 vezes usando os atalhos para copiar (CTRL + C) e colar (CTRL + V). O passo seguinte, que é a substituição da repetição de procedimentos pelo comando <repita>, surgiu quase que instantaneamente, sendo referenciado pelos testes iniciais realizados.

O momento de reflexão sobre a velocidade adequada às dimensões da roda

gigante é explicado pelas concepções de micromundo preconizadas por Papert, uma vez que apresenta “objetos de pensar com” ao alcance dos estudantes, a possibilidade de flexibilização de pensamento e interpretação múltipla de resultados, favorecendo o diálogo entre todos os sujeitos envolvidos na atividade.

5.3 Atividade 3

Em relação à estratégia para coleta dos dados, podemos categorizá-la em duas partes, sendo a primeira dos estudantes que acionaram o cronômetro na primeira volta e que mantiveram o funcionamento da roda gigante até a sétima volta, observando os valores cronometrados de forma aproximada. Conforme protocolo 11.

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7
Tempo (seg)	6 s	11 s	16 s	21 s	25 s	30 s	35 s

Protocolo 11: Aluno do grupo 4

E a segunda categoria é a daqueles que marcaram o tempo iniciando e parando a cronometragem de acordo

com o número de voltas desejado. Veja protocolo 12.

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7
Tempo (seg)	7.88	14.90	21.81	29.00	36.50	43.70	50.99

Protocolo 12: Aluno do grupo 2

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Para o desenvolvimento da proposta da atividade, essas estratégias para coleta de dados apresentam-se de forma satisfatória, não sendo possível determinar vantagens e desvantagens na escolha.

A existência dessas categorias é explícita por Papert (2008), com foco em objetivos educacionais, quando argumenta que estruturas internalizadas interagem com o mundo exterior em contextos específicos ou modelados. Assim, essa pequena diferença, no modo de registro dos dados, está possivelmente influenciada por experiências educacionais anteriores ao apresentado no momento.

É importante destacar que estudantes dos grupos 2 e 3 argumentaram que após determinarem o tempo da primeira volta as demais seriam desnecessárias, pois bastaria multiplicar pelo número de voltas. Exemplo: se a primeira volta é realizada em 6 segundos, a segunda será em 12, a terceira em 18, etc.

Essa argumentação é procedente, porém, reproduzirá uma situação extrema-

mente irreal, uma vez que não podemos afirmar se o servomotor realiza de forma uniforme todas as voltas, pois sobre a roda gigante temos as influências do atrito, descolamento de peso na sua estrutura, excentricidade dos eixos, e outros demais fatores que podem alterar o seu movimento. Isso é explicado por Valente e Canhette (1993), que alertam para não tornar a robótica educacional uma simples aplicação de conceitos, uma vez que se caracterizará de forma demasiadamente artificial.

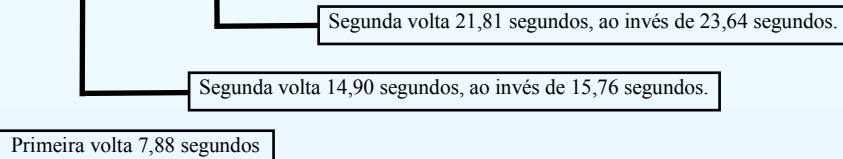
Sobre os gráficos, é possível estabelecer uma única categoria, pois todos os estudantes transportaram os dados de forma correta, e as diferenças consistem apenas na criação de ancoras ou conexão dos pontos encontrados.

Vale destacar a argumentação de uma estudante que apresenta a possibilidade dos pontos não representarem de forma correta uma reta, uma vez que o intervalo de voltas é igual e o tempo entre as voltas é diferente.

Observemos no protocolo 13:

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7
Tempo (seg)	7.88	14.90	21.81	29.00	36.50	43.70	50.99

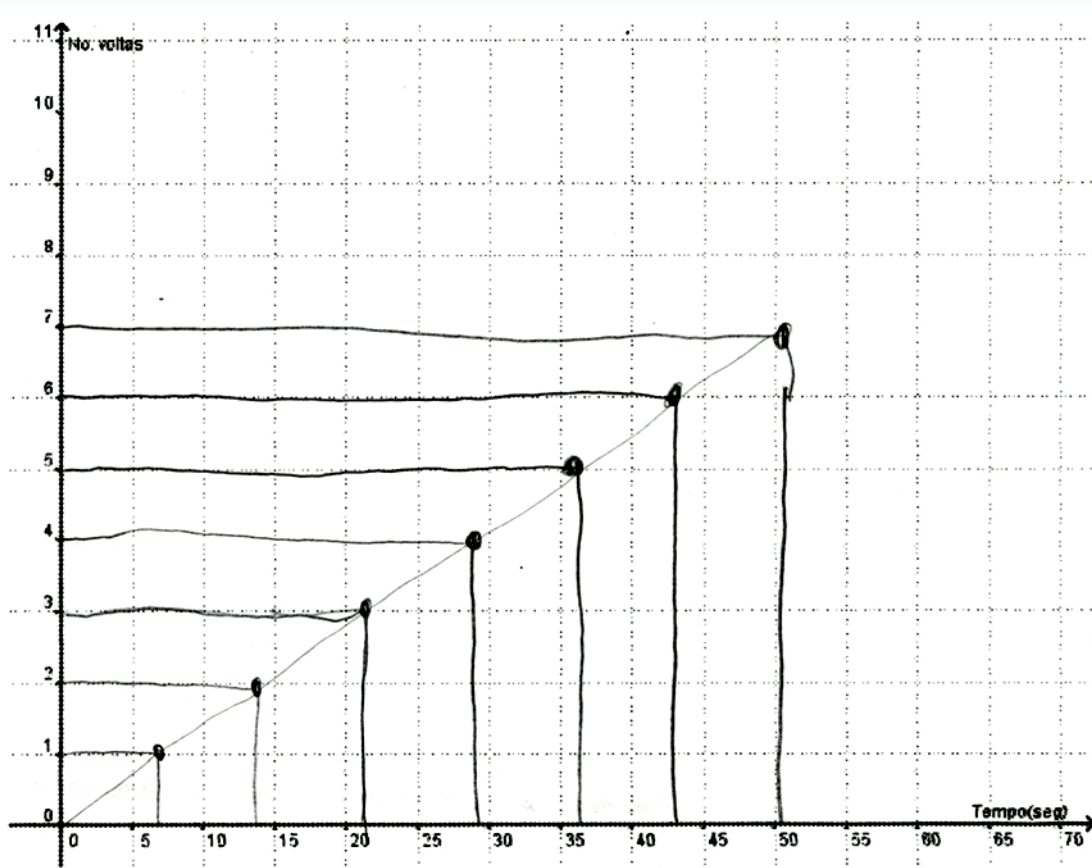
Protocolo 13: Aluno do grupo 2



EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Realmente, a argumentação está coerente e resultou em um rico momento de discussão a respeito da validade dos dados coletados. O pesquisador mediu a discussão de forma a instigá-lo e, para validação dos argumentos, solicitou a realização do próximo passo da atividade, que é a representação gráfica de cada um dos pontos.

Nesse momento havia uma nova argumentação dos estudantes, pois estavam diante de pontos que matematicamente não reproduziam uma reta, porém, a disposição deles no plano cartesiano transmitia nitidamente a ideia de reta. Veja protocolo 14.



Protocolo 14: Aluno do grupo 1

Um integrante do grupo 1 explicou que bastaria engrossar a reta, que passaria por todos os pontos, logo em seguida, ele conclui que os pontos realmente não reproduzem uma reta, apenas repassam a ideia de estarem alinhados.

A fundamentação da ocorrência desses fatos é encontrada nas concepções de micromundo apresentadas por Papert (2008), quando argumenta sobre a contemplação do diálogo entre aprendiz-professor e aprendiz-aprendiz e a existên-

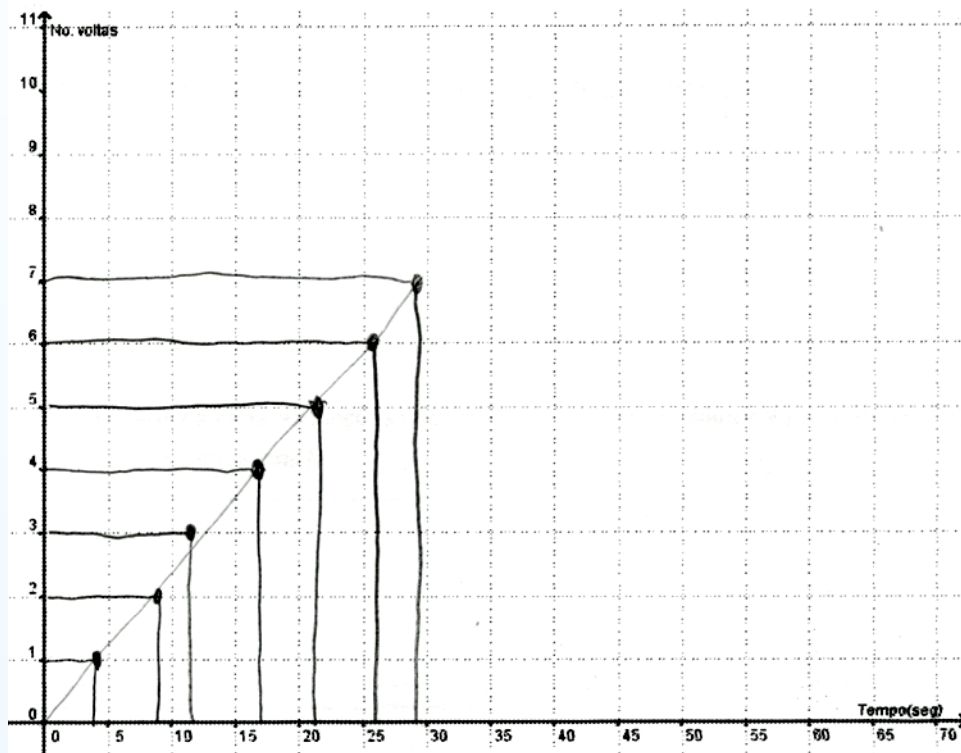
 EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

cia de interpretação múltipla dos resultados.

A robótica educacional cria vínculos entre conceitos, resultando em contextos mais significativos, segundo Fortes (2007). Isso corrobora com as orientações apresentadas nos Parâmetros Curriculares no que diz respeito ao uso da matemática

para validações de conceitos com a utilização de experimentos e modelos que interpretam situações do mundo real.

O segundo gráfico a ser representado reflete a roda gigante em uma velocidade superior à primeira, todos os envolvidos chegaram a resultados semelhantes, observemos o protocolo 15.



Protocolo 15: Aluno do grupo 3

Sobre os gráficos é possível constatar que uma parte dos alunos concluiu que a inclinação sofria alteração

à medida que se aumentava a velocidade. Veja protocolo 16.

Que o aumento da velocidade leva a um aumento da inclinação da reta.

Protocolo 16: Aluno do grupo 4

Dois participantes não conseguiram expressar as alterações usando conceitos de inclinação e apresentaram

respostas semelhantes. Veja exemplo no protocolo 17.

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

O gráfico A está mais espaçado "mais tempo".
O gráfico B está mais junto "MENOS tempo".

Protocolo 17: Aluno do grupo 1

Após as representações gráficas dos estudantes, foi possível observar duas categorias que apresentam semelhanças nos aspectos de proximidade à origem do plano cartesiano.

Em ambas as categorias (Figura 6 e 7), o Gráfico B representa retas com inclinações maiores que as retas determinadas pelos pontos do Gráfico A, tal fato é justificado pela diferença de velocidade da roda gigante.

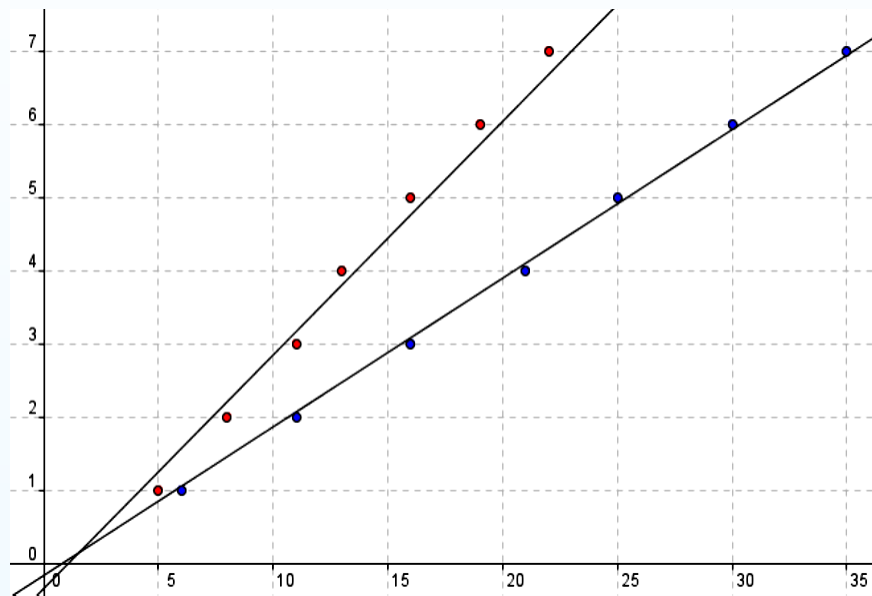


Figura 6 – Interpretação gráfica dos resultados da atividade 3 – A
Fonte: Dados da pesquisa

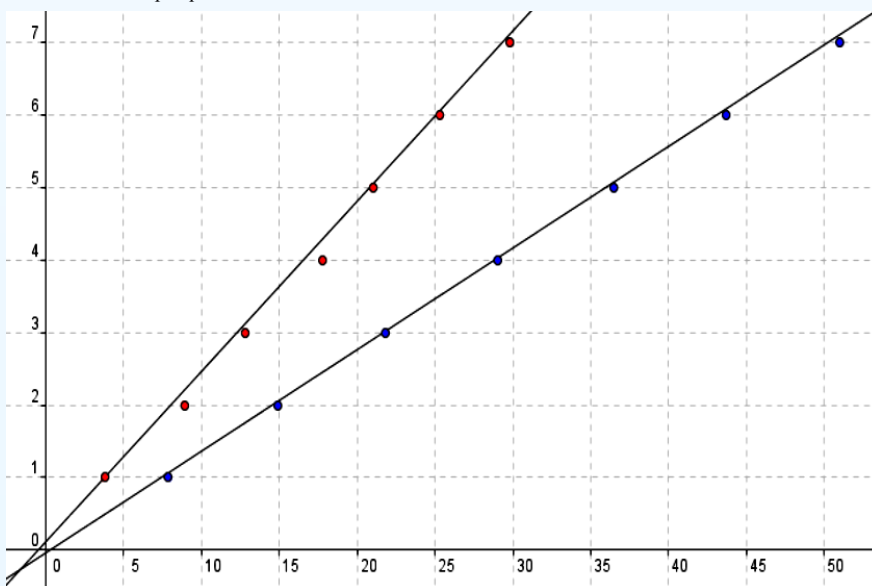
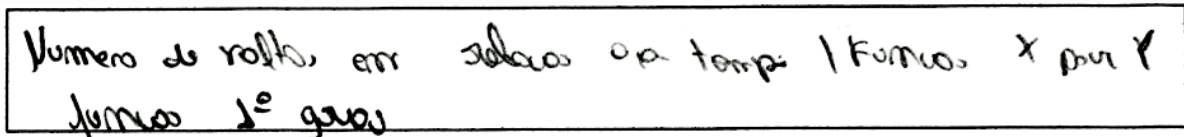


Figura 7 – Interpretação gráfica dos resultados da atividade 3 – B
Fonte: Dados da pesquisa

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Sobre o tipo de função que melhor se aproxima dos pontos, temos em valores arredondados 57% das respostas apontando de forma imediata a função do primeiro grau; desse grupo, todas as respostas explicitaram a representação na forma $f(x) = ax + b$.



Protocolo 18: Aluno do grupo 2

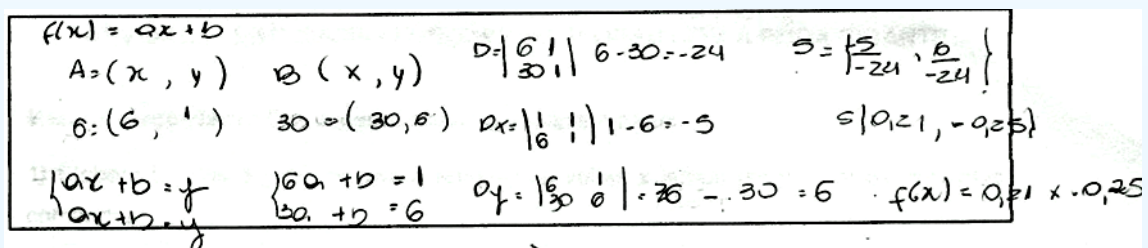
Para modelar as funções mais adequadas à disposição dos pontos, optou-se, como complementação ao planejamento curricular da instituição, por utilizar a resolução de sistemas lineares pelo método de Cramer, uma vez que o conteúdo estava sendo ministrado em paralelo a esta pesquisa.

Esse momento foi realizado dentro da sala de aula, sendo possível observar pela experiência do pesquisador em lecionar esse tipo de conteúdo que os conceitos foram tratados com mais destre-

O restante, 43% dos estudantes, apresentaram a relação existente entre o tempo e o número de voltas, indicando que a função mais apropriada é a do primeiro grau. Essa categoria é exemplificada no protocolo 18.

za e sem resistências pelos estudantes. Eles em nenhum momento explicitaram algum tipo de dificuldade ao trabalharem com a estrutura de resolução apresentada por Cramer, mesmo existindo números decimais para manuseio. Vale destacar que foi nítida a demonstração de interesse para realizar as atividades propostas.

Todos os estudantes desenvolveram as atividades de forma semelhante à apresentada abaixo em relação ao cálculo para modelagem do Gráfico A. Ver protocolo 19.



Protocolo 19: Aluno do grupo 2

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Cálculo para modelagem do Gráfico B. Ver protocolo 20.

$$A = \begin{vmatrix} 50 & 10 & 1 \\ 22 & 2 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta y = \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 22 & 8 \end{vmatrix} = 35 - 22 = 13$$

$$\Delta x = \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 22 & 1 \end{vmatrix} = 5 - 22 = -17$$

$$Dx = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 1 - 1 = -6$$

$$S = \left\{ \frac{-6}{-17}, \frac{13}{-17} \right\} = \left\{ 0,35; -0,76 \right\}$$

$$f(x) = 0,35x - 0,76$$

Protocolo 20: Aluno do grupo 2

Observou-se que os estudantes conseguiram, a partir da escolha aleatória

de dois pontos nos gráficos, modelar as seguintes funções:

Gráfico A: $f(x) = 0,21x - 0,25$

Gráfico B: $f(x) = 0,35x - 0,76$

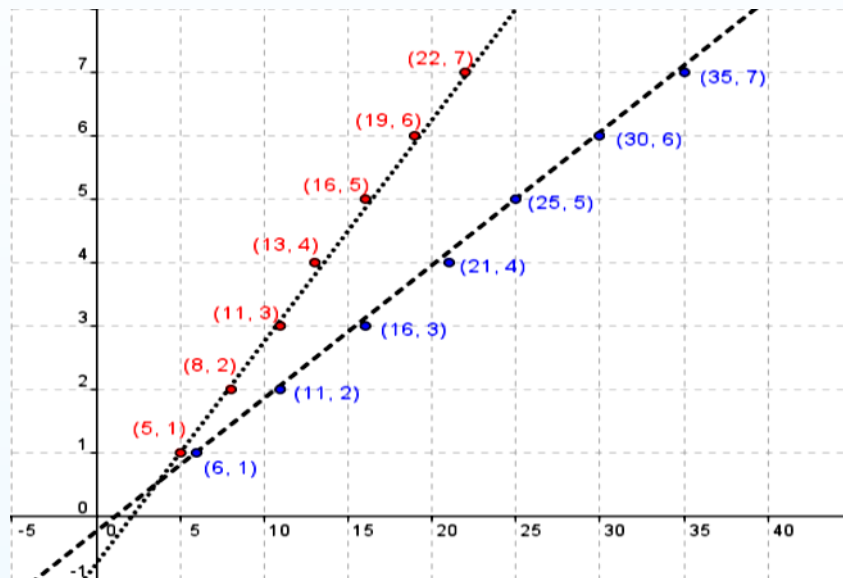


Figura 8 – Funções do 1º grau modeladas pelos estudantes
Fonte: Dados da pesquisa

Todo esse processo entra em conformidade com os pressupostos apresentados por Biembengut e Hein (2007). Primeiro, quando esses autores afirmam que o modelo pode ser apresentado por meio de fórmulas, tabelas ou gráficos; e segundo, ao esclarecerem que o processo para sua obtenção desperta o interesse pela aplicação de conceitos matemáticos e aproxima a matemática de outras áreas do conhecimento. Os mesmos autores apon-

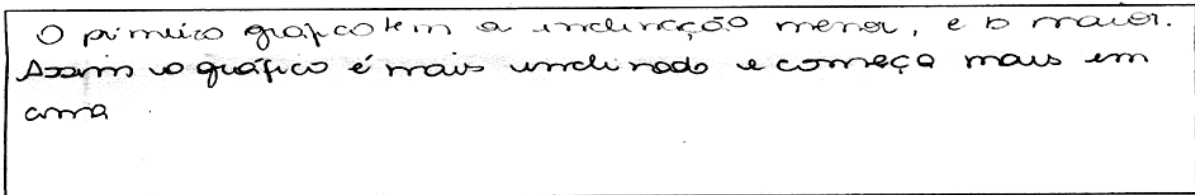
tam que são necessárias adaptações no processo de modelagem para atender o grau de escolaridade, tempo e o programa curricular exigido pela escola, e ainda que a condição de conduzir a atividade de modelagem está diretamente atrelada ao grau de amadurecimento do professor que se dispõe a lançar mão da proposta.

Sobre os coeficientes angulares, ocorreram comentários verbais sobre sua relação com a inclinação do gráfico e re-

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

gistro conforme protocolo 20. Sendo possível realizar conjecturas sobre o conheci-

mento da relação entre coeficiente angular e inclinação do gráfico. Veja protocolo 21.

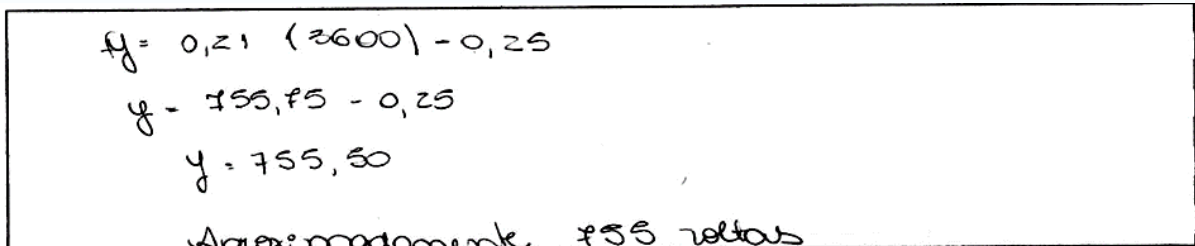


O primeiro gráfico tem a inclinação menor, e o maior. Assim o gráfico é mais inclinado e começa mais em cima.

Protocolo 21: Aluno do grupo 2

A totalidade dos estudantes desenvolveu de forma semelhante os cálculos estimados para uma hora de funcionamento da roda gigante, ocorrendo dificuldade

apenas no momento da conversão entre as unidades de medida horas para segundos. Veja o exemplo de cálculo no protocolo 22.



$y = 0,21 (3600) - 0,25$
 $y = 755,75 - 0,25$
 $y = 755,50$
 Aproximadamente 755 voltas

Protocolo 22: Aluno do grupo 2

Um dos integrantes do grupo 2 argumenta: “...professor, matemática não tem isso, de segundos, horas. Isso é física.”

Tais palavras colocam as atividades que lançam mão da robótica educacional em um patamar em que a criação de conexões entre as diversas ciências é favorecida, uma vez que é quase impossível tratar os experimentos de forma isolada. Isso é apresentado por Fortes (2007) quando afirma que a robótica educacional é capaz de criar um ambiente interativo ao favorecer o estabelecimento de atividades que integram conceitos de Matemática, Física e Programação.

5.4 Atividade 4

A respeito dos comandos digitados no editor de procedimentos do Slogo, observou-se um funcionamento diferente ao testado anteriormente, uma vez que os testes foram realizados em equipamentos distintos dos utilizados pelos alunos durante a coleta de dados. Porém, essa diferença não resultou em problemas para a interpretação e não comprometeu a proposta da atividade.

Devido à dinâmica para registro das informações, nenhum dos estudantes optou em trabalhar com números deci-

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

mais, por experiência da atividade anterior, se justificando, conforme previsto por Papert (2008), quando apresenta a utilização de conhecimentos internalizados.

A coleta de dados ocorreu inicialmente apenas nas 18 voltas solicitadas, tal fato não possibilita uma fácil visualização do gráfico esperado pela proposta. Desse

modo, o pesquisador solicitou que o registro deveria abranger todo o tempo em que a roda gigante estivesse funcionando; para isso foram necessárias aproximadamente 33 voltas, conseqüentemente foi necessária a extensão da tabela, sendo realizada pelos alunos sem grandes problemas. Veja protocolo 23.

No. de voltas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tempo (seg)	8	16	22	28	32	37	40	44	47	50	52	55	57	60	61	64	65	68
Diferença de tempo	8	6	6	4	5	3	4	3	3	2	3	2	3	1	3	1	3	1

No. de voltas	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Tempo (seg)	69	72	74	77	80	83	85	89	93	96	104	105	111	117	124				
Diferença de tempo	3	2	3	3	3	2	4	4	3	8	1	6	6	7					

Protocolo 23: Aluno do grupo 4

Vale destacar que nesse momento é possível observar a utilização da estimativa, uma vez que a extensão da tabela foi construída com 37 lacunas. Podemos projetar, com isso, que ocorreram observações a respeito do ponto em que a tabela inicial se completa e a velocidade da rotação da roda gigante.

Esse fato faz despertar as concepções de Papert (2008) nas quais as coisas se tornam simples quando a pessoa consegue incorporá-las ao seu arsenal de modelos. É possível, nesse caso, aludir de forma inicial à incorporação do modelo fornecido, o processo de reflexão entre capacida-

de de inserção de informações e espaço necessário para as novas informações.

Essa parte da atividade também atende às orientações dos Parâmetros Curriculares de matemática quando apresentam a necessidade da abordagem de forma contextualizada da leitura, interpretação de tabelas e esquemas, criticando os resultados obtidos e utilizar de forma correta instrumentos de medidas.

Tomando como foco para análise os pontos plotados, os estudantes não conseguiram de imediato visualizar que a disposição no plano cartesiano dos pontos dá a ideia de uma parábola, resultando em

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

questionamentos ricos para o processo de construção do conhecimento, que foram: “Na parábola os pontos estão certinhos, e aqui não está assim”.

Nota-se por essa afirmação que o estudante espera que os pontos atendam perfeitamente a uma função do 2º grau, sendo necessária a ruptura com as formas matemáticas, de certo modo platônicas, que estão intrínsecas nas concepções de se estudar matemática. “Deu uma parábola porque a roda gigante começou devagar, ficou rápida e depois parou?”

Direcionados pelo pesquisador, essa pergunta foi respondida por um dos estudantes, da seguinte forma: “Deu uma parábola por causa da subtração dos tempos, quando a roda está rápida o resultado é pequeno e quando está devagar é grande.”

Tal resposta foi apresentada tendo como suporte o plano cartesiano com os pontos, onde o estudante realizava sinais com os dedos localizando os valores das ordenadas, que neste caso significam a diferença de tempo.

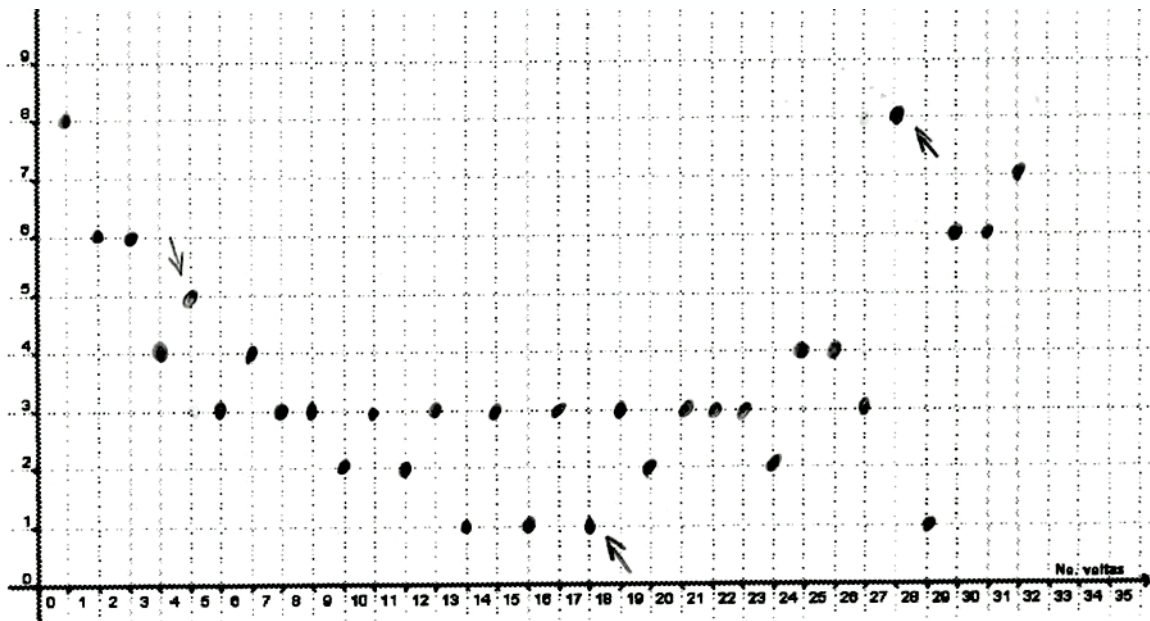
Esse momento deixa transparecer a relação existente entre todos os envolvidos, uma vez que a ocorrência de tal situa-

ção em uma sala de aula tradicional esperaria uma explicação convincente unicamente do professor. Por outro lado, nesse novo ambiente, o estudante é incentivado a expor suas conjecturas. Isso corrobora com os pressupostos de Barbosa (2007), que coloca o professor como responsável pelo início das atividades (definindo tarefas) e depois essa responsabilidade é transferida para os estudantes, que se tornam o centro e o professor passa a ser o mediador do processo.

Para finalização, foi realizado um momento dentro da sala de aula, em que se solicitou a construção do modelo matemático de uma função do 2º grau que melhor se aproximasse dos pontos encontrados, que, segundo Biembengut e Hein (2007), é um conjunto de relações matemáticas que traduzam de alguma forma o movimento da roda gigante.

O processo de modelagem iniciou-se com a escolha realizada pelos estudantes de três pontos que possivelmente melhor representariam uma função do 2º grau que modela o movimento realizado pela roda gigante. Observa-se a escolha dos pontos (5, 5); (18, 1) e (28, 8), por integrante do grupo 1, conforme protocolo 24.

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS



Protocolo 24: Aluno do grupo 1

Após a identificação dos pontos, para atender aos conteúdos, os estudantes realizaram os cálculos para modelar a função do 2º grau pelo método de resolução

de sistema linear de Cramer, de modo que não foram observadas dificuldades na utilização do algoritmo. Segue no protocolo 25 um exemplo de resolução:

$$\begin{aligned}
 & ax^2 + bx + c = 0 & c & \cong 7 & a & \cong 1 & V & = (8, 1) \\
 & \underline{0,03x^2 - 1,01x + 1,37 = 0} & & & & & & \\
 & \begin{cases} 16a + 4b + 7 = 6 \\ 256a + 16b + 7 = 1 \\ 900a + 30b + 7 = 6 \end{cases} & S & = \left(\frac{D_x}{D}, \frac{D_y}{D}, \frac{D_z}{D} \right) \\
 & & S & = \left(\frac{-910}{-30576}, \frac{30940}{-30576}, \frac{-41809}{-30576} \right) \\
 & & S & = (0,03, -1,01, 1,37)
 \end{aligned}$$

$$D = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 7 & 16 & 4 \\ 256 & 16 & 7 & 256 & 16 \\ 900 & 30 & 7 & 900 & 30 \end{vmatrix}$$

$$-100800 - 3360 - 7168 + 25200 + 53760 = -30576$$

$$D_x = \begin{vmatrix} 6 & 4 & 7 & 6 & 4 \\ 1 & 16 & 7 & 1 & 16 \\ 6 & 30 & 7 & 6 & 30 \end{vmatrix}$$

$$-672 - 1260 - 20 + 672 + 168 + 216 = -910$$

$$D_y = \begin{vmatrix} 16 & 6 & 7 & 16 & 6 \\ 256 & 1 & 7 & 256 & 1 \\ 900 & 6 & 7 & 900 & 6 \end{vmatrix}$$

$$-6300 - 672 - 10752 + 112 + 37200 + 10762 = +48664 - 17724 = 30940$$

$$D_z = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 8 & 16 & 4 \\ 256 & 16 & 1 & 256 & 16 \\ 900 & 30 & 6 & 900 & 30 \end{vmatrix}$$

$$84100 - 480 - 6144 + 1536 + 3600 + 46080 = \dots$$

Protocolo 25: Aluno do grupo 1

 EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Podemos observar que o estudante do protocolo 24 apresenta deficiência conceitual a respeito de função do 2º grau, uma vez que representou uma equação ao invés de função; nas demais resoluções apenas um aluno realizou a representação correta de função.

Em relação à concavidade, apenas a resolução apresentada no protocolo 24 traz essa informação e ainda de forma equivocada. Não foi possível identificar categorias para essas observações, devido à pluralidade das respostas. Porém, foi um fato notório a estruturação do algoritmo de Cramer apresentar-se de forma correta, contudo, com algumas incorreções nas operações elementares para o cálculo do determinante.

Para conferência dos cálculos realizados, optou-se por apresentar em forma de gráficos dinâmicos as funções encontradas, de modo que foi possível constatar e emitir comentários sobre as incorreções e explicar sobre a função que modela o fenômeno estudado.

Observa-se na Figura 8 um possível gráfico que modela o fenômeno em linha sólida e logo abaixo, em linha pontilhada, o gráfico encontrado por estudante do grupo 1, no qual o termo c da função demonstra incoerência. Pois a representação dos pontos indica que a intercessão entre o eixo de ordenadas e a função que modela o movimento da roda gigante deve acontecer próximo à ordenada 9 e o gráfico pontilhado indica um valor próximo a 1.

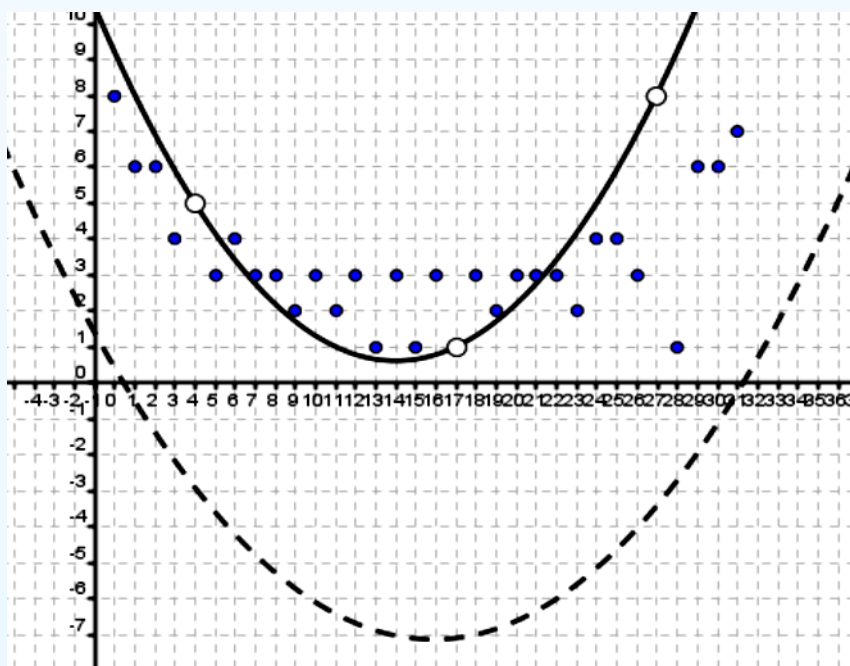


Figura 8 – Gráfico suporte para discussão
Fonte: Dados da pesquisa

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

Esse momento de discussão configurou-se bastante dinâmico e motivado para todos os envolvidos, transparecendo, em alguns instantes, inquietações sobre as interpretações a respeito dos coeficientes de uma função do segundo grau. Um dos envolvidos relatou (grupo 4): “com esse tanto de pontos eu posso ter vários gráficos, e aí: qual deles é a correto?”. Essa abordagem conceitual é sustentada por Valente e Canhette (1993) em suas afirmações de que a partir da robótica educacional é possível explorar conceitos de áreas distintas, incluindo a matemática.

O professor tomando a postura de mediador, apresentada por Barbosa (2007)

para atividades de modelagem, acredita que os estudantes concluíram que não existe uma resposta correta e definitiva e sim a que mais se enquadra à situação estudada, respeitando os parâmetros predefinidos.

Agrega-se ainda: os pressupostos de Fortes (2007), nos quais esse autor sustenta que a robótica educacional cria um ambiente interativo ao reunir conceitos matemáticos, fenômenos físicos, motores e programação; e as orientações dos Parâmetros curriculares, sobre a oportunidade em oferecer condições para realização de crítica de resultados em situações reais.

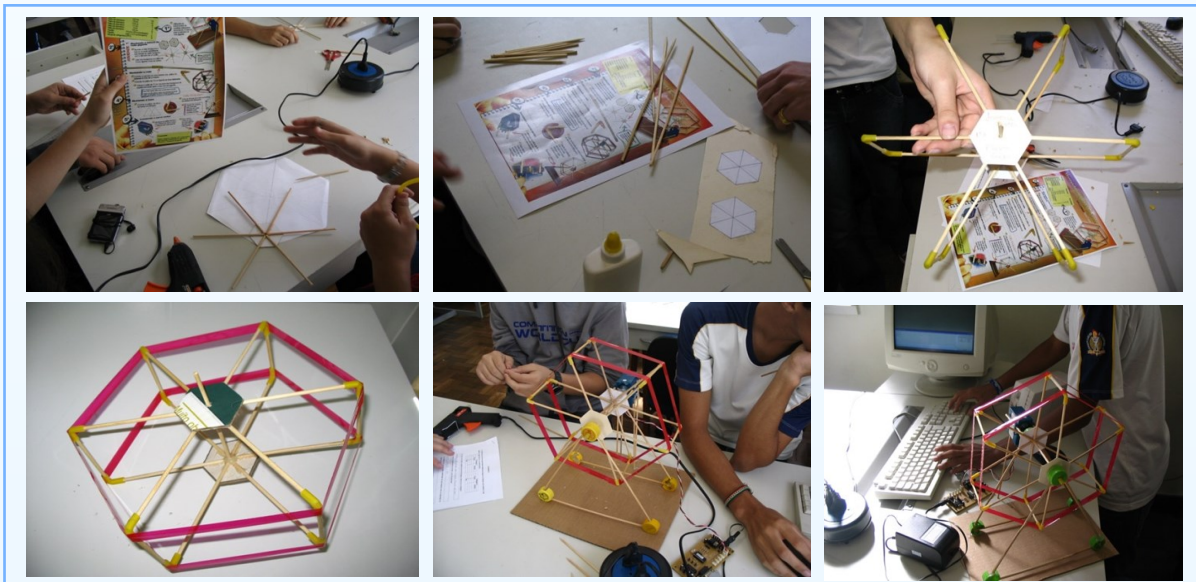


Figura 9 – Fotos da experimentação dos alunos com a presença do professor orientador.
Fonte: arquivo pessoal do autor.

5.5 Caderno de registro dos alunos

Para facilitar a análise da experiência, os alunos elaboraram um pequeno ca-

derno com cálculos, argumentações matemática e plotagem gráfica. No item 5, foram apresentados alguns extratos destes cadernos por meio dos protocolos que fo-

tocopiados serviram de ilustração ao que apresentamos no texto do relato da experiência.

6. Aproveitamento dos alunos

O aproveitamento dos alunos foi diagnosticado por meio de avaliação qualitativa, quando se analisou os registros nos quais eles descreveram e realizaram as atividades solicitadas. Foi possível verificar um aproveitamento satisfatório, uma vez que conseguiram tecer conjecturas coerentes com as orientações dadas na sequência didática.

7. Resultados mais relevantes obtidos por meio da experiência.

A introdução da robótica educacional gera novas estruturas a serem interpretadas pelos sujeitos envolvidos. Essas interpretações contemplam de um lado as resistências pela sua utilização, sendo principalmente justificadas pela nova dinâmica que se configura o fazer pedagógico; e por outro lado a visão de solução de uma gama considerável de problemas existentes na escola, sendo agora justificada pela motivação que os estudantes demonstram ao participarem desta experiência. Espera-se que a proposta amenize as resistências existentes, explicitando condi-

ções para o desenvolvimento no ambiente educacional.

Pressupõe-se, após a realização dos levantamentos da literatura e do desenvolvimento da presente pesquisa, que a interface POP1 demonstra preencher requisitos necessários para sua utilização como uma ferramenta complementar às práticas de ensino, tendo em vista a abertura de um vasto horizonte para criações de dispositivos robóticos controlados pelo software Slogo, facilidade de aquisição, e valor reduzido em relação aos equipamentos similares.

No desenvolvimento da roda gigante, destaca-se que os estudantes demonstram interesse em realizar as construções solicitadas, porém, as experiências internalizadas explicitam-se no desenvolvimento dos trabalhos resultantes. Neste momento, em que se contempla a construção manual, os conceitos matemáticos fornecem suporte aos estudantes, sem configurarem como entraves ou obstáculos que causem desmotivação.

É possível observar um desconhecimento inicial sobre a lógica estrutural de um programa, contudo, as orientações apresentadas na atividade conduziram de forma satisfatória a elaboração de programas no software Slogo capazes de contro-

larem a roda gigante, atendendo às solicitações específicas. Para refinamento dos programas, ocorreu a utilização de conceitos matemáticos elementares. Agrega-se a isso a estratégia de comparação de resultados, que não se configurou em tentativa e erro e sim em interpretação do parâmetro inserido e o movimento realizado.

A utilização do movimento da roda gigante focado no estudo de funções apresenta um excelente potencial para discussão de estratégias de coleta de dados e representação gráfica dos dados em situações reais e sua comparação com os gráficos apresentados em materiais didáticos, uma vez que é necessário realizar projeções e aproximações para conceber as idealizações das funções.

Com os dados tabulados, os sujeitos ganharam condições para a modelagem de funções do primeiro e segundo graus, o que criou um momento favorável à interpretação de resultados e à articulação dos conceitos matemáticos específicos para o processo de modelagem, condizentes com a capacidade cognitiva dos envolvidos.

Com os resultados obtidos, as conclusões da experiência convergem de forma favorável à manipulação de modelos robóticos como ferramenta auxiliar no en-

sino de conceitos matemáticos, uma vez que foi possível abordar vários tópicos de forma contextualizada em que os cálculos fluíram, sendo justificados para a construção da roda gigante ou seu estudo interpretativo. Esta se configurou um objeto de se pensar e realizar a conexão entre realidade observada e a abstração de alguns conceitos trabalhados em sala de aula tradicional.

8. Considerações finais

A partir da experiência realizada, pressupõe-se que o ato de construção de um artefato robótico, e a sua utilização posterior para estudos, apoiado no ambiente criado pelo software Slogo, demonstra-se uma ferramenta favorável ao ensino de tópicos de Matemática no Ensino Médio, uma vez que cria uma relação contextualizada, a qual serve de apoio para conjecturas

A abordagem realizada na presente experiência não está esgotada, busca apenas responder coerentemente às inquietações levantadas sobre o tema. Configura-se como um início para o desenvolvimento de propostas de aplicação em outras séries do Ensino Médio, podendo ainda ser estendida para estudantes de Licenciatura em Matemática. Acredita-se que o apro-

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

fundamento de experiência, com propostas similares ao tema abordado, pode gerar uma transformação positiva no fazer pedagógico dos profissionais que lidam com o Ensino de Matemática.

A divulgação e continuidade da experiência têm sido realizadas no interior do Grupo de Pesquisa em Informática e Metodologias para o Ensino Matemática e Estatística – GRUPIMEM PUCMinas, que possui projetos de fomento à implementação desta e de outras propostas que estão sendo criadas pelos seus pesquisadores. A argumentação favorável à divulgação desta experiência se faz pelo seu teor de inovação, que contempla uma proposta pedagógica que integra atividades de laboratório e sala de aula com recursos de informática e uso de materiais concretos.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, Jonei Cerqueira. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem matemática na educação brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. cap.9, p.161-176.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007, 127 p.

COUTINHO, Laura Maria. Aprendizagem, tecnologias e educação à distância. In: **MÓDULO do Curso de Pedagogia para professores em exercício no início de escolarização**. Brasília: UnB – Faculdade de Educação, 2002.

FORTES, Renata Martins. **Interpretação de Gráficos de Velocidade em um ambiente robótico**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. ed. revisada. Porto Alegre: Artmed, 2008. 210p.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985. 253p.

REZENDE, Flávia Amaral. **Construção de um traçador gráfico para fins educacio-**

EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM MODELOS ROBÓTICOS

nais. 2004. 185 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios do Instituto de Artes) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2004.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, José Armando (Org.). **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. São Paulo: Gráfica Central da UNICAMP, 1993. cap.1, p.1-23.

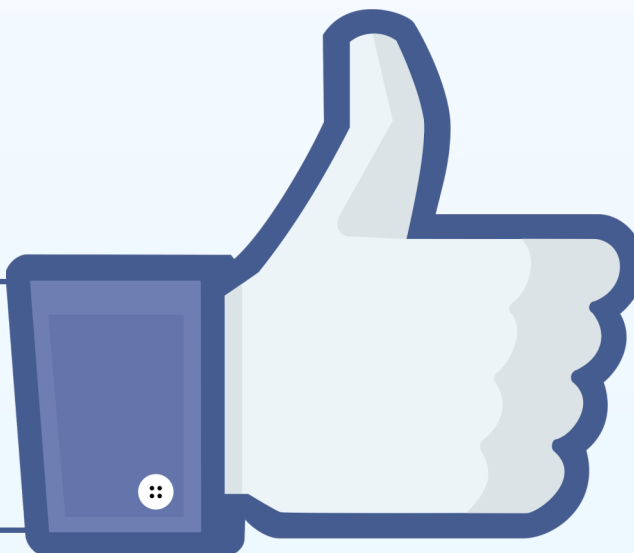
VALENTE, José Armando; CANHETTE, Cláudio Cesar. LEGO-Logo: explorando o conceito de desing. In: VALENTE, José

Armando (Org.). **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. São Paulo: Gráfica Central da UNICAMP, 1993. cap.4, p.64-75.

ZABALLA, Antoni. **A prática educativa**. Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental**: perspectivas e prática. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC.

**Curta nossa página
no Facebook!**



Veja mais em www.sbembrasil.org.br